

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA

### Investigadores

Edgar Ricardo Monroy Vargas

Marcela Bernal Palacio

Carlos Javier Obando Gamboa

Efraín Casadiego

Sharel Alexa Charry Ocampo

Yennifer Cufino Marín

Julio César Rivera Rodríguez

Andrés Giovany Gutiérrez Bayona

Ingeniería Civil

## APRENDIZAJE POR PROYECTOS EN INGENIERÍA CIVIL



**UNIAGRARIA**  
Fundación Universitaria Agraria de Colombia

LA U VERDE  
DE COLOMBIA



# APRENDIZAJE POR PROYECTOS EN INGENIERÍA CIVIL



**UNIAGRARIA**

Fundación Universitaria Agraria de Colombia

---

LA U VERDE DE COLOMBIA

# APRENDIZAJE POR PROYECTOS EN INGENIERÍA CIVIL

Fundación Universitaria Agraria de Colombia  
– UNIAGRARIA –

## Consejo Superior

Álvaro Zúñiga García  
Presidente

Teresa Arévalo Ramírez  
Teresa Escobar de Torres  
Jorge Orlando Gaitán Arciniégas  
Héctor Jairo Guarín Avellaneda  
Emiro Martínez Jiménez  
Álvaro Ramírez Rubiano

## Rector

Jorge Orlando Gaitán Arciniégas

## Director Unidad de Investigaciones

Álvaro Mauricio Zuñiga Morales

## Facultad de Ingeniería/Programa de Ingeniería Civil

### Investigadores

Edgar Ricardo Monroy Vargas  
Marcela Bernal Palacio  
Carlos Javier Obando Gamboa  
Efraín Casadiego  
Sharel Alexa Charry Ocampo  
Yennifer Cufino Marín  
Julio Cesar Rivera Rodríguez  
Andrés Giovanni Gutiérrez Bayona

### Dirección Editorial

Sandra Edith Nossa Medina

### Concepto Gráfico, Diseño, Composición e Impresión

Entrelibros e-book solutions  
www.entrelibros.co

### Diseñadora

Gladys Carolina Chavez Caballero

### Corrección de estilo

Natalia Jaramillo Machuca

ISBN IMPRESO: 978-958-59092-9-8

ISBN E-BOOK: 978-958-59538-0-2

2016 Universidad Agraria de Colombia -UNIAGRARIA  
Bogotá D.C -Colombia

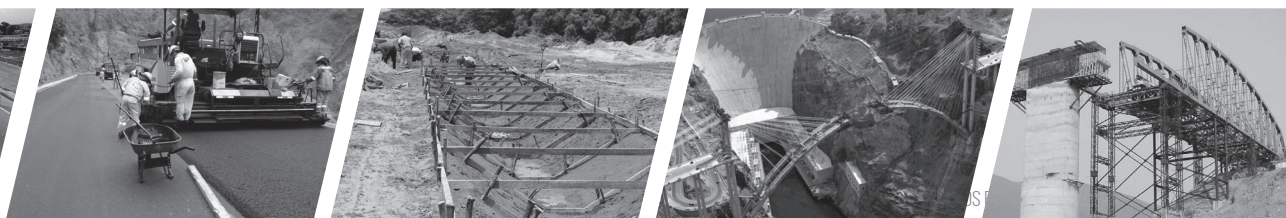


Aprendizaje por Proyectos en ingeniería civil by Universidad Agraria de Colombia -UNIAGRARIA- is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported License.

La publicación 'Aprendizaje por Proyectos en ingeniería civil' es producto del área de investigación del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad Agraria de Colombia -UNIAGRARIA- impreso bajo el ISBN 978-958-59092-9-8 y digital con el ISBN 978-958-59538-0-2, en idioma Español. Es un producto editorial protegido por el Copyright © y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta, sus condiciones de uso y distribución están definidas por el licenciamiento Creative Commons (CC).



<b>Capítulo 1</b>	7
<b>Aprendizaje Basado en Proyectos, un recuento histórico</b>	
Introducción	9
¿Qué es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)?	10
Una breve historia	12
Referencias bibliográficas	16
<b>Capítulo 2</b>	19
<b>El Aprendizaje por Proyectos en la Ingeniería</b>	
Introducción	21
Generalidades del Aprendizaje por Proyectos	22
Tipos de Proyectos	23
Etapas y Metodología	25
Ventajas	26
Clases de Aprendizaje por Proyectos	27
Las TICs y el Aprendizaje por Proyectos	28
Aplicaciones en la Ingeniería y otras áreas	29
Conclusiones	34
Referencias Bibliográficas	35
<b>Capítulo 3</b>	39
<b>La formación pedagógica y didáctica de los profesores de ingeniería</b>	
Resumen	41
Introducción	41
Metodología	45
Resultados	45
Conclusiones	48
Referencias Bibliográficas	49
<b>Capítulo 4</b>	51
<b>Estudio sobre el Aprendizaje por Proyectos en la Fundación Agraria de Colombia</b>	
Introducción	53



Descripción de Problema e Hipótesis	53
Metodología - Recolección de datos	54
Resultados	55
Conclusiones	60
Ficha Técnica	60
<b>Capítulo 5</b>	<b>61</b>
<b>Aprendizaje por Proyectos. Aplicación en la geología</b>	
Introducción	63
Geología	64
Motivación del ApP a la Geología Aplicada a la Ingeniería Civil	66
Lineamientos Curriculares	68
Trabajo interdisciplinario	70
Integración de estándares curriculares del Ministerio de Educación Nacional con el ApP en Geología	72
Metodología de Aprendizaje por Proyectos usando la geología aplicada	75
Conceptos básicos para el desarrollo de un proyecto	76
Implementación del ApP en la geología aplicada a la ingeniería civil	78
Referencias Bibliográficas	82
<b>Capítulo 6</b>	<b>85</b>
<b>Aprendizaje por Proyectos. Aplicación en vías, transporte y movilidad</b>	
La motivación como elemento clave para el aprendizaje	87
La base para mejorar la educación en ingeniería civil	91
Ejemplos específicos en el área de vías, transporte y movilidad	93
Recomendaciones	96
Referencias Bibliográficas	97
<b>Capítulo 7</b>	<b>99</b>
<b>El Aprendizaje por Proyectos. Aplicación en proyectos ambientales</b>	
Introducción	101
Educación ambiental	101
ApP en el ámbito ambiental de proyectos de ingeniería civil	103
Lineamientos Curriculares	104
Caso de estudio de proyecto en el ámbito ambiental	105
Referencias bibliográficas	108

# Aprendizaje Basado en Proyectos, un recuento histórico

Marcela Bernal Palacio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Geóloga, Universidad EAFIT. Msc. Educación y TIC, Universidad Oberta de Cataluña.  
Msc. Geología Experimental, Universidad de Barcelona.





## Introducción

El enfoque de aprendizaje basado en proyectos tiene una larga historia de implementación en la educación apoyada en la experiencia. La investigación psicológica y la teoría sugieren que si se incentiva en los estudiantes el aprendizaje a través de la experiencia, para la resolución de problemas, estos pueden eventualmente comprender de manera significativa los contenidos y desarrollar competencias de pensamiento crítico y analítico. El Aprendizaje basado en Proyectos (ABP) es un método de enseñanza en el que los estudiantes aprenden a través del desarrollo de proyectos para la solución de problemas reales o similares al mundo que les rodea (Thomas, 2000).

En el capítulo tres del libro *Enfoques Pedagógicos en la Enseñanza de la Ingeniería Civil*, se trató de identificar la necesidad tanto de la implementación de la teoría constructivista como de la utilización del aprendizaje basado en proyectos (ABP) como medio institucional que potencializa la construcción de conocimiento y la generación de aprendizaje significativo.

A medida que se desarrolla la globalización, y la educación superior se orienta hacia nuevas metodologías de aprendizaje más innovadoras, se crea una necesidad de transformación y adaptación de la enseñanza a las necesidades culturales y sociales. Por otro lado, fue posible identificar en este mismo capítulo la existencia de una creciente necesidad de conceptualizar la variación en el diseño de planes de estudio con el fin de poder desarrollar currículos adecuados en los que la implementación

del ABP, como medio para potencializar el constructivismo, sea viable y alcanzable (Monroy V, Bernal P, Coy P, & Bernal D, 2015).

En el ABP los estudiantes involucran el aprendizaje auto dirigido y los nuevos conocimientos a la situación problema y reflexionan sobre lo que han aprendido y la eficacia de las estrategias empleadas. El profesor actúa como un facilitador del proceso de aprendizaje en lugar de ser un transmisor de conocimientos. Los objetivos del ABP incluyen ayudar a los estudiantes a desarrollar pensamiento crítico, habilidades para la resolución de problemas, competencias para el trabajo colaborativo y motivación para el autoaprendizaje (Monroy V et al., 2015).

En este nuevo capítulo se hará un corto recuento histórico del ABP y se hará, además, especial énfasis en cómo este método de enseñanza ofrece el potencial para ayudar a los estudiantes a desarrollar la comprensión significativa y habilidades de aprendizaje permanente.

## ¿Qué es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)?

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un enfoque educativo centrado en el estudiante donde el alumno es el protagonista de su propio proceso de aprendizaje y el docente es un facilitador que guía al estudiante hacia el aprendizaje autodirigido (Hitt, 2010). Esta estrategia de enseñanza es un modelo de instrucción en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase y que son congruentes con el contexto del alumno, el docente y la institución (Coria, 2009).

El ABP tiene sus raíces en la aproximación constructivista que evolucionó a partir de los trabajos de psicólogos y educadores tales como Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget y John Dewey (Popkewitz, 1998). El constructivismo mira el aprendizaje como el resultado de construcciones mentales; esto es, que los estudiantes, aprenden construyendo nuevas ideas o conceptos, basándose en sus conocimientos previos y actuales (Cobern, 1993).

El ABP busca entonces enfrentar a los estudiantes a situaciones que los lleven a rescatar, comprender y aplicar aquello que aprenden como una herramienta para desarrollar proyectos o proponer soluciones a las necesidades de las comunidades en donde se desenvuelven. En este, se constituye entonces un modelo auténtico en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula (Grant, 2002).

Esta forma de aprender requiere del manejo, por parte de los alumnos, de muchas fuentes de información y disciplinas que son necesarias para resolver problemas o contestar preguntas que sean relevantes. Estas experiencias en las que se ven involucrados hacen que aprendan a usar y manejar recursos tales como el recurso humano, el tiempo y los materiales, además de desarrollar competencias y habilidades académicas, sociales e intrapersonales que están situadas en un contexto significativo para ellos. Muchas veces los proyectos se llevan a cabo fuera de la institución educativa, situación que permite la interacción con las comunidades y el enriquecimiento del aprendizaje de todos los actores partícipes (Monroy V et al., 2015).

El ABP es un modelo que organiza el aprendizaje en torno a proyectos, donde un proyecto es un conjunto de preguntas complejas enfocadas a la resolución de problemas; estos involucran a los estudiantes en el diseño, toma de decisiones y actividades de investigación para dar respuesta diferentes hipótesis generadas durante el desarrollo del mismo. Un proyecto le da a los estudiantes la oportunidad de trabajar de forma autónoma durante períodos de tiempo prolongados y los lleva a desarrollar productos que se acercan a la realidad que les rodea (Thomas, 2000).

Trabajar por proyectos puede reducir la competencia entre los estudiantes ya que esto les permite interactuar de forma colaborativa, más que trabajar unos contra otros, además de despertar en ellos el interés por el aprendizaje, el sentido de la responsabilidad y el esfuerzo (Oviedo, Bernal, Henao, Montes, & Gutiérrez, 2013).

Los proyectos pueden cambiar el enfoque del proceso enseñanza-aprendizaje llevando al estudiante de la simple memorización de hechos, a

la exploración de ideas, la experimentación y por ende a la construcción de su propio conocimiento (Monroy V et al., 2015).

En el ABP la atención se centra en los alumnos como constructores de su propio conocimiento, enmarcado en contexto similar al contexto en el que se aplicarán esas nociones aprendidas. Los estudiantes se motivan a pensar de forma crítica y creativa de manera que ellos mismos puedan contrastar su conocimiento con el de los demás. De igual forma, se incentiva la capacidad de negociación y conciliación como parte importante de la estructura de un equipo que permite a sus miembros la toma de decisiones y la resolución de problemas de forma efectiva y asertiva (Monroy V et al., 2015).

## Una breve historia

Basados en la observación, algunos profesores y padres de familia podrían decir que muchos estudiantes no están motivados para el estudio. Muchos de ellos tienden a asumir que esta falta de motivación no es un problema cuando se refiere los mejores estudiantes y que si, por el contrario, aquellos que no encuentran ningún aliciente en su proceso educativo, se esfuerzan y tratan de aprender, la situación sería diferente y se acercaría de otra forma al estudio. Esto se apoya en investigaciones realizadas en los años 80 y 90 en las que se observó que cuando los estudiantes están desmotivados, son menos propensos al aprendizaje significativo (Blumenfels et al., 1991).

Las observaciones anteriores hicieron evidente para los investigadores educativos que el problema no radicaba en los estudiantes ni en los docentes, sino que este se encontraba, más bien, en el enfoque que se le estaba dando al proceso de enseñanza-aprendizaje. Los investigadores de la época comenzaron a buscar la forma de reestructurar el aprendizaje en el aula, de manera que los estudiantes fueran los protagonistas de su propio proceso con el fin de transformarlo en aprendizaje significativo (Krajcik & Blumenfeld C, 2004).

Las raíces de ABP nacen con la labor del educador y filósofo John Dewey (1959); él argumentó que los estudiantes desarrollarían un interés personal

en su proceso de aprendizaje, si eran involucrados en tareas y problemas que emularan lo que los profesionales deben hacer en situaciones del mundo real. Basados en el aprendizaje de las ciencias como medio para la implantación del ABP, se pueden reunir cuatro principales estrategias para la comprensión y la adquisición de conocimiento significativo: construcción activa, el aprendizaje situado, las interacciones sociales y las herramientas cognitivas (Krajcik & Blumenfeld C, 2004):

## **Construcción activa**

El desarrollo de la comprensión es un proceso continuo que requiere que los estudiantes construyan y reconstruyan los conceptos que han adquirido de sus experiencias y sus conocimientos previos. Los profesores y materiales de aprendizaje no son transmisores de conocimiento; por el contrario, los alumnos construyen activamente el aprendizaje a medida que exploran el mundo que les rodea. Observan e interactúan con los fenómenos, realizan conexiones entre ideas nuevas y previas, y trabajan de forma colaborativa para elaborar y construir pensamiento significativo.

En el aprendizaje basado en proyectos los alumnos construyen activamente sus conocimientos al participar en las actividades del mundo real, similares a las que los expertos realizan para resolver problemas y desarrollar artefactos (Krajcik & Blumenfeld C, 2004).

## **Aprendizaje situado**

Las investigaciones han demostrado que el aprendizaje más eficaz se produce cuando este se sitúa en un contexto del mundo real auténtico. Uno de los beneficios del aprendizaje situado es que los alumnos puedan ver más fácilmente el valor y el significado de las tareas y actividades que realizan.

## **Interacciones sociales**

La interacción social es una estrategia eficiente para el proceso de aprendizaje; cuando los maestros, estudiantes y miembros de la comunidad

trabajan juntos en una actividad real, se genera un espacio apto para la construcción de conocimiento significativo. Los estudiantes desarrollan la comprensión de los principios y las ideas a través de compartir, utilizar y debatir con los demás, ayudando a la construcción de sociedad.

## Herramientas cognitivas

Las diferentes herramientas cognitivas pueden profundizar lo que los estudiantes comprenden. Un gráfico es un ejemplo de una herramienta cognitiva que ayuda a los estudiantes a reconocer patrones en los datos. Las TICs pueden considerarse herramientas cognitivas, ya que permiten a los estudiantes llevar a cabo tareas que no serían posibles sin la ayuda de un software. Por ejemplo, las nuevas formas de programas informáticos permiten a los alumnos visualizar conjuntos de datos complejos y los lleva a la adquisición de conocimiento significativo impulsado por la conexión de ellos con las herramientas tecnológicas.

Por lo anterior y según el Instituto Buck para la Educación BIE, por sus siglas en inglés, el aprendizaje basado en proyectos se fundamenta en la educación experiencial y este sugiere:

“La investigación en neurociencia y la psicología ha expandido modelos cognitivos y conductuales del aprendizaje - que apoyan la instrucción tradicional directa - para mostrar que el conocimiento, el pensamiento, el hacer y los contextos para el aprendizaje, están inextricablemente vinculados” (Coffey, 2004).

Puesto que el aprendizaje es una actividad social, los métodos de enseñanza tienen su andamiaje en las experiencias previas de los estudiantes e incluyen un enfoque en la comunidad y la cultura. Por otra parte, debido a que vivimos en una sociedad donde la información y la tecnología están cada vez más al alcance de todos, los docentes deben preparar a sus estudiantes no solo para analizar la información que tienen a su disposición, sino para que ellos sean ciudadanos del mundo. Sobre la base de los avances en la investigación cognitiva y el entorno educativo moderno tan cambiante durante las últimas décadas del siglo XX, el aprendizaje basado en proyectos ha ganado

popularidad gracias al éxito de su implementación no sólo la educación básica y secundaria, sino también en la universitaria (Coffey, 2004).

El Aprendizaje Basado en Proyectos permite que los estudiantes aprendan haciendo y aplicando sus ideas para la resolución de problemas de la vida real. Esta es una forma de enseñanza significativa y se basa en que los estudiantes adquieran una comprensión más profunda cuando construyen activamente su aprendizaje a partir del trabajo colaborativo y experiencial (Krajcik & Blumenfeld C, 2004).

En el ABP los estudiantes se involucran en problemas reales y significativos que son importantes para ellos y que son similares a lo que los científicos, matemáticos, ingenieros civiles, escritores e historiadores hacen. Un aula basada en proyectos permite a los estudiantes indagar, proponer hipótesis y dar explicaciones, discutir sus ideas y trabajar de forma colaborativa para dar solución a problemas del mundo que les rodea. La investigación ha demostrado que los estudiantes en las aulas de aprendizaje basadas en proyectos obtienen puntuaciones más altas que los estudiantes en las aulas tradicionales (Krajcik & Blumenfeld C, 2004).

Cuando el enfoque por proyectos se afianza en el aula, los estudiantes obtienen oportunidades de participar en la resolución de problemas del contexto en el que ellos se desarrollan. Confucio y Aristóteles fueron los primeros defensores del “aprender haciendo”; por otro lado, Sócrates modeló cómo aprender a través de la formulación de preguntas, la investigación y el pensamiento crítico. Todas estas estrategias siguen siendo muy relevantes en las aulas en las que se aplica ABP hoy en día (Blumenfels et al., 1991).

John Dewey, teórico de la educación estadounidense del siglo XX y filósofo, ha respaldado el aprendizaje a través de la experiencia, impulsado por los intereses específicos de los estudiantes. Dewey muestra al estudiante más que como un receptor pasivo (y el profesor como transmisor conocimientos) como el constructor de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje. El estudiante, según la visión de Dewey, es un sujeto activo y él mismo se prepara para el mundo y la realidad que le rodea, a través del trabajo experiencial (Dewey, 1997).

Desde los primeros esfuerzos de los educadores y filósofos a principios de 1990, se han implementado métodos para diseñar mejor los entornos basados en proyectos. Desde entonces se ha resaltado la importancia de seleccionar las preguntas de conducción que pueden ayudar a los estudiantes a alcanzar importantes metas de aprendizaje y la importancia de ayudar a los estudiantes a ver el valor de su proceso. De igual forma, se ha comprendido el reto que imponen las TICs para la integración del ABP y la tecnología (Blumenfels et al., 1991).

El Aprendizaje Basado en Proyectos está creciendo rápidamente y tiene muy buenos resultados en aquellas escuelas donde ha sido implementado. Sin embargo, debido a la existencia de pruebas estandarizadas en las normas educativas y en la rendición de cuentas por parte de las instituciones y profesores ante los entes normativos, la educación tradicional (dirigida por el maestro) prima en muchas ocasiones. Por esta razón hay una necesidad inminente de promover la investigación en ABP y de construir una base de conocimiento que será accesible y útil para las personas en el área.

Por lo anterior, se hace imprescindible comprender cuáles son los fundamentos constructivistas del ABP que permiten a los profesores reflexionar sobre los objetivos de la enseñanza, la organización de un ambiente de aprendizaje y las estrategias y métodos pedagógicos adoptados para promover el aprendizaje significativo. En última instancia, como maestros, debemos entender que el potencial de aprendizaje que se alcanza durante un proyecto o actividad es fundamental y determinante para nuestra práctica y la adquisición de aprendizaje significativo en nuestros estudiantes.

## Referencias bibliográficas

Blumenfels, P., Elliot, S., Marx W, R., Krajacik S, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26, 369–398.



- Coburn, W. W. (1993). Contextual Constructivism : The Impact of Culture on the Learning and Teaching of Science. *Western Michigan University ScholarWorks at WMU*, 1(1), 1–32.
- Coffey, H. (2004). Project Based Learning | BIE. Recuperado de October 11, 2015,; <http://www.learnnc.org/>
- Coria, J. M. (2009). El aprendizaje por proyectos: Una metodología diferente. *Aprendizaje, El Escolar, Educativa-Red*, 1–8.
- Dewey, J. (1997). *How We Think*. Recuperado de <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=zcvgXWlpaiMC&pgis=1>
- Grant, M. M. (2002). Getting a grip on project-based learning: Theory, cases and recommendations. *Meridian: A Middle School Computer Technologies Journal*, (1), 83. Recuperado de <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/project/meridian/win2002/514/project-based.pdf>
- Hitt, J. (2010). *Problem-Based Learning in Engineering*. States Military Academy, 8.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld C, P. (2004). *Project-Based Learning*.
- Monroy V, R., Bernal P, M., Coy P, E., & Bernal D, A. (2015). *Nuevos retos y enfoques para la enseñanza de la ingeniería civil vol. 1*. ISBN 978-958-58114-7-8. Bogotá.
- Oviedo, H. C., Bernal, M., Henao, C. R., Montes, A., & Gutierrez, G. T. (2013). *PEC 3 Aprendizaje Mixto Grupo 2*. Recuperado de <http://aprendizajemixtogroupo2.wikispaces.com/0>.
- Popkewitz, T. S. (1998). Dewey, Vygotsky, and the Social Administration of the Individual: Constructivist Pedagogy as Systems of Ideas in Historical Spaces. *American Educational Research Journal*, 35(4), 535–570. <http://doi.org/10.3102/00028312035004535>

Thomas, J. W. (2000). a Review of Research on Project-Based Learning. Learning, 94903, 46. <http://doi.org/10.1007/s11528-009-0302-x>

# El Aprendizaje por Proyectos en la Ingeniería

Edgar Ricardo Monroy Vargas<sup>2</sup>  
Sharel Alexa Charry Ocampo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ing. Civil. Esp. Docencia Universitaria. Esp. Gestión para el Desarrollo Empresarial. Esp. Gerencia de Instituciones de Educación Superior. Ph.D Ingeniería.

<sup>3</sup> Ing. Ambiental Universidad Antonio Nariño



## Introducción

El Ingeniero Civil del mañana, definitivamente tiene una concepción del mundo distinta al Ingeniero de ayer. Con el auge de las comunicaciones la contemplación de la realidad se hace a velocidades muchas veces impensables donde solo basta presionar un ENTER, y ya. Esta tarea aparentemente tan sencilla, aplicada a la ingeniería civil, requiere del enlace con algunos procesos de enseñanza–aprendizaje propios del ejercicio de la educación, especialmente de la superior para la obtención de buenos resultados. Este profesional de la Ingeniería acusa una formación global e interdisciplinaria que encuentra una respuesta favorable en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos; ello le permite abordar distintas problemáticas reales con diversas posibilidades de solución, que son ciertamente las condiciones propias de la vida profesional, que valga la pena decir, se trasladan al aula en aras de enfocar acertadamente el ejercicio de la profesión desde la escuela. Este esquema de Aprendizaje por Proyectos –ApP, más que ser una metodología, representa en sí un estilo, una razón de ser para continuar aprendiendo pues en la medida que el estudiante y maestro posibiliten desde la academia verdaderas transformaciones sociales, su espíritu creador empinará sus bondades para que desde allí, fuljan en todas direcciones y en todo tiempo, soluciones prácticas a problemas latentes que por supuesto, propenderán por mejores niveles de vida para la comunidad en general.

## Generalidades del Aprendizaje por Proyectos

Desde hace décadas las instituciones académicas encontraron carencias en la capacidad de los profesionales y estudiantes para resolver problemas reales. Es ahí donde surge el ApP como una metodología de instrucción basada en la corriente pedagógica constructivista que evolucionó con los procesos desarrollados por Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget y John Dewey (Hutchings & Standley, 2004; Karlin & Viani, 2001; Moursund, 1999). El constructivismo considera en sus principios que el estudiante es un ente activo durante todo el proceso de aprendizaje y es el responsable de construirlo por sí mismo (Huerta & Cerezo, 2007; Spinel & Ortiz, 2003), estableciendo que el aprendizaje debe empezar por ideas a priori o experiencias previas que conducen a la creación de esquemas; los esquemas a la generación de modelos mentales que a su vez sirven para relacionar, seleccionar, organizar, interpretar y almacenar información. Esto permitirá la creación de múltiples perspectivas e interpretaciones de su entorno. (Castillo, 2008; Coll, 2008; Requena, 2008).

El aprendizaje es el fin último de la educación y este es resultado del trabajo que realiza un estudiante al resolver un problema o llevar a cabo un proyecto. La comprensión de un problema en específico se hace crucial para plantear un proyecto, por lo que se ha venido cambiando la metodología tradicional por nuevas formas de enseñanza. (Alcober, Ruiz, & Valero, 2003; Font Ribas, 2004).

Los orígenes de esta metodología se remontan a Canadá de mediados de los 60. Los precarios problemas de salud, consecuencia de factores ambientales, sociales y económicos eran abordados deficientemente por los respectivos profesionales quienes estaban en la obligación de adquirir conocimientos, competencias y habilidades que se adaptaran a las necesidades propias de su entorno. Luego se extendió a otras profesiones (jurídicas, empresariales e ingenierías) llegando a Europa en los años 70 (Font Ribas, 2004). Las nuevas universidades empezaron a enfocar el aprendizaje en países como Dinamarca, Holanda y Suecia. Sin embargo,

no fue hasta los años 90 que se replantearon los fundamentos o principios teóricos (Font Ribas, 2004; Kolmos, 2004).

El ApP desarrolla en el estudiante capacidades tales como el trabajo en equipo, el aprendizaje autónomo, la planificación del tiempo y la capacidad de expresarse de forma adecuada. Ahora bien, presenta también inconvenientes porque en ocasiones algunos conocimientos se trabajan de manera superficial siendo uno de los retos para los docentes que lo aplican (Alcober, Ruiz, & Valero, 2003). Otros de los retos de los docentes se centra en la motivación de los estudiantes y el fomento del uso de estrategias cognitivas complejas (Blumenfeld et al., 1991). Esta reflexión evidencia que el rol del docente cambia de instructor y evaluador, a orientador y facilitador de los procesos de aprendizaje.

Los docentes tienen el compromiso constante de fortalecer y replantear los modelos pedagógicos y los contenidos curriculares, por la necesidad de formar estudiantes con capacidad de solución de problemas, habilidades comunicativas y habilidades en sistematización de información. (Secretaría de Educación Pública, 2006).

## Tipos de Proyectos

Los proyectos son instrumentos importantes con escala de tiempo diferentes en el proceso de aprendizaje. Pueden funcionar como réplicas de situaciones profesionales reales, en donde los estudiantes planean, implementan y evalúan aplicaciones en el mundo real más allá de la clase (Gallego, 2006).

El término “proyecto”, en el ámbito educativo, data del siglo XIV, pero desde el siglo XIX hace parte esencial de la pedagogía en el campo científico; ajustándose a las diferentes realidades educativas y a los aportes tecnológicos. (Pires, Rosales, Marulanda, & Delgado, 2011). Grabher (2004), define los proyectos como una organización temporal que combina de manera sistémica el conocimiento para cumplir con una tarea específica. Son rutinas establecidas que proporcionan recursos clave de experiencia.

Los proyectos se usan para llevar a cabo un conjunto complejo de objetivos. El grado en el que se desarrolla un proyecto depende del tipo de experiencia del grupo e individuo, el tipo de proyecto y la disponibilidad tecnológica; adicionalmente el éxito de un proyecto depende de las maneras como es guiado y organizado (Antoni & Sense, 2001). La planeación de proyectos en las aulas académicas permite a los estudiantes resolver dificultades, favorece el control de la lectura y la escritura, y en general mejora el desarrollo de competencias (Antoni, 2003; Lerner, 2001).

Chandrasekaran et. al (2012), plantea dos tipos de proyectos universitarios que deben contener al menos métodos de investigación, análisis, resultados y conclusiones.

1. Proyectos de la industria: son los basados en actividades propias de la industria. Por lo general este tipo de proyectos pueden ser remunerados o voluntarios, consisten en un componente de investigación importante que empieza desde el estudio de mercado hasta entrevistas o análisis de datos existentes. Los lugares de desempeño pueden ser en el sector público o privado (multinacionales, agencias gubernamentales, pequeñas y medianas empresas). El desarrollo de los proyectos industriales cumple requisitos del cliente industrial así como requisitos académicos de la universidad.
2. Proyectos de la comunidad: estos proyectos permiten ampliar el aprendizaje y experiencias del estudiante fuera del ámbito académico y se enfocan en grupos desfavorecidos, con necesidades básicas importantes y/o comunidades integradas por población vulnerable, etc. Los proyectos de la comunidad estimulan habilidades en los estudiantes como el trabajo en equipo, la comercialización, la coordinación y creación de redes así como la supervisión entre otras.

En el primer Taller de Actualización sobre los Programas de Estudio 2006., Reforma de la Educación Secundaria elaborado la Subsecretaría de Educación Básica pública en Argentina, se plantean tres tipos de proyectos:



1. Proyectos científicos: se realizan indagaciones descriptivas o explicativas sobre fenómenos naturales, como por ejemplo proyectos de colección de minerales, de muestras de calidad de agua, muestras de corrosión de materiales estructurales, cambios en la dinámica de recursos hidráulicos por obras infraestructurales (Secretaría de Educación Pública, 2006) (La Cueva, 1998).
2. Proyectos tecnológicos: se desarrolla o evalúa un proceso o un producto de utilidad práctica.
3. Proyectos ciudadanos: como por ejemplo estudio de hábitos nutricionales de una comunidad específica, estudio de las posibilidades recreativas para niños y adolescentes, o la detección de fuentes de contaminación en la periferia de lugares comunitarios o en fuentes hídricas.

## Etapas y Metodología

Diversos autores plantean etapas de realización de un proyecto en el marco del Aprendizaje por Proyectos.

Antoni (2003) plantea seis fases universales que debe seguir el docente para la ejecución del Aprendizaje por Proyectos:

1. Informar
2. Planificar
3. Decidir
4. Realizar
5. Controlar
6. Evaluar

Por otro lado, Badia y García (2006) argumentan que existen 10 etapas para el planteamiento de proyectos:

1. Delimitar el propósito del proyecto, que tendrá que ser un trabajo sobre realidades profesionales existentes que implican procesos de diagnóstico, investigación y evaluación.
2. Formar un equipo de trabajo que comparta una visión integrada de las actividades a realizar.
3. Establecer la metodología de trabajo y un plan de acción donde se diseñen los objetivos específicos y el cronograma, se distribuyan las actividades y se determine la forma de gestionar los recursos.
4. Adoptar normas de actuación como grupo. Es decir, realizar una asignación de roles a través del diseño de estrategias colaborativas necesarias para el trabajo en grupo.
5. Desarrollar el proyecto aplicando estrategias focalizadas en el cumplimiento de los objetivos.
6. Permanecer bajo la orientación del profesor de manera constante buscando apoyo durante el proceso y no sólo para el resultado final.
7. Consensuar las conclusiones y la presentación de los resultados del trabajo.
8. Constituir la estructura de presentación de los contenidos.
9. Elaborar y dar forma al proyecto por escrito.
10. Presentar y defender el proyecto ante un comité evaluador.

## Ventajas

Las ventajas y beneficios del Aprendizaje por Proyectos son los siguientes: prepara a los estudiantes para los puestos de trabajo, aumenta la motivación, hace la conexión entre el aprendizaje en la escuela y la realidad,

ofrece oportunidades de colaboración para construir conocimiento, aumenta las habilidades sociales y de comunicación, incrementa las habilidades para la solución de problemas, ofrece oportunidades para realizar contribuciones en la escuela o en la comunidad, aumenta la autoestima y por último, permite que los estudiantes hagan uso de sus fortalezas individuales de aprendizaje y de sus diferentes enfoques hacia este. (Maldonado Pérez, 2008).

También trae otras ventajas para los alumnos como el desarrollo de competencias, para que los estudiantes aumenten el conocimiento y habilidad en una disciplina o en un área específica, mejoren las habilidades de investigación, incrementen las capacidades de análisis y de síntesis, aprendan a usar las TICs y aprendan a autoevaluarse y a evaluar a los demás etc. (Andrade, 2006).

## Clases de Aprendizaje por Proyectos

Maldonado (2008) expone una estrategia innovadora del Aprendizaje por Proyectos llamada el Aprendizaje Basado en Proyectos Colaborativo (ABPC). El ABPC no solo pretende fomentar el trabajo en grupo, si no que genera interacciones producidas entre los estudiantes, estimula simultáneamente aspectos cognitivos, motrices, éticos y afectivos, y permite trabajar con una pedagogía activa logrando un aprendizaje interdisciplinar en los estudiantes. También sirve como estrategia innovadora para el aprendizaje cuyos estudiantes presentan bajos niveles de curiosidad y motivación. Implementar esta estrategia innovadora de aprendizaje exige a los estudiantes tomar decisiones, proponer soluciones, negociar ideas y construir la propuesta.

Del mismo modo Hutchings & Standley (2004) presentan el Aprendizaje por Proyectos Globales (APG) que utiliza el AP como fundamento. Este implica constituir equipos conformados por personas con diferentes bagajes, idiomas y culturas que trabajan juntos para realizar proyectos auténticos, solucionar problemas y construir relaciones entre socios globales.

## Las TICs y el Aprendizaje por Proyectos

Las TICs se han desarrollado a mediados del siglo XX y son herramientas que pueden llegar a modificar algunos parámetros esenciales de las prácticas de educación formal. Trae consigo ventajas como el fortalecimiento de los procesos cognitivos y da posibilidades de acceso a recursos que utilizan la combinación de herramientas. Las TICs ofrecen desde el Aprendizaje por Proyectos una variedad de herramientas que ayudan a superar barreras de lenguaje, de distancia y de horarios. Tecnologías como sitios Web, videoconferencias y correo electrónico (Hutchings & Standley, 2004).

En la actualidad existen varias aportaciones que dan soporte a la elaboración colaborativa de proyectos expresadas en seis relaciones. En primer lugar la relación de las TICs y el docente puede ayudarlo en el diseño, la implementación y el seguimiento de la elaboración de una actividad.

2. La relación entre las TICs y la interacción educativa del docente y el estudiante, en donde el docente precisará de varios tipos de herramientas tecnológicas para proporcionar ayudas educativas útiles a los estudiantes.
3. La relación de las TICs y el trabajo individual de los estudiantes, así como la interacción educativa entre estos donde se facilitan tanto el trabajo individual como el colectivo.
4. La relación entre las TICs, el estudiante y el contenido; se pueden proporcionar herramientas tecnológicas en relación con el contenido tales como el uso de bases de datos, programas de búsqueda especializada en Internet, programas de clasificación de documentos, procesadores de texto, programas para representar la información, entre otros. La relación de las TICs y el contenido, permite que se desarrollen varias temáticas como recursos de contenido.
5. Por último, la relación de las TICs con el docente y el contenido, ayudan a que el docente cree un conjunto de recursos de contenido que facilite la información necesaria para sus alumnos al igual que ejemplos. (Badia & García, 2006).

Las TICs son herramientas muy útiles, didácticas y activas, ideadas para la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema o un proyecto. (Andrade, 2006).

## Aplicaciones en la Ingeniería y otras áreas

Los profesionales ingenieriles en algunas ocasiones no cumplen con las exigencias modernas de su entorno, es decir con las demandas de los clientes, gobiernos, grupos ambientalistas y el público en general. Por esta razón los ingenieros de hoy deben hacer frente a los continuos cambios tecnológicos y organizativos del lugar de trabajo (Mills, Treagust, & others, 2003).

El Aprendizaje por Proyectos se ha propuesto por muchos como una solución a los problemas de la educación de ingeniería desde distintas áreas. A continuación se presentarán algunas aplicaciones en la educación superior:

Una de las aplicaciones más conocidas ha sido por Woods, en el programa de Ingeniería Química de la Universidad McMaster, en donde es tradición el aprendizaje por problemas, en el departamento de Ingeniería Química, que luego se apoyó en el Aprendizaje por Proyectos. Estas metodologías decidieron implementarse en sólo dos cursos, uno en un nivel de segundo año y el otro en un curso de alto nivel en donde se debe diseñar un proyecto. Los talleres usados han permitido desarrollar la solución de problemáticas, habilidades interpersonales y habilidades de trabajo en equipo. Desde entonces el uso de estas estrategias de enseñanza en proyectos ha sido exitoso. (Mills, Treagust, & others, 2003).

En la Universidad de Monash, Australia, el aprendizaje basado en proyectos ha sido introducido a varios cursos en el departamento de Ingeniería Civil a través de la iniciativa de Roger Hadgraft. Entre 1996 y 1997 el departamento se comprometió a introducir el Aprendizaje por Proyectos y problemas a través de su programa. Este fue Implementado en un curso de Ingeniería de Sistemas, un curso de postgrado en modelación de aguas superficiales y en las aplicaciones de medios informáticos en la ingeniería civil.

En la Universidad de Aalborg se aplica el AP para todos los programas de ingeniería, fuertemente orientada a los problemas de la industria.

La Universidad Central de Queensland ofrece carreras de ingeniería en las áreas de especialización de la ingeniería civil, eléctrica, mecánica y sistemas informáticos. Todos implementado un modelo basado en proyectos.

Algunas de las otras aplicaciones de aprendizaje basado en proyectos en la ingeniería que se han reportado incluyen cursos de Ingeniería Hidráulica en la Universidad de Pensilvania, EE. UU.; diseño en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de Curtin, Australia Occidental, y Aguas Residuales en Ingeniería Civil de Universidad de Griffith, Queensland.

Alcober (2003), publicó la aplicación generalizada de estrategias bajo el contexto del Aprendizaje por Proyectos en la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels, en el programa de Ingeniería de Telecomunicaciones. Este artículo describe los aspectos más relevantes de la experiencia que mostró resultados evidentemente positivos, expresando que la metodología es válida para alcanzar los objetivos docentes y las expectativas de los estudiantes.

Chandrasekaran et al. (2012) publicó un enfoque que refleja el comportamiento profesional de las carreras de ingeniería que usan el aprendizaje basado en proyectos para el diseño de soluciones a problemáticas. Por ejemplo, en la Universidad de Deakin lo estudiantes parten de experiencias en industrias reales para desarrollar sus proyectos. Como conclusión, el aprendizaje a través de proyectos obtuvo un efecto positivo en el conocimiento del contenido por parte del estudiante, fortaleciendo habilidades como la colaboración, el pensamiento crítico y resolución de problemas que aumenta su motivación y compromiso.

Hussein & Nyseth (2005), presentan una experiencia basada en proyectos que podría ser utilizada para mejorar la educación de gestión de proyectos para estudiantes de ingeniería. Pires, Rosales, Marulanda, & Delgado (2011), publicaron la transformación curricular del programa de ingeniería eléctrica de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad del Zulia (Maracaibo, Venezuela) aplicando la estrategia de Aprendizaje por Proyectos. Los resultados revelaron alta motivación de los docentes en la atención, la formación de actitudes y valores de los estudiantes.

Aunque la mayoría de aplicaciones expuestas tuvieron resultados comprometedores y gran influencia en los resultados de sus profesionales, algunos autores consideran que el Aprendizaje por Proyectos en la ingeniería aún tiene bajo impacto (Mills et al., 2003).

En otras áreas del conocimiento Morgan (1976) publicó la implementación de la enseñanza a través de proyectos para una escuela de arquitectura, donde los proyectos han sido tradicionalmente dirigidos al diseño. Los propósitos de la metodología desde su implementación favorecieron la aplicación de conocimientos mediante la creación de situaciones, el desarrollo de los conocimientos mediante la presentación del estudiante y la relación con las áreas de conocimiento. Y por último, Batanero, D y Díaz, Carmen (2014), presentan un estudio en donde se utiliza el Aprendizaje por Proyectos en las clases de estadística.

El profesor Carlos Hugo Erazo, Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca, Magister en ingeniería de sistemas de la Universidad Nacional de Colombia y actual docente del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Minuto de Dios, compartió su experiencia académica con fines de fortalecer el presente estudio:

“Las diferentes temáticas en la ingeniería deben trabajarse a través de proyectos, de proyectos reales. Desde mi experiencia como consultor en acueductos del Banco Interamericano, del Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE) y del Instituto Nacional de Salud, y me quedó la experiencia de desarrollar proyectos en diferentes lugares de Colombia. Cuando empecé a ejercer mi cargo de docencia en el planteamiento de la materia de Acueductos decidí abordar un criterio apoyado en el desarrollo de proyectos, es decir propuse a mis estudiantes investigar sobre alguna región cercana en Cundinamarca (veredas, pueblos o comunidades de pequeña población) que tuvieran necesidades sanitarias asociadas con el diseño de acueductos, alcantarillados plantas de tratamiento entre otras. Mi papel como docente pasaba de un rol tradicional a un rol de guianza... Entonces les planteé todo lo que se requería para desarrollar proyectos: las restricciones de los sitios, las especificaciones de los fabricantes de tuberías y los costos, las normas del gobierno, la topografía, la calidad del

agua a suministrar, etc. Sin embargo el cuello de botella era el largo tiempo que demoraba el levantamiento de la topografía del terreno. Lo que hizo entonces, fue aprovechar las ventajas de la tecnología como Google Maps, el uso de drones para tener los levantamientos digitales, y así con base en eso agilizar los proyectos sin tener las restricciones... Lo que se necesita para ser un profesor experto en el Aprendizaje por Proyectos, es haber sido un ingeniero con gran experiencia en lo que se está enseñando porque es allí donde se aprende... desde entonces he enfocado mis materias bajo esta metodología. Los estudiantes en particular han respondido adecuadamente a los retos a los que se enfrentan con cada proyecto. Es bueno y muy práctico porque ellos tienen dos responsabilidades; la responsabilidad de pasar la materia estudiando, y la responsabilidad de cumplirle a la comunidad.”

“Otra situación por resaltar en mi trayectoria en la experiencia basada en proyectos, ocurrió hace aproximadamente dos años cuando el Ministerio de Educación Nacional (MEN) comprometió al Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) en la elaboración de las competencias que deben tener los estudiantes de ingeniería, convocando a una reunión de docentes de programas de ingeniería a nivel nacional. Estando en la reunión realicé un planteamiento basado en la dificultad de los estudiantes en comprender los proyectos, el planteamiento se hizo usando una fotografía que contenía el resumen de la situación de un municipio colombiano terminando con la siguiente frase ¿y aquí que vamos hacer doctor?... Como resultado a mi propuesta terminé elaborando la prueba nacional de ingeniería para diseño de ingeniería para 2012 y 2013, se aplicó a nivel nacional.”

“Si uno quiere hacer ingeniería tiene que hacer proyectos de ingeniería”.

## **Desafíos con la aplicación del Aprendizaje por Proyectos**

El ApP es en la actualidad un método mundialmente aceptado, dados los diversos aspectos positivos que favorecen el aprendizaje basado en procesos investigativos (Thomas, 2000). Algunos de los principales estudios que la sustentan, argumentan el aumento en la satisfacción



y preparación de los estudiantes (Restrepo 2005); el fortalecimiento de las capacidades de trabajar en equipo (Martínez, Herrero, González & Domínguez, 2007); el impulso de habilidades comunicativas que favorecen la motivación del estudiante; el aprendizaje autónomo (Mioduser & Betzer, 2007) y el desarrollo de habilidades que integran un razonamiento crítico (Restrepo 2005).

Las principales dificultades a la hora de implementar el ApP surgen al inicio, en la etapa de implementación del proyecto, es decir, en el punto en que es necesario definir la metodología, seguimiento y control a la misma, manejo de clase, uso de tecnologías y evaluación (Van den Berg, Mortemans, Spooren, Van Petegem, Gijbels, & Vanthournout, 2006).

El cambio en el rol de los estudiantes también representa uno de los mayores retos del ABP debido a la necesidad de cambiar la percepción del estudiante acostumbrado o predispuesto a solo recibir conocimientos y teniendo en cuenta que en la implementación de un ApP es fundamental la participación autónoma del estudiante en la generación de preguntas científicas que le permitan transformar su conocimiento en el desarrollo de proyectos (Krajcik, Blumenfeld, Marz, Bass, Fredericks & Soloway (1998).

Resulta pertinente entender que el ApP está íntimamente ligado al Aprendizaje basado en Problemas, contexto que por ahora no desarrollaremos, pero será motivo de reflexión en futuros trabajos. No obstante, interpretar las relaciones y aplicaciones reales de la concepción de un modelo pedagógico como el Constructivista en Uniagraria, con las distintas estrategias de enseñanza – aprendizaje (ApP), a partir de herramientas tecnológicas como las TIC; aproxima las didácticas y competencias que deben implementarse en los microcurrículos, en la búsqueda de una apropiación efectiva del modelo de profesional que se quiere formar. (Monroy et al, 2015).

Finalmente, lo que pretende el uso de una metodología como el ApP es formar profesionales con liderazgo efectivo. En su libro, *Formación de los Ingenieros Civiles*, Perico (2010) resalta la importancia de fomentar en los ingenieros esta competencia, para lo cual desarrolla todo un estudio de

caso en la Universidad Santo Tomás de Tunja, apoyándose en los postulados previos sustentados por Covey (1997).

## Conclusiones

El Aprendizaje por Proyectos es una alternativa que históricamente ha resultado viable, no obstante, para los profesionales en ingeniería, por ejemplo, existen aún temas críticos que deben ser abordados: la falta de integración suficiente con los temas y prácticas en la industria, la carencia de habilidades de comunicación, la experiencia y trabajo en equipo, mayor inclusión en temas sociales, ambientales, económicos y jurídicos en la realidad práctica que realizará el estudiante; carencia de experiencia práctica y estrategias.

En este orden de ideas, para que el Aprendizaje por Proyectos tenga mayor efecto sobre los estudiantes se deben rediseñar y mejorar los planes de estudio. El currículo deberá tener componentes educativos y didácticos, bajo una directriz constructivista.

Por lo tanto, el Aprendizaje por Proyectos puede ser un resultado parcial para la solución de los problemas críticos de la educación en ingeniería y otras profesiones. Como se puede analizar en la experiencia académica del profesor Carlos Hugo Erazo quien, basado en una debilidad que identificó en los estudiantes de ingeniería, planteó el examen nacional para evaluación de los pregrados de ingeniería civil y afines, apoyado en el Aprendizaje por Proyectos. Él acota que esta metodología se puede aplicar en casi toda la ingeniería civil en materias como hidráulica, vías, estructuras etc.

Según los argumentos anteriores, la metodología por proyectos muestra una visión favorable para el aprendizaje de los estudiantes, puesto que pueden percibir las necesidades de la sociedad y desde ese punto desarrollar proyectos efectivos; es valioso en la medida que los profesionales enfocan sus esfuerzos a desarrollar soluciones para el país, no solo desde los centros urbanos más grandes sino también desde el punto de vista rural.

## Referencias Bibliográficas

- Alcober, J., Ruiz, S., & Valero, M. (2003). Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2001-2003). In XI Congreso universitario de innovación educativa en enseñanzas técnicas. Recuperado de <http://ocw.upc.edu/sites/default/files/materials/15012626/40149-3444.pdf>
- Andrade, A. (2006). Algunas acotaciones sobre el Aprendizaje por Proyectos y las TICs.
- Antoni, M. (2003). Learning between projects: in product development contexts. Linköping: Univ.
- Antoni, M., & Sense, A. J. (2001). Learning within and across projects: A comparison of frames. Recuperado de <http://ro.uow.edu.au/compapers/929/>
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369–398.
- Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TICs en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, 11(2), 171–194.
- Chandrasekaran, S., Stojcevski, A., Littlefair, G., & Joordens, M. (2012). Learning through projects in engineering education. In SEFI 2012: Engineering Education 2020: Meet The Future: Proceedings of the 40th SEFI Annual Conference 2012. European Society for Engineering Education (SEFI). Recuperado de <http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30048241/chandrasekaran-learningthrough-2012.pdf>
- Coll, C. (2008). *Psicología de la educación virtual: aprender y enseñar con las tecnologías de la información y la comunicación*. Ediciones Morata.

Recuperado de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DR\\_kT-50zsRsC&oi=fnd&pg=PA132&dq=teresa+mauri+javier+onrubia+-TIC+Psicolog%C3%ADa+de+la+educaci%C3%B3n+virtual&ots=Nj\\_\\_2Qhkd\\_&sig=AlaDMGVLxC9LRKAIWQPRp9MJbNc](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DR_kT-50zsRsC&oi=fnd&pg=PA132&dq=teresa+mauri+javier+onrubia+-TIC+Psicolog%C3%ADa+de+la+educaci%C3%B3n+virtual&ots=Nj__2Qhkd_&sig=AlaDMGVLxC9LRKAIWQPRp9MJbNc)

Covey, S. (1997). *Los siete hábitos de la gente altamente efectiva*. Barcelona, España. Paidós. Recuperado de: <http://www.dgsc.go.cr/dgsc/documentos/cecaedes/los-7-habitos-de-la-gente-altamente-efectiva.pdf>

Font, Ribas. (2004). Líneas maestras del Aprendizaje por Proyectos. In *Revista interuniversitaria de formación del profesorado* (pp. 79–95). Universidad de Barcelona.

Gallagher, S. A., Stepien, W. J., & Roshenthal, H. (1992). The effects of problem-based learning on problem solving. *Gifted Child Quarterly*, 36, 195-200.

Gallego, M. L. V. (2006). Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24. Recuperado de <http://revistas.um.es/index.php/educatio/article/view/153>

Huerta, H. C., & Cerezo, H. (2007). Corrientes pedagógicas contemporáneas. *Odiseo, Revista Electrónica de Pedagogía*, 4(7). Recuperado de <http://odiseo.com.mx/comment/2468>

Hutchings, & Standley. (2004). *Aprendizaje basado en proyectos globales*.

Karlin, M., & Viani, N. (2001). *Project-based learning*. Medford: Jackson Education.

Kolmos, A. (2004). Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos. In *Educación* (pp. 077–96). Recuperado de <http://ddd.uab.cat/record/1162/>

Krajcik, J. S., Blumendfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredericks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *The Journal of the Learning Sciences*, 7, 313-350.

- La Cueva, A. (1998). La enseñanza por proyectos: ¿mito o reto? *Revista Iberoamericana de Educación*, (16), 165–190.
- Lerner, D. (2001). Leer y escribir en la escuela: lo real, lo posible y lo necesario. Fondo de cultura económica México. Recuperado de [http://mebmt2.com/moodle/file.php/1/moddata/forum/1/2210/Lerner.\\_Leer\\_y\\_escribir\\_en\\_la\\_escuela.pdf](http://mebmt2.com/moodle/file.php/1/moddata/forum/1/2210/Lerner._Leer_y_escribir_en_la_escuela.pdf)
- Maldonado Pérez, M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior *Laurus*, Vol. 14, Núm. 28, septiembre-noviembre, 2008, pp. 158-180 Universidad Pedagógica Experimental Libertador. *Revista de Educación*, 14(28). Recuperado de [http://cetis58.net/media/nfiles/2014/05/user\\_2\\_20140520164346.pdf](http://cetis58.net/media/nfiles/2014/05/user_2_20140520164346.pdf)
- Mills, J. E., Treagust, D. F., & others. (2003). Engineering education—Is problem-based or project-based learning the answer? *Australasian Journal of Engineering Education*, 3(2), 2–16.
- Mioduser, D. & Betzer, N. (2007). The contribution of project-based learning to high achievers' acquisition of technological knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, 18, 59-77.
- Monroy V, R., Bernal P, M., Coy P, E., & Bernal D, A. (2015). Nuevos retos y enfoques para la enseñanza e ingeniería civil. Vol. 1. Bogotá.
- Moursund. (1999). Aprendizaje por proyectos con las TIC.
- Perico, Néstor. (2010). Formación de los Ingenieros Civiles. ISBN 978-958-8561-03-5. Vol 1. Edit. Universidad Santo Tomás. Tunja
- Pires, M., Rosales, C., Marulanda, A., & Delgado, J. G. (2011). Caracterización del oficio del ingeniero docente en la implementación de proyectos. *Revista Educación En Ingeniería*, 6(12), 37–47.
- Requena, S. R. H. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías, aplicado en el proceso de aprendizaje. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 5(2), 6.

Restrego, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas: una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 8, 9-1

Secretaría de Educación Pública. (2006). Antología. In *Primer Taller de Actualización sobre los Programas de Estudio*. Argentina.

Spinel, S. C., & Ortiz, J. C. R. (2003). Prácticas docentes que promueven el aprendizaje activo en ingeniería civil. *Revista de Ingeniería*, (18), 48–55.

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. California: Autodesk Foundation.

Van den Berg, V., Mortermans, D., Spooren, P., Van Petegem, P, Gijbels, D., & Vanthournout, G. (2006). New assesment modes within project-based education the stakeholders. *Studies in Educational Evaluation*, 32, 345-368.

# La formación pedagógica y didáctica de los profesores de ingeniería

Julio César Rivera Rodríguez<sup>4</sup>

<sup>4</sup> M.Sc. Docencia de la Química – U. Pedagógica Nacional. Coordinador de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería - Corporación Universitaria Minuto de Dios.





## Resumen

En la labor del docente universitario de ingeniería subyacen concepciones pedagógicas tanto al interior del aula como fuera de ella. Su identificación requiere de la comprensión y explicación a nivel teórico de elementos y relaciones que conforman el discurso pedagógico que da significado a la práctica profesional. De igual manera, la formación didáctica se desconoce y tiende a ser un híbrido entre lo disciplinar y la formación académica del docente. Estas razones llevaron a hacer una revisión de diversos trabajos nacionales desde el año 2004 hasta el 2013, encontrándose que los aportes de cada uno de ellos son incipientes frente a la problemática de la formación pedagógica y didáctica de los profesores de ingeniería.

## Introducción

En el área de Ingeniería la formación pedagógica juega un papel fundamental, ya que los docentes han de enfocar su labor para que el estudiante adquiera los conocimientos, habilidades y aptitudes necesarias para el ejercicio de su práctica profesional. Es decir, el pilar de conocimientos adquiridos en su formación como profesional que educa en ingeniería integrada con conocimientos de otras disciplinas, será el escenario para mostrarles a los estudiantes la realidad global y los contextos específicos de cada rama de la ingeniería. Su función en el aula se traduce entonces en un proceso de intervención pedagógica mediante el diseño, la puesta en práctica, la evaluación y la reelaboración de estrategias para

la formación de competencias a través del dominio de contenidos, en contextos determinados. La pedagogía va más mucho más allá de enseñar contenidos; esta se ha de posicionar como la oportunidad para que los estudiantes desarrollen una actitud crítica ante los problemas sociales y grupales que inciden en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, e incorporar actitudes favorables al perfeccionamiento permanente de su ejercicio docente. De otro lado, es fundamental resaltar que desde su labor, el docente debe estar en la capacidad de elaborar, analizar y evaluar proyectos curriculares institucionales y de sus procesos de implementación.

Teniendo en cuenta lo anterior se hace necesario, también, hacer énfasis en la formación didáctica de los profesores de ingeniería. En primera instancia es oportuno señalar que la didáctica es una disciplina recientemente incorporada al campo de las ciencias, aproximadamente veinte años, elemento que explica su vigencia en el campo de la ingeniería. La revisión de diversas publicaciones en revistas especializadas muestra que la didáctica ha sido considerada como un área de investigación desde la cual se busca poner en primer plano la especificidad de las relaciones entre la enseñanza y el aprendizaje ligadas a la especificidad del contenido a enseñar desde cada rama de la ingeniería, es decir, realizar la transposición del conocimiento con los estudiantes a partir de situaciones problemáticas que permitan la inferencia, análisis y deducción de las mismas. Desde dichas revisiones, se han acumulado resultados y se han construido teorías que permiten estructurar y repensar sobre los contenidos del currículo. En este sentido se pretende ampliar el espectro para que desde los programas de ingeniería se generen espacios académicos para los profesores, que permitan la construcción del conocimiento y la re significación de la formación didáctica de los profesores de ingeniería.

Desde el contexto nacional se vislumbran publicaciones enfocadas en el proceso de aprendizaje de los futuros profesionales de ingeniería. El fundamento de estas propuestas hace alusión a hechos aislados de la labor docente que se convierten en actividades y no en propuestas fundamentadas desde modelos pedagógicos y didácticos propuestos desde la epistemología del profesor y de su formación como profesional. En este sentido, se resaltan las consideraciones más apropiadas de cada

una de estas publicaciones con la finalidad de dar a conocer sus aportes y alcances. Se enlistan a continuación:

Paipa, et al. (2011), a través de su propuesta sobre la elaboración de currículos en ingeniería, muestra los resultados desde la facultades de ingeniería y de educación de una universidad colombiana. Desde esta propuesta fueron formuladas las principales tendencias en materia de internacionalización desde el enfoque académico-curricular.

Barros, et al. (2009), plantea que la utilización de modelos para el aprendizaje de los estudiantes en ingeniería permite integrar diferentes habilidades para que tengan la capacidad de intervenir efectivamente en una situación organizacional reforzando sus capacidades de observación, concepción e implementación de soluciones de ingeniería.

Por ejemplo, Herrán, et al. (2006) hacen referencia al uso de aprendizaje basado en problemas como una estrategia didáctica y elaboran un escrito que presentan a la comunidad académica interesada en la enseñanza del diseño de ingeniería, compartiendo las técnicas aplicadas y los resultados obtenidos después de la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica para lograr el aprendizaje significativo en los estudiantes.

Jiménez, et al; (2009), hacen énfasis en que la solución de problemas y control meta-cognitivo es una experiencia que emplea métodos heurísticos en situaciones contextualizadas para problemas académicos de circuitos electrónicos, aplicado a estudiantes de ingeniería electrónica e ingeniería biomédica de la Universidad Manuela Beltrán, Bogotá (Colombia).

Carcaño, et al. (2010), hace referencia a los estilos de aprendizaje. En su publicación se refiere a la medición del estilo de aprendizaje de los estudiantes de la licenciatura en ingeniería civil de una universidad de México. La medición se hizo usando el Índice de Estilos de Aprendizaje que ha sido aplicado a estudiantes de ingeniería en varias partes del mundo, encontrándose que la mayoría de los estudiantes tuvieron preferencias hacia las formas de aprender activa, sensitiva, visual y secuencial.

Otra propuesta es la utilización de las alternativas innovadoras para evaluar las competencias en las carreras de ingeniería Castellanos, et al. (2010).

Corchuelo, et al. (2004) en su publicación realiza una aproximación a los procesos de formación de ingenieros teniendo en cuenta las tendencias globalizantes, las políticas de estado, las aspiraciones de las instituciones de educación superior y la problemática nacional. Considera la necesidad de introducir transformaciones curriculares a partir de las concepciones de ciencia y tecnología que se vienen desarrollando en los últimos tiempos y la necesidad de promover una formación para una participación social activa desde el enfoque en los estudios CTS como perspectiva para empezar a proponer soluciones a nuestros propios problemas y desde allí acceder a la globalidad.

Beltrán, et al (2008) caracterizaron las concepciones y prácticas pedagógicas de los profesores que enseñan asignaturas de Ciencias Naturales y Ciencias Humanas en los programas de Ingeniería de dos Universidades Colombianas. Su orientación estuvo enfocada en la descripción de comportamientos en la actividad docente para con base en ellos, inferir las concepciones que subyacen a la labor de enseñanza. La metodología empleada es de carácter cualitativo; las técnicas de recolección de información utilizadas son la observación no participante del profesor en el aula de clase, la entrevista a profundidad y el análisis documental.

El análisis de la información se hizo con la utilización de rejilla y su validación mediante triangulación. Parte de los hallazgos revelan que en la mayoría de los casos, los profesores no son conscientes de sus concepciones y que la relación entre su pensamiento y su acción no guarda coherencia.

Las publicaciones enunciadas anteriormente no muestran aportes frente a la formación pedagógica y didáctica de los profesores de ingeniería. En el contexto internacional, Ayala, (2010) señala que “aunque hay abundante investigación sobre la enseñanza y concepciones de aprendizaje de los estudiantes, hay una escasez de información sobre los futuros profesores de ingeniería” y no refiere sobre la problemática planteada.

Ante esta situación se plantea la siguiente problemática ¿Cuál es la formación pedagógica y didáctica que poseen los profesores de Ingeniería en el contexto nacional?

## Metodología

La construcción de este escrito estuvo basada en la búsqueda de la información a través del Google Academic, SCOPUS, SCIELO e IEEE.ORG. La restricción establecida fue el contexto nacional y tuvo un criterio de inclusión sobre publicaciones posteriores al año 2004. La metodología adoptada es de tipo cualitativo y los resultados de su valoración se muestran a continuación.

## Resultados

Efectuada la revisión de cada una de las publicaciones relacionadas se puede señalar que:

La permanencia y sostenibilidad de los programas curriculares de ingeniería depende en gran parte de la formación recibida de sus profesores. No se puede clasificar ni catalogar quienes fueron formados en el campo de la ingeniería, quienes son ingenieros y si han hecho maestrías relacionadas con la docencia y la didáctica, quienes son formados como licenciados y han obtenido otra titulación como ingenieros, y quienes aparte han adelantado posgrados o cursos de actualización en pedagogía y didáctica.

La formación pedagógica (como el arte de enseñar) para poder transmitir un conocimiento propio de un campo de conocimiento determinado, considera que no basta con transmitir gran cantidad de conocimiento si no se sabe enseñar o en caso contrario, tener una buena metodología de enseñanza sin tener el conocimiento de lo que se va a enseñar.

Un tercer elemento en este asunto se refiere a otros dos tipos de formación que cada uno de ellos posee al obtener su título profesional (Formación

Humanística, Formación Básica o Disciplinar; Formación Tecnológica, Formación Ecológica, Formación Ética, etc). Desde la formación básica se puede señalar que: el nivel académico de la educación superior, el desarrollo de habilidades matemáticas durante los primeros semestres, el desarrollo de competencias laborales, el dominio de un segundo idioma, el manejo de herramientas tecnológicas y la capacidad de resolver problemáticas en diferentes contextos (nacional e internacional) son insumos que permiten determinar el prototipo de profesional graduado en ingeniería.

Desde un pensamiento sistémico se requiere estar al tanto de la sociedad del conocimiento y de la sociedad de la información. Ya el futuro profesor de Ingeniería ha de incluirse en un campo multidisciplinario que no permite fragmentar los conocimientos.

Desde la formación pedagógica de los profesores de ingeniería, el reto fundamental es tener en cuenta que los estudiantes se incorporan a un proyecto de vida a nivel profesional y que el punto de partida es reconocerlos como seres humanos que están prestos a “resolver problemas”.

Los docentes de ingeniería desde su formación didáctica (resolución de problemas), han de inclinar a sus estudiantes hacia la toma de decisiones y las mejores acciones para que puedan dar cumplimiento a los requerimientos solicitados por empresas u organizaciones. En su ejercicio profesional, los docentes deben hacer énfasis en identificar y hacer comprender a los estudiantes las dificultades que pueden encontrar sobre los procesos. Dentro de ellas se pueden señalar: los recursos disponibles, las limitaciones físicas o técnicas, flexibilidad para futuras modificaciones, costos y consideraciones estéticas y comerciales. Se parte entonces de que la comprensión de los obstáculos conlleva a que los futuros ingenieros de la(s) universidad(es) deduzcan cuáles son las mejores soluciones para afrontar las limitaciones encontradas cuando se tiene que producir y utilizar un objeto o sistema. Todo lo anterior, para que al final realicen buenos diseños y busquen la generación de soluciones alternativas.

Los esfuerzos alcanzados por la Asociación Colombia de las Facultades de Ingeniería ACOFI, dentro de su misión de propender por el impulso y el

mejoramiento de la calidad de la educación superior en ingeniería y dentro de su Plan Estratégico, han desarrollado desde el año 2007 un programa de perfeccionamiento docente para los profesores de las facultades, escuelas y programas de ingeniería, el cual se ha denominado Seminario de Formación de Profesores, donde participaron más de 300 profesores de 30 Instituciones de Educación Superior a través de los Módulos desarrollados en diferentes ciudades del país.

Sobre dicho proceso de formación se desconocen los resultados arrojados en la fase de capacitación de los maestros de las IES y los cambios sustantivos en el aprendizaje de sus estudiantes. De igual forma, no se hace referencia a que los métodos utilizados sean replicados como una estrategia pedagógica didáctica de los profesores para la obtención de un aprendizaje significativo con valoraciones altamente relevantes. Si este trabajo ha sido altamente efectivo, el primer interrogante que queda es: ¿Cómo ha influido en el proceso de registro calificado de los programas de cada IES?

ACOFI desde el año 2007 hasta el 2012 ha trabajado cuatro módulos en los cuales han desarrollado los siguientes temas: ¿Qué es ser ingeniero?, Encuentro con la calidad en el aula, Evaluación del proceso de aprendizaje, La informática en el aula, El profesor de ingeniería, investigación e innovación, Factores de calidad en el aula, Metodologías de aprendizaje y conocimiento de los estudiantes, Dinámica curricular, Equipos de trabajo interdisciplinarios en ingeniería, ¿Qué es ser profesor de ingeniería?, Principios para la enseñanza compatibles con el aprendizaje, Innovación e investigación e Impacto de la conectividad y de las TICs en la enseñanza de la ingeniería, El papel del profesor en la formación ética del ingeniero, Evaluación para el mejoramiento, Evaluación de competencias en ingeniería, Caracterización del estudiante de ingeniería”.

Cada uno de los temas señalados en el párrafo anterior hace referencia a los posibles procesos de formación que ha de tener el profesor de ingeniería, como si esto fuera la solución a las diversas problemáticas que hemos de enfrentar en el aula. Realmente, la solución estará en ¿realizar cursos cortos de formación para ingenieros? o ¿será más relevante pensar

en el fortalecimiento de los programas curriculares de Ingeniería a través de líneas de Investigación que mejoren el ejercicio pedagógico de los profesores que forman profesionales de las Ingenierías?, esta nueva posibilidad ¿generará un cambio de paradigma en las direcciones de los programas, en la construcción de nuevos posgrados y la implementación de nuevos currículos correspondientes a las necesidades del país y la de la sociedad?

## Conclusiones

El problema de la formación pedagógica y didáctica de los profesores de ingeniería no se resuelve con seminarios o cursos de formación, este va más allá de las múltiples variables que debe manejar el profesor universitario cuando forma futuros ingenieros en universidades públicas o privadas. Su contexto ha de ser otro, desde la formación básica o disciplinar tendrá que transformar los contenidos programáticos en situaciones problemáticas que conlleven a la resolución de problemas en diferentes contextos.

La inclusión de líneas de investigación en programas de pregrado y/o posgrado que enfatizan en la formación pedagógica y didáctica de los profesores universitarios, posibilita un cambio de paradigma frente a las concepciones con las que se cuenta tanto interna como externamente en los currículos de ingeniería. Esto abre el camino hacia la investigación formativa de los profesionales educados en este campo del conocimiento.

No basta simplemente con la realización de eventos, congresos, seminarios y cursos de actualización para profesores de ingeniería. Se requiere tomar decisiones frente a la política educativa en la educación superior, para transformar y poner en marcha las modificaciones requeridas con miras a la obtención de criterios de calidad desde los programas.

No existen trabajos de investigación, ponencias o publicaciones a nivel de artículos que hagan referencia a la problemática de la formación pedagógica y didáctica de profesores en ingeniería. Se presentan apreciaciones relacionadas con estilos de aprendizaje, metodologías utilizadas, modelos



y técnicas realizadas por los profesores pero no trabajos serios relacionados con esta problemática.

## Referencias Bibliográficas

Ayala, 2010. Work in Progress - Future Engineering Professors Conceptions of Learning and Teaching Engineering. 40th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Octubre 27 – 30.

Barros Ricardo, Ramírez Catalina (2009). Modelo de aprendizaje activo para desarrollar habilidades de identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería industrial. Revista Educación en Ingeniería. No.7.

Beltrán Villamizar Yolima; Quijano Hernández Martha Helena, (2008). Concepciones y prácticas pedagógicas de los profesores que enseñan ciencias naturales y ciencias humanas en programas de ingeniería de dos universidades colombianas. Studiositas. Bogotá.

Solís Carcaño Rómel G.y Arcudia Abad Carlos E. (2010). Estilos de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Civil. Revista Educación en Ingeniería. No.7.

Castellanos González Luis Marcos y Aramis Hernández Arce. (2010). Una alternativa Metodológica innovadora para formar y evaluar competencias a través de proyectos de curso en las carreras de ingeniería. Revista Educación en Ingeniería. No.10.

Corchuelo, (2004). Los procesos de formación de ingenieros. Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa [en línea]. Vol.1, No.1 (Julio- Diciembre de 2004).

Herrán Carlos Alberto y Vega Herrán Carlos Fernando (2006). Uso del ABP como estrategia didáctica para lograr aprendizaje significativo del diseño de ingeniería. Revista Educación en Ingeniería. No.7.

Jiménez Hernández Luis Alexander, (2009). Solución de problemas y control metacognitivo aplicados en el análisis y diseño de circuitos electrónicos. Revista Educación en Ingeniería. No. 7.

Paipa Galeano Luis Alfredo, De Zan Arturo, Parra Moreno Ciro Hernando. (2009). Avances en los procesos de internacionalización de los currículos de ingeniería industrial en Colombia. Revista Educación en Ingeniería. No. 7.

# Estudio sobre el Aprendizaje por Proyectos en la Fundación Agraria de Colombia

Andrés Giovanni Gutiérrez Bayona<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Colombia. M. Sc. Ingeniería – Geotecnia, Universidad Nacional de Colombia. Esp. En Estructuras, Universidad Nacional de Colombia. Docente Titular Uniagraria.



## Introducción

La percepción por parte de los diferentes agentes involucrados en la realización de los procesos es de significativa importancia para identificar las condiciones actuales y necesidades de mejora de los métodos de enseñanza y aprendizaje.

Como mecanismo de recolección de datos respecto a la metodología de Aprendizaje por Proyectos en la Fundación Universitaria Agraria de Colombia, se presenta la encuesta como instrumento para:

- Determinar el nivel de conocimiento sobre la metodología.
- Conocer la existencia de experiencias o procesos en los cuales se haya utilizado la metodología.
- Conocer la percepción de estudiantes y docentes, sobre la implementación de la metodología.
- Determinar el interés en la implementación en un futuro cercano de la metodología.

## Descripción del Problema e Hipótesis

La enseñanza de la ingeniería exige por sí misma una alta creatividad, de tal suerte que toda metodología que apunte a propiciar ambientes de aprendizaje acordes con la dinámica que se vive desde la ingeniería civil, será de vital importancia para la conformación de un verdadero profesional. En ese orden de ideas, el Aprendizaje por Proyectos App resulta ser una prometedora estrategia que se

aplica perfectamente a esta disciplina y que por consiguiente, exige de nosotros los docentes una mayor comprensión en aras de implementarla adecuadamente. Surge entonces una duda: *¿será que los docentes y estudiantes conocen la dinámica de esta metodología App, tomando como caso de estudio Uniagraria?*

Intentaremos contrastar y responder a esta pregunta aplicando un instrumento tipo encuesta que se describe a continuación.

## Metodología - Recolección de datos

La recolección de datos se realizó en el semestre 2015 – II, mediante encuesta aplicada a la mayoría de estudiantes y docentes que cursaron e instruyeron en este semestre materias avanzadas en las líneas de conocimiento en geotecnia y vías del programa de ingeniería Civil de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

La encuesta se realizó a un número de 80 estudiantes y 10 docentes según los criterios definidos anteriormente, a quienes se les conceptualizó sobre la metodología de Aprendizaje por Proyectos y posteriormente efectuó cuestionario con un total de cuatro (4) preguntas según rol de docente o estudiante.

El párrafo de conceptualización reza así:

*“El Aprendizaje por Proyectos (ApP), es un enfoque educativo centrado en el estudiante. Este enfoque cambia de un método de enseñanza que es centrada en el docente a uno donde el estudiante está en la capacidad de llevar a cabo el aprendizaje auto dirigido. En este, el alumno está motivado a realizar investigaciones, integrar lo que aprende y aplicar ese aprendizaje para desarrollar una solución viable a un problema y culminar un proyecto definido. El ApP constituye entonces, un modelo auténtico en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula ”*

Las preguntas No. 1, 3 y 4 del cuestionario realizado, fueron iguales para estudiantes y docentes, presentando respuesta cerrada a cada pregunta, correspondiendo a las siguientes:

1. *¿Usted tiene conocimiento sobre el Aprendizaje por Proyectos relacionado con el párrafo de referencia?*

Respuestas Posibles: *SÍ o NO.*

3. *Usted considera que la importancia de enseñanza mediante la metodología de Aprendizaje por Proyectos en la formación del Ingeniero Civil es:*

Respuestas Posibles: *Alta, Media, Baja o Nula.*

4. *¿Le gustaría aprender más sobre esta Metodología?*

Respuestas Posibles: *SÍ o NO.*

La pregunta No. 2 del cuestionario realizado dependió del rol como estudiante o docente que diligenciaba la encuesta, presentando también respuesta cerrada a la pregunta, así:

### Docente

2. *¿Usted aplica el Aprendizaje por Proyectos en la docencia universitaria?*

Respuestas Posibles: *Nunca, A veces o Siempre.*

### Estudiante

2. *¿A usted le han enseñado el Aprendizaje por Proyectos en las asignaturas de la línea de geotecnia y vías de Uniagraria?*

Respuestas Posibles: *SÍ o NO.*

En la encuesta se detalló que quienes respondieran *NO* a la pregunta No. 1, deberán responder adicional y únicamente las preguntas No. 3 y No. 4.

## Resultados

Conforme a la compilación de datos obtenidos de la encuesta realizada a estudiantes y docentes, se presentan los siguientes resultados de relevancia.

## Resultados encuesta a Estudiantes

A la pregunta No. 1 "¿Usted tiene conocimiento sobre el Aprendizaje por Proyectos relacionado con el párrafo de referencia?", se relacionó que el 78,8% de los estudiantes **no** conocían la metodología de Aprendizaje por Proyectos, frente a solamente el 21,2% de estudiantes que reportaron **sí** conocerla.

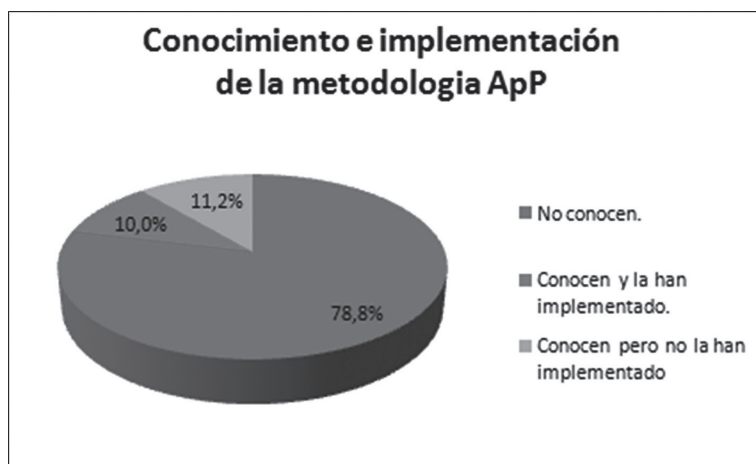


Figura 1. Apreciación de estudiantes a preguntas No. 1 y 2

De quienes manifestaron conocer la metodología de ApP, y respondieron la pregunta No. 2 "¿A usted le han enseñado el Aprendizaje por Proyectos en las Asignaturas de la línea de geotecnia y vías de Uniagraria?", se relacionó que al 47,1% de los estudiantes **sí** le han enseñado a partir de esta metodología, frente al 52,9% de los estudiantes que reportaron **no** haberla implementado en la Uniagraria.

De lo anterior se puede establecer que del total de los estudiantes que diligenciaron la encuesta, solamente al 10% se le ha impartido enseñanza a partir de la metodología de Aprendizaje por Proyectos.



En la figura No. 1, se muestran los resultados gráficos correspondientes a las preguntas No. 1 y No. 2 realizadas a la muestra de estudiantes.

A la pregunta No. 3 *“Usted considera que la importancia de enseñanza mediante la metodología de Aprendizaje por Proyectos en la formación del Ingeniero Civil es:”*, se presentó que el 67,8% de los estudiantes reportó una importancia Alta, el 28,8% reportó una importancia Media, solamente el 3,4% reportó una importancia Baja y no se reportó porcentaje de importancia Nula.

En la figura No. 2, se muestran los resultados gráficos correspondientes a la pregunta No. 3 realizada a la muestra de estudiantes.

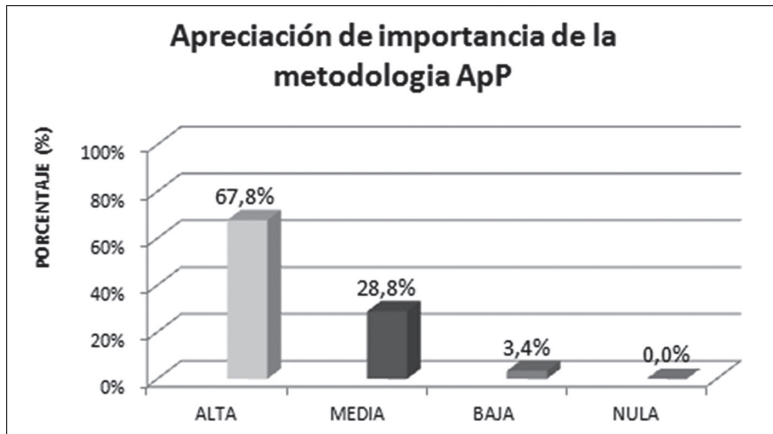


Figura 2. Apreciación de estudiantes a pregunta No. 3

A la pregunta No. 4 *“¿Le gustaría aprender más sobre esta Metodología de Aprendizaje por Proyectos?”*, se presentó que el 96,3% de los estudiantes reportó el deseo de aprender más sobre la metodología, frente a solamente un 3,8% que manifestaron desinterés.

En la figura No. 3, se muestran los resultados gráficos correspondientes a la pregunta No. 4 realizada a la muestra de estudiantes.

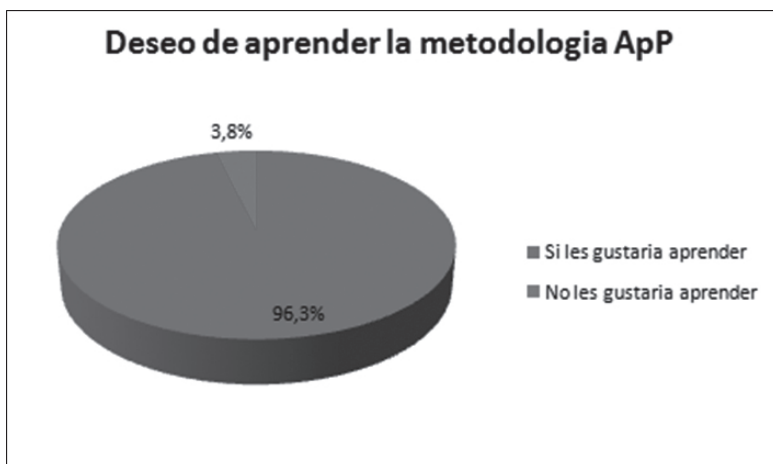


Figura 3. Apreciación de estudiantes a pregunta No. 4

### Resultados encuesta a Docentes

A la pregunta No. 1 *“¿Usted tiene conocimiento sobre el Aprendizaje por Proyectos relacionado con el párrafo de referencia?”*, se relacionó que el 80,0% de los docentes **sí** conocían la metodología de Aprendizaje por Proyectos, frente a solamente el 20,0% de docentes que reportaron **no** conocerla.

Los docentes que manifestaron conocer la metodología de ApP y respondieron la pregunta No. 2 *“¿Usted aplica el Aprendizaje por Proyectos en la docencia universitaria?”*, se obtuvo que la totalidad de los docentes **a veces** implementa la mencionada metodología como apoyo al aprendizaje de los estudiantes.

En la figura No. 4, se muestran los resultados gráficos correspondientes a las preguntas No. 1 y No. 2 realizadas a la totalidad de los docentes.

A la pregunta No. 3 *“Usted considera que la importancia de enseñanza mediante la metodología de Aprendizaje por Proyectos en la formación del Ingeniero Civil es:”*, se presentó que el 50,0% de los docentes reportaron una importancia Alta y el otro 50,0% reportó una importancia Media, sin que se considerara como respuesta una Baja o Nula importancia.

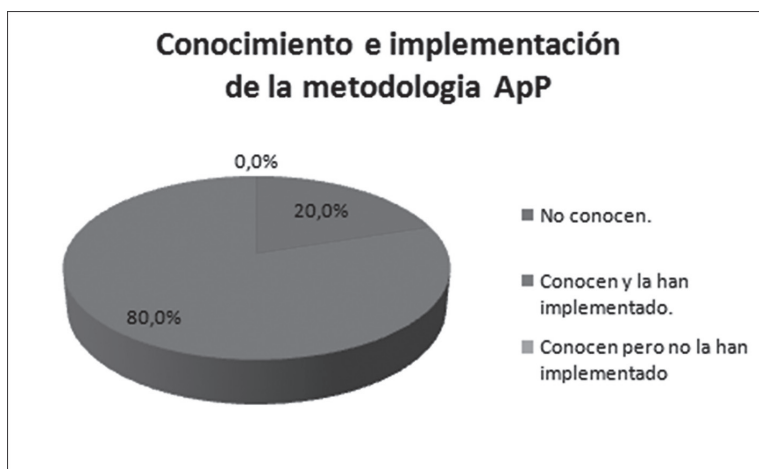


Figura 4. Apreciación de docentes a preguntas No. 1 y 2

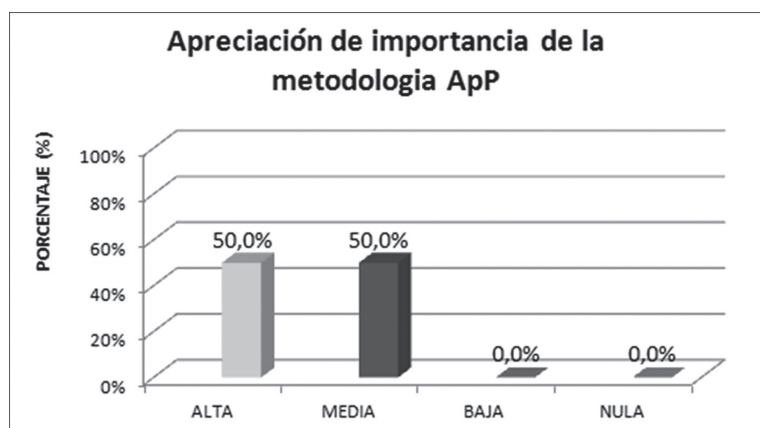


Figura 5. Apreciación de docentes a pregunta No. 3

En la figura No. 5, se muestran los resultados gráficos correspondientes a la pregunta No. 3 realizada a la totalidad de los docentes.

A la pregunta No. 4 “¿Le gustaría aprender más sobre esta Metodología de Aprendizaje por Proyectos?”, se presentó que el 100,0% de los docentes desea aprender más sobre la metodología.

## Conclusiones

Conforme al análisis realizado, se puede establecer que la gran mayoría de estudiantes y docentes consideran necesario adoptar la metodología de Aprendizaje por Proyecto como mecanismo de aprendizaje, debido a la alta importancia que presenta en la relación con el quehacer de los profesionales de la ingeniería civil y profesiones afines.

Por otro lado, se pudo identificar que los estudiantes del programa de ingeniería civil no conocían o no identificaban la metodología como mecanismo de aprendizaje en las líneas de geotecnia y vías. Sin embargo, contrario a la apreciación de los estudiantes, los docentes del mismo programa manifestaron conocerla e implementarla con alguna frecuencia en los cursos.

Finalmente, se presentan apreciaciones contrarias entre estudiantes y docentes respecto a la actual implementación de esta metodología en los cursos de la línea de geotecnia y vías. Esto se entiende desde el desconocimiento de los estudiantes del proceso de aprendizaje que intentan desarrollar los docentes, por lo que se hace necesario una mayor conceptualización del actuar docente para mejorar el aprovechamiento a la mencionada metodología.

## Ficha Técnica

Población Objetivo: Estudiantes y Docentes (Hombres y Mujeres) que estuvieran cursando o instruyendo los cursos avanzados de las líneas de geotecnia y vías en el semestre 2015–B, correspondiente al Programa de Ingeniería Civil de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia

Técnica: Entrevista cara a cara en las aulas de clase de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

Tamaño de la Muestra: 80 estudiantes y 10 docentes.

Momento Estadístico: 1 de octubre – 30 de octubre de 2015.

Financiación: Recursos Propios.

# Aprendizaje por Proyectos. Aplicación en la geología

Efraín Casadiegos<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Geólogo. Maestría/Magister Universidad Industrial de Santander - UIS. Docente Titular Uniagraria.



## Introducción

El aprendizaje basado en proyectos contribuye con el incremento en la motivación de los estudiantes hacia la profundización en el conocimiento de la geología aplicada a la ingeniería civil donde se forman enfoques en las diferentes estrategias de aprendizaje y de trabajo. La preocupación por el deslizamiento de taludes en zonas pobladas, la constante fracturación y deformación de vías principales, el uso adecuado de las cuencas hidrogeológicas para que no sean contaminadas, el conocimiento de las características geológicas de un terreno para ejecución de una obra, son temas que generan la necesidad de formar a los estudiantes de ingeniería civil con un componente en geología. La aplicación de la geología en esta ingeniería ayuda a los estudiantes a formular preguntas esenciales para la búsqueda de soluciones a problemas propios de la disciplina tales como: ¿cuáles rocas son las indicadas para usar como agregados de construcción?, ¿qué factores geológicos afectan la estabilidad de un talud?, ¿cómo se forman los sismos y cómo funciona la sismicidad en Colombia?, ¿cómo los sismos afectan las estructuras de una construcción?, ¿qué tipos de suelo componen un área determinada?, ¿qué técnicas y tecnologías se pueden utilizar para estudiar los suelos o la estabilidad de un talud?, ¿cuáles arcillas son expandibles?, ¿dónde se pueden adecuar pozos para extracción de aguas subterráneas?, cuyas respuestas determinan en gran parte el éxito o fracaso de muchos proyectos.





las placas tectónicas o el cambio de temperatura del fondo oceánico, o de forma rápida y violenta como los huracanes, deslizamientos de tierra o terremotos, que ponen en riesgo las vidas de las personas y por supuesto también las construcciones. Otros eventos, como el cambio climático, también pueden ser progresivos y destructivos. Los deslizamientos de taludes, que por causas geológicas han cobrado cientos de vidas y pérdidas materiales, son un ejemplo de los eventos que han generado que algunas ramas de la ingeniería, como la geológica, la mecánica de suelos y de rocas y la hidrogeología, sean mucho más estudiadas y profundizadas por universidades y grupos de investigación. En estos campos el Aprendizaje por Proyectos (ApP) busca que los estudiantes planteen técnicas de ingeniería que ayuden a mejorar la cimentación, evaluar los esfuerzos y capacidades de los suelos, entre otros factores, que incorporan información y soluciones a las disciplinas de geología aplicada a la ingeniería, mecánica de suelos y mecánica de rocas (Gonzales, et al., 2002).

La geología es una ciencia que parte de las observaciones y experimentos elaborados en campo o laboratorios especiales para manipulación de muestras de roca o suelo (Figura 2). En algunos casos es necesario que el estudiante tenga conocimientos previos en cálculos matemáticos, álgebra, biología, física y química.

El uso de Aprendizaje por Proyectos (ApP) en la asignatura de geología es relativamente nuevo debido a que siempre ha sido una asignatura de orden teórico y memorístico, inclusive para la entrada a la universidad, por esta razón, al enseñarla como una ciencia aplicable a la ingeniería civil permite que los estudiantes se motiven a estudiarla, conocerla y a usarla como una herramienta para la formulación de proyectos cuyo propósito no es otro que resolver un problema o una necesidad.

Desde fuera de las aulas se puede observar en los egresados de la carrera de ingeniería civil, la necesidad de reforzar las competencias de trabajo en equipo, formulación de proyectos y análisis de problemas que encuentran en su profesión, así como la integración de la geología a su entorno laboral.

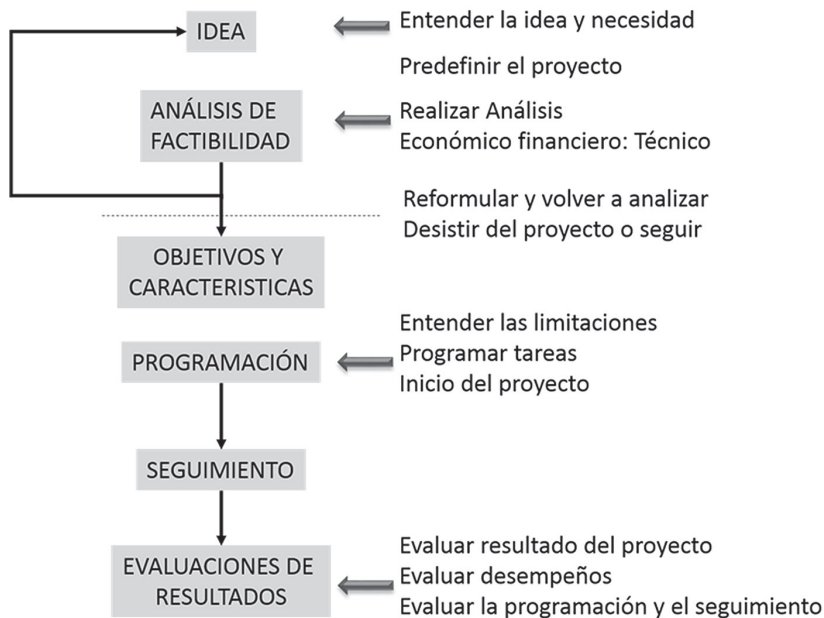


Figura 2. Aplicación del Método Científico usado en el aprendizaje por proyectos, Modificado de (Fadu. UBA, 2002)

## Motivación del ApP a la Geología Aplicada a la Ingeniería Civil

Como diría el físico Theodore Von Karman “Los científicos estudian el mundo tal como es; los ingenieros crean el mundo que nunca ha sido”. Los ingenieros civiles necesitan una perspectiva que les permita crear soluciones de un mundo donde el aumento de la población y el control del manejo de los recursos naturales hace que se generen nuevas propuestas, que no solo apliquen fórmulas matemáticas, sino que analicen también la dinámica del planeta y tengan en cuenta la historia geológica que describe los cambios y eventos abruptos en décadas o millones de años de la superficie terrestre. Estos eventos quedaron registrados en las rocas donde hoy en día se ponen los cimientos de las ciudades o que son usadas como agregados para construcción.

Las montañas fueron levantadas desde hace millones de años y aún hoy se siguen generando esfuerzos que las mueven y que provocan deslizamientos de tierra, que a su vez ponen en riesgo la población, obstaculizan vías, dañan tuberías y cubren viviendas. En muchas ocasiones, por falta de prevención, no se toman las medidas respectivas para que en los siguientes meses o años no se repitan las mismas catástrofes debido a que las personas piensan que son eventos pasajeros. Esto sucede por la falta de información geológica y de propuestas ingenieriles de buena calidad.

A diferencia de la Antigüedad donde los griegos y romanos atribuían a los dioses los eventos geológicos, como la erupción de volcanes, avalanchas y terremotos, hoy en día podemos ir adelante de esos eventos y en algunos casos prevenirlos, pronosticarlos o detectarlos para disminuir los daños.

Los estudiantes de ingeniería civil tienen formación técnica y científica aplicada al desarrollo de soluciones geológicas y ambientales que apoyan a la ingeniería de la siguiente forma (Gonzales, et al., 2002):

- Los estudiantes aprenderán conceptos para situar una obra pública o instalación industrial donde la construcción de un proyecto sea geológicamente segura.
- Ubicación, trazo de una vía de comunicaciones geológicamente estable y favorable.
- Cómo escavar un talud para que permanezca estable (depende de la estratigrafía, el buzamiento de las capas, la porosidad, entre otras condiciones geológicas)
- El tipo de agregados geológicos que se deben utilizar para construir una presa, vía o muros de contención, etc.
- Sobre qué tipo de materiales geológicos se puede poner residuos sólidos, tóxicos u orgánicos.

- Cómo pronosticar, prevenir o controlar riesgos geológicos (deslizamientos, terremotos, etc.).
- Ayudar a los gobernantes a tomar decisiones respecto al plan de ordenamiento territorial teniendo en cuenta los riesgos geológicos.
- Interpretación de imágenes satelitales o aéreas teniendo en cuenta la geomorfología y la respuesta de los materiales rocosos a la luz.

La geología aplicada es la que utilizan los ingenieros civiles para la práctica, en la cual se integran: la información obtenida de campo, el análisis de las muestras de laboratorio y sus resultados, con la idea que tenga el estudiante sobre un problema para proponer una solución acorde a su ingenio y realidad.

## Lineamientos Curriculares

Con el fin de orientar a los estudiantes de ingeniería civil en el proceso pedagógico, los lineamientos curriculares abarcan dos aspectos generales en la enseñanza de la geología: el conocimiento geológico básico que comprende tópicos que incluyen los procesos que influyen en la geología y el conocimiento de la naturaleza (procesos físicos, químicos y biológicos).

Así, el sentido de enseñar la geología se traduce en ofrecer a los estudiantes de ingeniería civil la posibilidad de conocer los procesos geológicos y su relación con las obras civiles, en especial aquellas que tienen gran potencial de afectación de vidas humanas o proyectos. Este conocimiento debe darse de forma tal que el estudiante entienda los procesos evolutivos de las rocas incluyendo el suelo, el agua y el aire, y sea capaz de ejercer control sobre su entorno en forma sensible, humana y responsable, teniendo en cuenta los peligros que puede ocasionar un ejercicio irresponsable de su profesión donde no se omitan factores como la geología y el medio ambiente.

En la figura 3, observamos parte de la práctica que realizan los estudiantes en campo y laboratorio.



Figura 3. Trabajo en Campo (A) que posteriormente es analizada en laboratorio (B)

**Ejemplo 1:** los estudiantes de la asignatura de estabilidad de taludes hacen una salida de campo donde observan diferentes deslizamientos de laderas y analizan los factores generadores de los mismos. En base a las observaciones realizadas llegan a la conclusión de que se necesitan hacer estudios de geología aplicada para conocer la litología, además de la inclinación de las capas y un estudio ambiental donde se debe tener en cuenta la ubicación del material removido, de tal manera que este no afecte la fauna o el suelo. En este caso es necesario que los proyectos propuestos por los estudiantes tengan en cuenta los conceptos técnicos de geólogos e ingenieros ambientales.

**Ejemplo 2:** como es bien sabido por los estudiantes de la asignatura de tránsito y transporte cuando se va a diseñar una vía desde la zona urbana a la rural se debe conocer la litología por donde se va avanzar y analizar la contaminación del aire por fuentes móviles y la producción de ruido, además de la identificación y evaluación del impacto al entorno, derivado de obras de infraestructura de vialidad y transporte. En este caso aparte del Geólogo y el ingeniero ambiental, probablemente se necesita también la colaboración de un trabajador social que le explique a la comunidad el beneficio de las obras y escuche sus dudas.

De esta manera, la universidad actual se concibe de una forma nueva, donde aprovechando el conocimiento común y las experiencias previas de los estudiantes en clase, campo y laboratorio, se construye conocimiento científico aplicado a la ingeniería civil. Estos saberes deben ser socializados y puestos al servicio de la comunidad por medio de proyectos que contribuyan al estudiantado a poner en práctica lo aprendido e involucrarse en la realidad profesional.

## Trabajo interdisciplinario

Una de las principales falencias que se tiene en el Aprendizaje por Proyectos es el trabajo de los estudiantes de ingeniería civil con otras carreras, afines o no. Según el sociólogo Louis Wirtz, la puesta en práctica del conocimiento desde varias disciplinas fue implementada en 1937. La recomendación que se da por los autores de este libro, es que los estudiantes tengan opción de trabajar con estudiantes de otras carreras, donde aprendan a escuchar y entender otros puntos de vista, que pueden terminar siendo enriquecedores si se tiene en cuenta que cada profesional aporta desde su línea de aprendizaje.



*Figura 4.* Estudiantes de la Uniagraria analizando el deslizamiento de un talud. (Cortesía de D. Araujo, estudiante Uniagraria)

Retomando la frase de Theodore Von Karman, **se puede afirmar que** los ingenieros civiles acogen los conocimientos científicos para aplicarlos a la resolución de problemas de su entorno por medio de proyectos (Figura 4).

### **Fin de la resolución de problemas por medio de proyectos:**

- Desarrollar su razonamiento.
- Hacer que el estudiante piense productivamente.
- Enseñarle a enfrentar situaciones nuevas.
- Darle la oportunidad de involucrarse con las aplicaciones de geología.
- Hacer que las clases de geología sean más interesantes y desafiantes.
- Equiparlo con estrategias para resolver problemas.

En la clase de geología se propone a los estudiantes dos tipos de problemas: rutinarios y retadores, para estos últimos el estudiante debe tener claros los conceptos básicos de la geología razón por la cual se realizan después del segundo corte del semestre.

Un problema rutinario puede ser resuelto aplicando directa y mecánicamente una norma que el estudiante no tiene ninguna dificultad para encontrar, la cual es dada por los mismos profesores o por los libros guía. En este caso no hay ningún desafío a su inteligencia, simplemente el alumno adquiere cierta práctica en la aplicación de una regla única al resolver un problema como este. Como ejemplo puede ser que se le pida al estudiante investigar sobre los diferentes agregados geológicos utilizados para la construcción de una obra y sus aplicaciones. Posteriormente el estudiante busca la información y reflexiona, mientras el docente en clase discute con los estudiantes sobre las respuestas que encontraron mientras resuelve las dudas. Con este tipo de problemas se busca aumentar la cantidad y calidad de la participación de los estudiantes en clase.

Un problema retador exige, por parte del estudiante, cierto grado de creatividad y originalidad. Su solución puede exigirle un verdadero esfuerzo, pero no lo hará si no siente que tiene razones para ello.

Un problema retador:

- Deberá tener un sentido y un propósito desde el punto de vista del estudiante.
- Deberá estar relacionado, de modo natural, con objetos o situaciones sociales.
- Deberá servir a una finalidad comprensible para él.
- Le debe gustar el problema que va a resolver, en este caso el docente no debe imponer el problema, sino que este debe partir de las observaciones hechas por el estudiante a su entorno. Ejemplo de este tipo de problemas los veremos más adelante en los casos de estudio.

En la asignatura de geología se les da a conocer el método científico, utilizado para resolver problemas (Figura 2) método científico.

## Integración de estándares curriculares del Ministerio de Educación Nacional con el ApP en Geología

Dentro de la estructura del Aprendizaje por Proyectos (ApP) se propone cuatro subprocesos: construcción y comunicación del conocimiento científico, desarrollo de la capacidad investigativa en geología, desarrollo de la capacidad para resolver problemas en la ingeniería civil y formación ambiental; estos subproductos se abordan desde el *saber* y cómo *saber hacer*.

Estos tres subprocesos se integran en los tres ejes articuladores que plantea el Ministerio de Educación Nacional (Ver figura 5), lo cual permite formación competente en geología aplicada a la ingeniería civil.



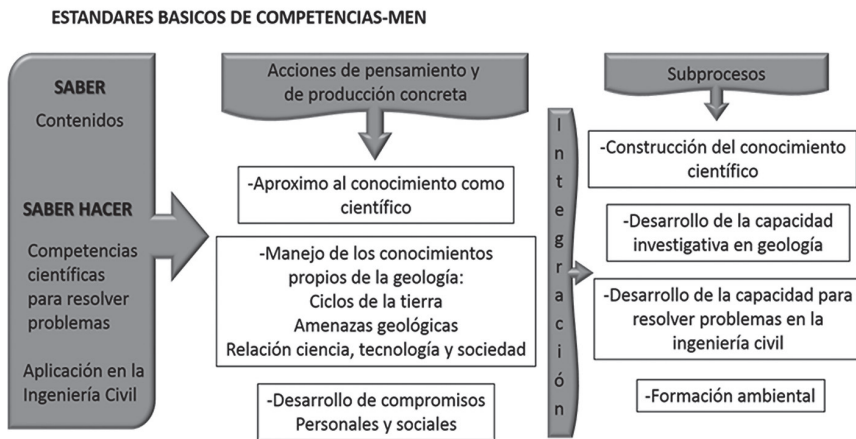


Figura 5. Integración de estándares curriculares del Ministerio del Medio Ambiente con la estructura de la geología aplicada a la ingeniería civil

## Subprocesos

Construcción y comunicación del conocimiento científico: Este proceso se trabaja en clase aprendiendo sobre el método científico, para esto es necesario enseñar conceptos de transformación epistemológica y ontológica arraigada en las estructuras cognitivas de los estudiantes desde la educación superior. Se hace necesario que los estudiantes conozcan el método científico y lo apliquen, la mejor forma de hacerlo es, por ejemplo, pedirles sus observaciones sobre diferentes problemas de la vida diaria y a la vez orientarlos hacia la formulación de soluciones basadas en la aplicación del método científico. Esto implica una nueva forma de organización del conocimiento, que requiere un proceso meta-cognitivo muy particular y una integración jerárquica de nuevos elementos de conocimiento que buscan fomentar la capacidad de generalización y análisis. Para las descripciones y las explicaciones el estudiante debe utilizar conceptos claros y argumentaciones lógicas en el contexto de una teoría científica holística. Los argumentos deben estar sustentados en la comprensión científica de los mismos (Pozo, 1998).

Desarrollo de la capacidad investigativa en geología: Se entiende la capacidad investigativa como una cualidad o característica natural del ser humano para conocer, explorar y dar respuesta a los interrogantes que le plantea su entorno. Es un proceso guiado que permite de manera individual y/o grupal, a través de formulación de hipótesis (predicciones, en estados iniciales del desarrollo) y posteriormente contrastación experimental usando el método científico; acercarse a la problemática en la ingeniería civil, comprenderla, aprender significativamente y desarrollar el pensamiento científico.

El estudiante desarrolla la capacidad investigativa cuando es capaz de plantearse preguntas y transformarlas en problemas científicos (Figura 6). Esta capacidad investigativa lleva al estudiante a aventurar e imaginar respuestas mediante hipótesis sustentadas, diseñar y montar experimentos, realizar control experimental, confirmar sus teorías, probarlas, hacer conclusiones y nuevas preguntas.



Figura 6. Fundamentos científicos para apoyar el aprendizaje por proyectos

Desarrollo de la capacidad para resolver problemas en la ingeniería civil: En didáctica de las ciencias, puede definirse problema como “una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta (resolución del problema) tendiente a hallar la solución (resultado esperado) y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre” (Perales, 2000). De esta manera, la resolución de problemas de la Ingeniería Civil consiste en enfrentar a los estudiantes a situaciones novedosas en las que deben buscar alternativas para responder a un problema específico.

Los estudiantes son capaces de plantear y resolver problemas cuando ante diversas situaciones de la vida, logran entender un problema, desde la perspectiva de la geología aplicada a la ingeniería civil, y lo plantean en términos claros y comprensibles. Esto hace que el estudiante desarrolle destrezas cognitivas y psicomotrices para proponer diversas alternativas mediante pensamientos que impliquen innovación.

Formación de una conciencia ambiental: Fomentar una Conciencia Ambiental en el ejercicio de la geología es un proceso que le permite al estudiante comprender las implicaciones de la construcción de una megaobra cerca de un río o un páramo y cómo estas pueden afectar el medio ambiente y la sociedad.

Es por esto que el estudio de la geología enfocado a construcciones debe resaltar la importancia del uso eficiente de los recursos naturales de tal forma que se convierta en una prioridad en el momento de realizar una obra.

## **Metodología de Aprendizaje por Proyectos usando la geología aplicada**

El Aprendizaje por Proyectos es un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación alrededor de los estudiantes (Blank, 1997; Dickinson, et al, 1998; Harwell, 1997).

El Aprendizaje por Proyectos requiere perseverancia y dedicación por parte del estudiante y el profesor con el fin de que, por medio de modelos innovadores de aprendizaje, logren potenciar las capacidades de autoaprendizaje.

El Aprendizaje por Proyectos en la asignatura de geología contribuye a que los estudiantes profundicen en:

1. Promover una idea de respeto por otras culturas y carreras.
2. Promover el trabajo interdisciplinar.
3. Mejorar o fomentar la capacidad de investigación.
4. Desarrollar el pensamiento crítico.

Los principales beneficios de este modelo de aprendizaje, observados en clase, incluyen:

Los *alumnos participan con motivación*. Se registra un aumento en la asistencia a la clase de geología, mayor participación en clase y mejor disposición para realizar las tareas (Moursund, Bielefeldt, & Underwood, 1997).

Integración entre el aprendizaje en el aula de clases y la realidad. Cuando los estudiantes trabajan en proyectos estimulantes retienen mayor cantidad de conocimiento y habilidades. Los estudiantes ponen su mayor concentración mediante los proyectos que se pueden aplicar al mundo real (Blank, 1997; Bottoms & Webb, 1998; Reyes, 1998).

## Conceptos básicos para el desarrollo de un proyecto

Para la generación de proyectos en el área de la geología, el docente debe generar motivación al estudiante por medio de la conexión de la emoción y la acción, el estudiante debe pensar en un tema que le guste o que le cause curiosidad. Además, según Daniel Goleman (1998), hay dos resultados de las innovaciones creativas a partir de la motivación.

La emoción, el clima de su entorno y el estado de ánimo predisponen a los estudiantes para la acción.

La reflexión sobre un problema en específico, en este caso la aplicación de la geología en la ingeniería civil, permite sacar al estudiante de patrones habituales y dirigir sus esfuerzos hacia un objetivo planteado, estimulando su creatividad.

El docente debe tomar en cuenta tres condiciones para la planeación instruccional del Modelo de Aprendizaje por Proyectos que deben motivar al estudiante y ayudarlo a plantear su proyecto.

- Orientación al estudiante (clases magistrales, prácticas en campo, laboratorio, lecturas extra clase)
- Incertidumbre/riesgos (Se le debe permitir al estudiante plantear proyectos que tengan incertidumbre y/o que tengan riesgos o limitaciones).
- Trabajo en equipo, los estudiantes tienen generalmente grandes falencias en el trabajo en grupo, el cual debe ser máximo de tres personas.

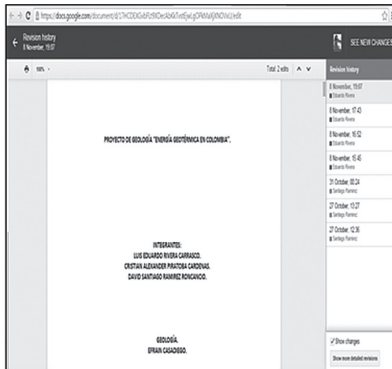
El alumno debe plantear la solución del problema o cuestionamiento, por medio de cinco etapas de desarrollo, donde se planteen estrategias para obtener los resultados favorables.

- Observación
- Análisis
- Planeación
- Diseño
- Construcción

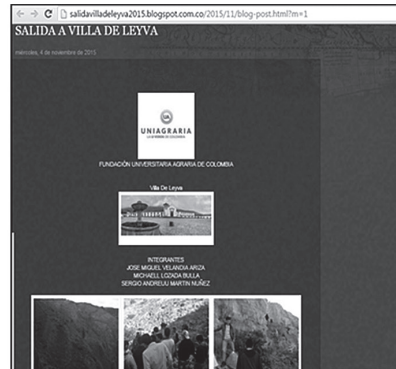
Las tres herramientas clave para el inicio de su trabajo son:

- Población en riesgo
- Información (necesidades por falencia en conocimiento geológico)
- Tecnología (se propone el uso de las TIC: Google, Drive, Google+, Youtube, Blogger, etc).

El docente puede seguir el avance del proyecto de forma interactiva y visible, además de supervisar el progreso del estudiante y darle retroalimentación. Como se ve al lado izquierdo de la figura 7, los estudiantes trabajan en grupos de máximo tres personas, donde a través de la herramienta Google Docs se puede medir el avance del proyecto, realizar control de cambios y supervisar la administración de riesgos y registro. En la imagen derecha de la figura 7, los estudiantes aprovechan su creatividad diseñando un blog virtual de un proyecto realizado en campo.



Google Doc de Google



Blogger de Google

## Implementación del ApP en la geología aplicada a la ingeniería civil

Los estudiantes deben tener claros los objetivos y las dudas deben ser resueltas iniciando la actividad, para que el proyecto se programe y

obtenga los resultados de manera efectiva. El proyecto se puede plantear de diferentes formas, pero en la asignatura de geología se sugiere que contenga los siguientes elementos (Bottoms & Webb, 1988):

Situación o problema: Formulación del problema con la descripción del tema, ejemplo: Colapso del talud contiguo a la banda transportadora que conecta a la cantera con la planta de producción de cemento en Cartagena, Bolívar.

Justificación y descripción del proyecto: Explicación breve del objetivo último del proyecto y cómo solucionaría el problema. Ejemplo: la erosión ocasionada por altos niveles de precipitación y por los cauces cercanos al talud provoca deslizamientos, por lo que ha generado la necesidad de calcular un factor de seguridad para posteriormente crear estructuras de contención, con el fin de mitigar los impactos que se presentan cuando ocurre un deslizamiento o movimiento.

Rubricas de desempeño: Lista de criterios o rubricas que el proyecto debe cumplir, estos estándares deben hacer para cada sistema de entrega (Escrito, oral, visual), ver (Tabla 1).

Tabla 1. Rúbrica para evaluación de presentación de proyectos por video

CATEGORÍA	5 Excelente	4 Bueno	3 Deficiente
Planificación	Los estudiantes planifican de forma independiente y escriben un guión convincente y creativo. Todos los miembros del grupo definen sus funciones y ensayan el vocabulario y lenguaje del video.	Los estudiantes planifican con algo de ayuda y escriben un guión convincente y creativo. Todos los miembros del grupo definen sus funciones y ensayan el vocabulario y lenguaje de los videos.	Los estudiantes necesitan ayuda para escribir el guión. Algunos de los miembros del grupo definen sus funciones y ensayan el vocabulario y lenguaje de los videos pero necesitan que se les recuerde su tarea.

Evaluación: Se debe ser claro en cómo se valora el desempeño de los estudiantes. Para el Aprendizaje por Proyectos, se evalúa tanto el proceso de aprendizaje como el producto final.

Como experiencia en la asignatura de geología los estudiantes analizan problemas en la ingeniería civil donde se debe conocer el tipo de litología, la altura del nivel freático, la variación de las pendientes en una ladera, la ubicación de fallas geológicas, etc., esto despierta el interés en conocer más de la materia, participar y aplicar en un proyecto lo que se ha aprendido.

A continuación se van a describir algunos casos de estudios generados a partir de proyectos de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

– Caso de estudio 1:

Título: Estudio y diseño de la estructura del pavimento de la troncal de carbón sector Puente Molino-Chorrera bajo en el municipio de Samacá, Boyacá (Arias & Muñoz, 2014).

Formulación del problema: El estudiante plantea la necesidad de mejorar la red vial actual que se viene utilizando para el transporte de productos de la actividad minera, como el carbón que es la principal fuente de economía del municipio de Samacá, con el fin de ser utilizada como una vía de comunicación a más sectores de producción en la zona rural del municipio.

Justificación: Con el fin de contribuir de manera notable a la administración municipal de Samacá, Boyacá, para así aportar con nuestros conocimientos y brindar la solución a problemas de ámbito regional y lograr efectos positivos que mejoren la calidad de vida a los habitantes del sector.

Objetivos: Los objetivos ayudan a enfocar las metas que se quieren alcanzar. Para este proyecto el objetivo principal es “realizar el ajuste geométrico y diseño de la estructura del pavimento de la troncal del carbón sector puente molino – chorrera bajo, en el municipio de Samacá departamento de Boyacá”.



Marco Teórico: En el marco teórico el estudiante investiga sobre las características geológicas del área donde se va realizar el proyecto, además de buscar información sobre antecedentes relacionados sobre las características geológicas que debe tener la superficie por donde va pasar la vía y plantear los tipos de análisis geológicos que se deben ejecutar para este tipo de obra. En este estudio los autores describen las diferentes formaciones geológicas, que posteriormente les darán información sobre las propiedades del suelo, la porosidad, fallamientos y minerales, entre otras.

Hipótesis: Los estudiantes basados en la información leída con anterioridad y las visitas a campo, generan una idea de la solución del problema; para confirmar la hipótesis es necesario la toma de datos y muestras que serán analizadas en el laboratorio, con el fin de responder las dudas o por el contrario formular más preguntas. En este periodo el docente basado en su experiencia, ayudará al estudiante a formular las preguntas adecuadas que le permitan encontrar una solución al problema. En términos de geología aplicada a la ingeniería civil, el estudiante particularmente se pregunta: ¿el suelo sobre el que se hará la vía contiene arcillas expandibles?, si las tiene ¿cómo puedo mitigar su daño en la vía?, ¿pasará la vía sobre alguna falla geológica?, ¿se observan laderas al lado de la vía?, ¿qué pendientes tienen?, ¿qué inclinación y que rumbo tienen las capas?, ¿cuál es el tipo de litologías de las laderas?, ¿qué agregados se deben usar para que se le dé mayor compactación y resistencia al suelo para minimizar el desgaste generado por el transporte pesado?.

Percepción e interpretación: Es claro que debido a la cultura, estudios y experiencias, el docente y los estudiantes tienen una percepción diferente de la resolución de un problema. Es importante identificar esas diferencias y que el docente retroalimente al estudiante, sea claro con sus puntos de vista y con los resultados que espera. Se debe apoyar al estudiante a promover y desarrollar sus ideas, siempre siendo claros con las limitaciones y acompañándolo en los obstáculos que se puedan encontrar durante el desarrollo del proyecto.

Con base en los resultados obtenidos en laboratorio, los estudiantes observan que el perfil del suelo explorado es homogéneo en diez puntos explorados, donde el perfil del suelo está conformado por:

- Material de afirmado con 30 cm de espesor.
- Material de color habano con vetas amarillas y oxidación de mediana resistencia clasificada como **CL** arcilla de baja plasticidad.

Con las observaciones hechas en campo y los resultados obtenidos en el laboratorio, el estudiante percibe y da la interpretación de lo que podría ser una solución al problema. Posteriormente el estudiante comparte sus ideas con el profesor, quien guía al estudiante hasta la terminación del proyecto, comunicándole constantemente su experiencia en la búsqueda de resultados.

Continuamente se reevalúan los resultados e interpretaciones obtenidas y se le hace seguimiento a las correcciones dadas por el profesor por medio del Google Doc. Además, se revisa que los estudiantes trabajen en equipo, revisen entre si las actividades que cada uno tenía y se apoyen hasta dar por terminado el proyecto.

## Referencias Bibliográficas

Ariaz, E.D. & Muñoz, I.D. (2014). Estudio y diseño de la estructura del pavimento de la troncal de carbón sector puente molino-chorrera bajo en el municipio de Samacá Boyacá. Tesis de pregrado. Uniagraria.

Bottoms, G., & Webb, L.D. (1998). Connecting the curriculum to “real life.” Breaking Ranks: Making it happen. Reston, VA: National Association of Secondary School Principals.

Dickinson, K.P., Soukamneuth, S., Yu, H.C., Kimball, M., D’Amico, R., Perry, R., et al. (1998). Providing educational services in the Summer Youth Employment and Training Program [Technical assistance guide]. Washington, DC: U.S. Department of Labor, Office of Policy & Research.

Fadu. UBA. (2002). Facultad de arquitectura y diseño arquitectónico. Buenos Aires, Argentina.

- Gonzales, L.I., Ferrer, M., Ortuño, L. & Oteo, C. (2002). Ingeniería Geológica. Pearson, Prentice Hall.
- Tarback, E.J. y Lutgens, F. (2005), Ciencias de la Tierra una introducción a la geología física. Pearson, Prentice Hall. p.p 2.
- Harwell, S. (1997). Project-based learning. In W.E. Blank & S. Harwell (Eds.), Promising practices for connecting high school to the real world. Tampa, FL: University of South Florida. pp. 23–28.
- Moursund, D., Bielefeldt, T., & Underwood, S. (1997). Foundations for The Road Ahead: Project-based learning and information technologies. Washington, DC: National Foundation for the Improvement of Education. Recuperado de <http://www.iste.org/research/roadahead/pbl.html>
- Goleman, G. (1998). La práctica de la inteligencia emocional, Romanvía AVills. S.A, Barcelona, España.
- Perales, F. (2000). Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias. Editorial Alcoy.
- Pozo, I. (1998). Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje Madrid: Alianza Editorial.
- Reyes, R. (1998). Native perspective on the school reform movement: A hot topics paper. Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory, Comprehensive Center Region X.
- Tarback, E.J. y Lutgens, F. (2005), Ciencias de la Tierra una introducción a la geología física. Pearson, Prentice Hall. p.p. 2.



# Aprendizaje por Proyectos. Aplicación en vías, transporte y movilidad

Carlos Javier Obando Gamboa<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Ingeniero Civil, Universidad de Nariño. Esp. Administración de Empresas Constructoras, Universidad de Nariño. M. Sc. Ingeniería Civil – Infraestructura Vial, Universidad de los Andes. Director Programa de Ingeniería Civil Uniagraria



## La motivación como elemento clave para el aprendizaje

En una Institución Educativa se pueden identificar diferentes tipos de estudiantes. Existen aquellos que dedican mucho tiempo a las actividades recreativas, como los deportes y danzas por ejemplo, otros que prefieren netamente lo académico o la participación social relacionada con la vinculación a diferentes grupos de la comunidad: también hay otros que debido a su temperamento tímido simplemente evitan lo académico, lo social y lo recreativo. Sin embargo, con el catalizador adecuado cualquiera que sea la predisposición de la persona, se puede lograr la focalización de esfuerzos y recursos para obtener objetivos específicos. Esta es una manera de concebir la motivación.

La motivación es un fenómeno que puede energizar, dirigir y sostener el comportamiento. Este fenómeno involucra metas y actividad constante. La motivación provee el ímpetu necesario para conseguir objetivos sin importar los esfuerzos.

En ese orden de ideas, la motivación se convierte en uno de los elementos clave para obtener resultados, es un factor tan poderoso que inclusive puede promover sentimientos, afinar gustos, cambiar rutas y generar el entorno adecuado para estar feliz.

El concepto de motivación ha sido utilizado con gran éxito en diferentes áreas, en especial en la administración. Desde principios del siglo XX,

con Frederick Winlow Taylor y Henri Fayol, se detectó que el ser humano respondía a diferentes estímulos, y que estos correctamente identificados y canalizados podían mejorar la producción así como la calidad, es así como se edificaron conceptos como el del “Hombre Económico” y el del “Hombre Productivo”, donde los estímulos eran el salario y el ascenso respectivamente.

La motivación es un elemento poderoso para conseguir metas u obtener resultados pero cada entorno, cada espacio y cada momento requieren de la identificación de la motivación adecuada para conseguir lo que se desea; en ese orden de ideas podemos encontrar muchos tipos de motivaciones, son un ejemplo las siguientes:

- Motivación Incentiva: Esta es una forma de motivación que involucra premios otorgados por la consecución de ciertas metas, estos premios o bonos pueden ser monetarios o no.
- Motivación por miedo: Este tipo de motivación tiene en cuenta las consecuencias. En el ámbito de los negocios, si no se obtiene el resultado esperado esto conlleva a un castigo. El castigo o consecuencia negativa es una forma de motivación por miedo. Este tipo de motivación es muy utilizada en ámbitos educativos e incluso en las empresas. Si se quebrantan las reglas o se falla en la obtención de las metas, habrá una penalización determinada.
- Motivación por logros: Esta motivación se basa en el compromiso que adquiere cada persona frente a sus responsabilidades y desafíos, e involucra el deseo de adquirir destrezas, mejorar el desempeño o competencia. Estos sentimientos están en cada persona, son naturales e involucran un reconocimiento externo.
- Motivación de Crecimiento: Esta representa la necesidad de crecer, por tanto es una motivación interna. Un deseo profundo para incrementar el conocimiento de nosotros mismos y del mundo exterior, puede ser una forma de motivación muy poderosa. Los seres humanos buscamos aprender y crecer individualmente.



- Motivación por ansias de Poder: Esta motivación puede nacer del deseo de tener autonomía o el deseo de controlar a quienes nos rodean. En algunos casos las ansias de poder pueden ser perjudiciales, llevando a las personas a cometer ilegalidades, acciones inmorales o incurrir en comportamientos abusivos. En otras situaciones el anhelo de poder puede ser meramente el deseo de afectar el comportamiento de otros. Las personas simplemente pueden querer que los otros hagan lo que se quiere, en el tiempo y forma que se desea.
- Motivación Social: Muchas personas son movidas por tendencias sociales. Esta motivación se suscita en el hecho de querer ser aceptado en un grupo o comunidad específica. Los seres humanos de manera innata sienten la necesidad de sentirse conectados con otras personas, de ser aceptados y estar afiliados unos con otros. Los seres humanos sienten inspiración cuando se trata de marcar la diferencia en la vida de otros o de contribuir con el mundo que les rodea.
- Motivación Higiénica: Este tipo de motivación depende de los elementos que conforman el medio ambiente laboral. Los factores que dan pie a generar una motivación higiénica no promueven satisfacción laboral, pero la presencia de estos previene la insatisfacción laboral. Son ejemplos de motivación higiénica: El nombre del cargo que se ocupa, la calidad de los escritorios de trabajo, el tipo de papel higiénico y jabón de baño que se utilizan en la empresa, entre otros.

Lo realmente importante en el entendimiento de los diferentes tipos de motivación, radica en la habilidad para determinar cuál de estos es el más efectivo para inspirar a las personas, y a nosotros mismos, para conseguir los objetivos. Ninguno de los diferentes tipos de motivación explicados anteriormente es bueno o malo, lo positivo o negativo del resultado está determinado por la manera en que estos son aplicados.

Es evidente que la motivación adecuada y precisa, no solo incentiva la producción en las empresas, sino también, puede facilitar el proceso de aprendizaje del individuo, pues todos los seres humanos compartimos

innumerables inclinaciones, vulnerabilidades y fortalezas, como todo ser vivo sobre la tierra. Ahora, una pregunta importante para abordar es, ¿qué tipo de motivación es la que un profesor debe aplicar en las diferentes actividades académicas?, es innegable que la población en general se ve afectada por motivadores actuales como la tecnología, video juegos, música, películas, internet, entre otros, por lo que un niño, adolescente o adulto puede pasar horas frente a una pantalla o en contacto con la virtualidad; entonces, ¿por qué estas mismas personas no pueden con facilidad concentrarse en las actividades académicas?

Hoy en día dentro de las razones más importantes para elegir una carrera universitaria, se encuentran la facilidad con la cual se obtiene trabajo en el mercado laboral y la remuneración salarial, en este sentido muchos estudiantes eligen estudiar una profesión en particular por un fenómeno socioeconómico más que por las inclinaciones o gustos personales. Estudiar Ingeniería Civil es atractivo para muchas personas, pues esta cuenta con el mayor índice de empleabilidad en el mundo e históricamente ha estado entre las que mejor se remuneran a nivel nacional y mundial.

Pero las tendencias socioeconómicas no constituyen las únicas razones del por qué estudiar Ingeniería Civil, también se elige estudiar esta profesión porque es la carrera con mayor influencia en el desarrollo del país, porque los proyectos en los cuales están presentes los ingenieros civiles impactan positivamente la calidad de vida de los seres humanos, porque las características de formación de un ingeniero civil hacen que este pueda desempeñarse fácilmente en cargos de alta gerencia y planificación en muchos medios.

Todo ello hace que el estudiante quiera involucrarse dentro de la disciplina misma de la ingeniería civil, de tal manera que llevar a la práctica la teoría e incitar a los estudiantes para que empleen sus conocimientos para solventar problemáticas apegadas a la realidad, constituye en alta medida un factor motivacional importante, lo cual genera en ellos el ímpetu necesario para promover el proceso de aprendizaje y amor por la profesión.

# La base para mejorar la educación en ingeniería civil

Para un Programa de Ingeniería Civil, debe ser trascendental el fomentar la educación integral, de tal manera que lo impartido en las aulas de clase de ninguna manera se supedita al contexto disciplinar, sino que se propenda en alta medida para la formación de seres humanos consientes social y ambientalmente, sensibles y conocedores de la problemática actual regional, nacional e internacional, seres humanos y profesionales preparados para garantizar calidad de vida con respeto y amor en todo ámbito; solo así tendrá sentido desempeñarse en el campo laboral y alcanzar los objetivos de la profesión.

Para ello, en cada aula de clase y tema tratado se deben vincular aspectos importantes como:

- La honestidad
- El respeto
- La calidad
- El compromiso
- La lealtad
- El cumplimiento
- La pro actividad

Cada estudiante debe contar con estos valores de tal manera que en un grupo de trabajo o sistema estos factores colaboren en la obtención de los objetivos. Tales elementos deben ser vistos como dientes de un engranaje, donde cada engranaje corresponde a una persona dentro de la máquina del conocimiento; de esta manera cada engranaje debe tener todas sus partes funcionales, de lo contrario hará que el funcionamiento de la maquina en conjunto se vea diezmado, pues otros engranajes en el mejor de los casos tendrán que suplir las deficiencias de uno o varios que no tienen los dientes en completo uso o simplemente el sistema no funcionará, no producirá nada y el resultado esperado no se obtendrá.



Fuente: Carlos Javier Obando Gamboa, el Autor

Abordando el gráfico anterior se tiene que dentro de un grupo de trabajo estudiantil, cada uno de sus integrantes debe conocer muy bien los valores antes mencionados para trabajar en equipo, pues estos son parte integral del proceso de aprendizaje. A los valores impulsados por los profesores se les debe añadir conocimientos técnicos adquiridos, internet, libros, revistas y demás recursos académicos necesarios para analizar y resolver los problemas planteados, todos con base en objetivos particulares.

La solución dada para cada problema, debe ir más allá del hecho de proponer una alternativa que solvete la problemática planteada. Esta solución debe ser pertinente con la problemática de la comunidad impactada, con los recursos disponibles, con el tiempo, la cultura y la situación social.

De esta manera, la herramienta que mejor configura el gráfico anterior sobre el proceso de aprendizaje, es el método de Aprendizaje por Proyectos, el cual básicamente busca implementar una alternativa educativa que pretende evitar el aburrimiento en los estudiantes. Esta metodología inicia con el planteamiento de un problema desafiante que requiere ser solucionado. Para ello se requiere de un facilitador, quien será

el moderador; un secretario, quien llevará registro de la actividad, y los demás integrantes del grupo. El grupo debe ser multidisciplinario y/o diverso, lo cual abre la puerta para que se dé un proceso activo donde la cooperación y trabajo en equipo sean los parámetros fundamentales para solventar los planteamientos.

Si se adapta la metodología descrita anteriormente, es posible plantear diferentes problemáticas dentro del área de vías, transporte y movilidad, para que estas sean solventas por los estudiantes.

Para iniciar con la implementación del modelo de Aprendizaje por Proyectos, es recomendable seguir los siguientes pasos:

- a. Conformar grupos de estudiantes para el desarrollo de la actividad.
- b. Definir un facilitador y un secretario por cada grupo.
- c. El facilitador establecerá las reglas de intervención.
- d. Dar inicio a la discusión, donde se evalúan variables inherentes al problema.
- e. Identificar las áreas donde se requiere llevar a cabo una investigación más exhaustiva.
- f. Crear un plan para obtener información.
- g. Compartir la información recolectada por todos, lo cual incentiva el aprendizaje en el resto de los integrantes del grupo.
- h. Revisar toda la información y discutir la posible solución en búsqueda de consenso.

Para la aplicación de la metodología descrita, se presentan los siguientes casos iniciando con una pregunta que evocará la solución requerida.

## **Ejemplos específicos en el área de vías, transporte y movilidad**

Estudios sobre este tema han encontrado que habilidades no técnicas como la comunicación, el trabajo en equipo y la solución de problemas, son habilidades que todo Ingeniero Civil debe poseer y mejorar día a día.

Es así que muchas Universidades alrededor del mundo han modificado sus currículos, pasando de un método tradicional de aprendizaje a uno que incentiva el aprendizaje a través de diferentes proyectos de la vida real con resultados muy satisfactorios.

**Ejemplo 1. Vías:** ¿Considera que el Plan 2500 implementado en Colombia entre los años 2005 y 2009, es una muestra de que el Gobierno de Colombia invierte en el sector rural?

El plan 2500 es un programa de infraestructura vial que el Gobierno colombiano planteó en teoría para el desarrollo regional, cuyo objeto es la pavimentación, reconstrucción y/o repavimentación de 3,160 Km de carreteras del orden primario, secundario y terciario a nivel nacional, para propender por la accesibilidad y conectividad de algunas de las regiones más apartadas del país.

El estudiante deberá llevar a cabo la investigación y análisis respectivo para encontrar lo que se explica a continuación.

Este es un caso que sirve para mostrar la diferencia entre una solución común y una solución pertinente. El plan 2500 no consideró en esencia la problemática del campo, su topografía y los materiales cercanos para llevar a cabo las obras, estos proyectos fueron tachados de clientelistas, pues se ejecutaron recursos que definitivamente pudieron ser mejor aprovechados según las necesidades del sector rural.

Son ejemplos de falta de pertinencia en este plan, los siguientes:

Vías terciarias existentes fueron pavimentadas sin hacer ampliación de banca, esto conllevó a que la estructura de pavimento no tuviera el suficiente confinamiento y por tanto esto repercutió en la disminución de anchos de tránsito.

Las vías intervenidas se ubicaban en zonas de topografía escarpada, por tanto las pendientes sobre las cuales había que hacer los trabajos debían ser disminuidas para evitar accidentes. Finalmente, las vías fueron

pavimentadas manteniendo las altas pendientes por lo cual se convirtieron en “resbaladeros de la muerte”.

Dado que los presupuestos fueron estimados con base en estudios y diseños insuficientes o carentes de bases técnicas, en la ejecución de las obras se debió obviar obras de infraestructura necesarias para garantizar la estabilidad de las carreteras.

Las metodologías de pavimentación (asfalto y concreto) empleadas en este plan, no se ajustaron a estudios serios en las zonas cercanas a los proyectos para determinar la existencia de materiales aptos para completar las obras con la calidad necesaria y evitar daños ambientales.

Los niveles de tránsito encontrado en las vías pavimentadas estaba lejos de superar los 200 vehículos por día en ambos sentidos (TPD, tránsito promedio diario).

Dadas las anteriores especificidades, es muy probable que la vinculación de metodologías alternativas de construcción de pavimentos como placa huellas, empedrados y adoquines entre otras, pudo haber sido más pertinente.

**Ejemplo 2. Transporte:** Determinar si la infraestructura de transporte constituida por autopistas, grandes avenidas y carreteras multicarriles son un indicativo absoluto de desarrollo, si su respuesta es afirmativa, indique por qué, de lo contrario, ¿cuál o cuáles serían indicadores claros de desarrollo?

En este caso el estudiante deberá imaginar la realidad del entorno urbano y rural cuando este es intervenido con la implementación de la infraestructura de transporte, pues al existir grandes avenidas, autopistas y demás carreteras, el sonido producido por los vehículos puede llegar a ser ensordecedor. Ancianos, niños, mujeres embarazadas y personas con limitaciones, podrían encontrar con facilidad grandes obstáculos en el desarrollo de la vida diaria.

Generalmente, el medio ambiente se ve vulnerado con la infraestructura de transporte; animales y vegetación son completamente desterrados de

estos espacios. Entonces, si la calidad de vida se ve afectada negativamente, ¿existe en realidad desarrollo?, ¿hay avance o retroceso?

Las anteriores son posibles posturas del estudiante frente a una problemática común, esto ayudará a que el estudiante tome conciencia sobre la afectación del entorno y a debatir sobre la pertinencia o no, de algunas soluciones en infraestructura.

## Recomendaciones

La motivación es un factor clave para conseguir resultados, por lo que, la aplicación adecuada de este recurso conlleva a obtener los resultados esperados. Cada estudiante es un Universo singular, por tanto, el proceso de aprendizaje, el tiempo requerido para ello y la metodología a emplear debe variar. Está entonces en la habilidad del docente la responsabilidad de identificar los factores claves para impulsar los procesos del conocimiento.

El Aprendizaje por Proyectos es un método que se debe centrar en hacer que el estudiante se esfuerce para mejorar su nivel de conocimiento y capacidad de análisis, es la oportunidad para que el estudiante empiece y/o fortalezca la investigación y la adquisición de conocimiento valioso.

Para generar el ambiente adecuado para el empleo del Aprendizaje por Proyectos, se debe proveer al estudiante de autonomía, de tal manera que este pueda construirse cognitivamente y utilice los recursos necesarios para llegar a la solución. En este orden de ideas, el crear un banco de proyectos especiales en las áreas significativas se puede traducir en términos de mejoras en el aprendizaje.

El aprendizaje no es una actividad para espectadores, es claro que los estudiantes no aprenden mucho encerrados en los salones de clase escuchando a sus profesores, memorizando y produciendo respuestas una tras de otra. Los estudiantes tienen que digerir lo que están aprendiendo,



escribir analíticamente al respecto, teniendo como base las experiencias profesionales en la ingeniería, experiencia que debe ser compartida en gran medida por los docentes. En pocas palabras, los estudiantes deben hacer lo que aprenden una parte de sí mismos.

Los procesos de aprendizaje deben ser apoyados por los recursos disponibles, estos son el internet, los diferentes tipos de software, los dispositivos móviles, equipos de laboratorio, libros, fotografías y demás elementos que permiten la fluencia de información.

## Referencias Bibliográficas

Dow Jones-Irwin, (1976). The managerial choice: to be efficient and to be human Homewood, Ill

John Wiley, (1959). The motivation to work, 2nd edition, with Bernard Mausner and Barbara Bloch Snyderman New York.

López-Querol, S., Sánchez-Cambronero, S., Rivas, A., and Garmendia, M. (2015). "Improving Civil Engineering Education: Transportation Geotechnics Taught through Project-Based Learning Methodologies." J. Prof. Issues Eng. Educ. Pract., 141(1).

Coburn, W. W. (1993). Contextual Constructivism : The Impact of Culture on the Learning and Teaching of Science. Western Michigan University ScholarWorks at WMU, 1(1), 1–32.

Grant, M. M. (2002). Getting a grip on project-based learning: Theory, cases and recommendations. Meridian: A Middle School Computer Technologies Journal, (1), 83. Recuperado de <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/project/meridian/win2002/514/project-based.pdf>

Pelech, J. (2008). Delivering Constructivism through Project Based Learning (PBL) James Pelech, Benedictine College. Institute of Learning Centered Education, 1–14.

Perkins, D. N. (1990). What Constructivism Demands of the Learner. *Educational Technology*, 31(9), 19–21. Recuperado de <http://eric.ed.gov/?id=EJ433312>

Popkewitz, T. S. (1998). Dewey, Vygotsky, and the Social Administration of the Individual: Constructivist Pedagogy as Systems of Ideas in Historical Spaces. *American Educational Research Journal*, 35(4), 535–570. <http://doi.org/10.3102/00028312035004535>

Staples Press, (1968). *Work and the nature of man* London.

Railsback, J. (2006). Aprendizaje por Proyectos. EDUTEKA. Traducción Parcial., 1–10. Recuperado de <http://www.eduteka.org/AprendizajePorProyectos.php>

# El Aprendizaje por Proyectos. Aplicación en proyectos ambientales

Yennifer Cufino Marin<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Ingeniera civil. Escuela colombiana de Ingeniería Julio Garavito. MAestría en ciencias del medio ambiente y geomática, Politécnico de Milán. Especialización en construcción sostenible, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Docente titular Uniagraria



*“Dar a los alumnos algo que hacer, no algo que aprender; y el hacer es de tal naturaleza que demanda el pensar; el aprendizaje resulta naturalmente.”*

*John Dewey*

## Introducción

El aprendizaje basado en proyectos es un aprendizaje multidisciplinario que permite a los estudiantes vivenciar el desarrollo de un proyecto real y conocer las áreas que a este competen y de qué manera lo hacen. Hoy en día, el área ambiental es una de las áreas que debe, bien sea por normativa o por responsabilidad, estar presente en la planeación, ejecución, operación y finalización de todos los proyectos; esto por su importancia en el desarrollo de los seres humanos y su relación con el entorno. La ambiental es un área extensa que abarca desde el agua, el aire y los suelos, hasta las plantas, animales y seres humanos. Esta área entonces debe ser explorada por los estudiantes de manera que asimilen y apropien la responsabilidad ambiental que acarrea su labor como profesionales; el estar involucrado en los proyectos facilita la asimilación de dicha responsabilidad y permite al estudiante aplicar los conocimientos adquiridos a proyectos futuros.

## Educación ambiental

La educación ambiental se ha convertido en la herramienta de generación de conciencia y responsabilidad social y ambiental desde temprana edad, promoviendo en los individuos el desarrollo de sus actividades de

manera que se genere el menor impacto posible al medio ambiente y que se protejan los recursos e individuos que lo componen; de acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), “La educación ambiental es un proceso que permite a las personas explorar los temas ambientales, participar en la solución de problemas, y tomar medidas para mejorar el medio ambiente” (United States Environmental Protection Agency, 2015), los estudiantes entonces, se enfrentan a una serie de actividades que les permiten comprender los aspectos ambientales de un proyecto y adquirir los conocimientos necesarios para tomar decisiones adecuadas sobre el mismo en búsqueda de resultados.

El aspecto ambiental es de gran importancia en los proyectos desde la planeación de los mismos, cuando se conciben idealmente con miras a la sostenibilidad y se realizan estudios sobre los posibles impactos que pueden generar al ambiente, ya sean positivos o negativos; la importancia de este aspecto se ha incrementado con el pasar de los años, el agotamiento de los recursos y los daños ambientales irreparables que ha generado la ejecución de algunos proyectos. Lo anterior invita a evaluar los impactos ambientales de un proyecto en todas sus etapas.

La evaluación del impacto ambiental provee mecanismos para la implementación de un desarrollo sostenible y asegura un uso responsable de los recursos naturales al proveer procedimientos analíticos para el estudio de las relaciones entre organismos y su ambiente, en el contexto de proyectos de desarrollo antrópico (Treweek, 1996); así pues se invita a los estudiantes a cuestionarse sobre: ¿qué se está evaluando?, ¿quiénes son los interesados?, ¿quiénes participan?, ¿para qué se evalúa?, ¿cómo se evalúa?, ¿cómo se cuantifica?. En orden de dar respuesta a las anteriores preguntas es necesario que el estudiante sea consiente y sensible ante las repercusiones ambientales que acarrea el proyecto a desarrollar, que tenga conocimiento de las causas y consecuencias de un impacto ambiental negativo o positivo, que desarrolle competencias para la toma de decisiones y ejecución de las mismas, que orienten el proyecto a reducir sus impactos ambientales y a ser un proyecto en lo posible sostenible.

## ApP en el ámbito ambiental de proyectos de ingeniería civil

El Aprendizaje por Proyectos (ApP) está diseñado para involucrar a los estudiantes en la investigación y resolución de un problema real; se busca crear un concepto integral entre diferentes áreas que intervienen en el desarrollo de un proyecto de ingeniería civil, entre las que se encuentra el área ambiental. Esta multi-disciplinaria aunque puede resultar compleja, conlleva al trabajo en equipo y le permite al estudiante participar desde el área ambiental en los procesos de las demás áreas haciéndose partícipe y procurando que el desarrollo del proyecto respete los lineamientos ambientales propuestos en el mismo. El Aprendizaje por Proyectos adicionalmente promueve la responsabilidad del propio aprendizaje y en esta área en especial, la responsabilidad ambiental y en consecuencia la responsabilidad social, ya que el estudiante tiene la posibilidad de vivenciar el desarrollo de su proyecto e identificar los aspectos ambientales que requieren su atención; estos aspectos en general se identifican en visitas de campo, las cuales resultan de mayor agrado y de fácil asimilación para los estudiantes.

La aplicación del ámbito ambiental en los proyectos de ingeniería civil, requiere de unos antecedentes académicos interdisciplinarios y que incluyan conocimiento en el área ambiental, el cual es valioso en la toma de decisiones, concientización y debate sobre la posible afectación que puede generar el proyecto. Adicionalmente requiere de una iniciativa, motivación, capacidad organizacional y responsabilidad ambiental, que le permitan al estudiante resaltar la importancia del ámbito ambiental en el proyecto. El estudiante debe ser consciente de los recursos naturales tales como, energía solar, viento, mareas, aire, agua, tierra, biodiversidad, combustibles fósiles, minerales y tener claridad de su existencia, uso, valor y vulnerabilidad en el contexto en que desarrollan su proyecto.

Los estudiantes deciden de qué manera abordar el problema y proponen las actividades que consideran necesarias para:

- Levantamiento de información de acuerdo a los aspectos ambientales relevantes y de interés, el cual incluirá evaluación de los recursos naturales e impacto a las comunidades aledañas al proyecto.
- Consulta literaria y normativa, esta última ya sea nacional, si existente, o referencias internacionales aplicables.
- Análisis de la información de acuerdo al marco teórico y legal consultados.
- Aplicación de modelos y estándares.
- Observaciones a la aplicación de modelos y estándares.
- Elaboración de diseños a implementar.
- Elaboración de informes del trabajo realizado.

El proceso será guiado y supervisado por un docente que apoyará, más no dirigirá, el proceso de aprendizaje de los estudiantes; al finalizar el proyecto, se evalúa la participación de los estudiantes en el mismo, los conocimientos adquiridos en el ámbito ambiental durante su desarrollo, la reflexión ambiental generada, el trabajo en equipo y la comunicación interna y externa del proyecto.

## Lineamientos Curriculares

En la carrera de ingeniería civil se abarcan tres lineamientos curriculares: sostenibilidad, impacto y problemática ambiental, donde se observan los conocimientos científicos básicos (procesos físicos, químicos y biológicos en el medio ambiente), y se identifican los aspectos en elementos interrelacionados así como la conformación de una organización de esas interacciones entre las actividades hechas por el ingeniero civil en la ejecución de su labor y el medio ambiente, de manera que los sistemas funcionan como un todo con identidad propia (Ministerio de Educación, 1998).

Según el Ministerio de Educación los objetivos y logros básicos en la educación ambiental que se formularon en la Conferencia de Tbilisi en 1977, deben ser internacionalizados con el fin de consolidar valores y actitudes serias de la relación sociedad-naturaleza para las futuras construcciones



sostenibles. Los logros deben ser: la concientización de los estudiantes de ingeniería civil sobre la importancia del medio ambiente y los problemas que trae un mal manejo del mismo; el conocimiento que ayude a los estudiantes y docentes a entender el ambiente y sus problemas asociados; los valores, actitudes y comportamientos para ayudar a los estudiantes a construir normas acordes con la ingeniería civil y la naturaleza, de esta manera motivar a mejorar en la protección del mismo; competencias para ayudar a los estudiantes a identificar, anticipar y resolver problemas ambientales, y participación con actividades encaminadas a solucionar problemas del mismo tipo.

Dentro de los lineamientos curriculares se analiza las causas y efectos que generan los problemas ambientales que no son independientes ni aislados de los proyectos de la ingeniería civil. Se les imparte a los estudiantes en las asignaturas las consecuencias del mal manejo ambiental, los cambios en la naturaleza en caso de no hacer los estudios adecuados o las obras civiles que se pueden realizar para mejorar el medio ambiente. De esta manera, los proyectos de educación ambiental deben identificar las posibles cadenas de causas y efectos que conllevan a situaciones de degradación o de mejora del medio. Los estudiantes aprenden a conocer la integración e interdisciplinariedad que acompañan los estudios ambientales, debido a la complejidad que debe estudiarse desde diferentes disciplinas.

## **Caso de estudio de proyecto en el ámbito ambiental**

A continuación se muestra como un estudiante desarrolló su proyecto en el ámbito ambiental estructurando su conocimiento y generando reflexión a lo largo del desarrollo del mismo.

- Participación en la elaboración del estudio de impacto ambiental para un contrato de concesión minera, para la explotación a cielo abierto de puzolana en un municipio del departamento de Boyacá.

El estudiante cuenta con conocimientos previos del ámbito ambiental. Como primer paso, el estudiante explora el contexto del proyecto, para

crearse una idea del mismo y reconocer el problema, en este proceso de exploración y observación, se hace un levantamiento de información que incluye la actividad principal del proyecto, información y documentación disponible, en especial sobre acciones requeridas por una autoridad ambiental, o del manejo ambiental interno que da o dará el proyecto, en este caso la explotación minera; como metodología de investigación se adopta el método científico.

En la primera etapa, el estudiante hace uso de sus conocimientos previos y define las áreas de recuperación ambiental, las cuales están compuestas por las zonas sensibles a erosión, las áreas vulnerables a contaminación de acuíferos y las que presentan conflictos de uso del suelo; la definición de estas áreas se fundamenta en gran medida en el manejo de sistemas de información geográfica y el análisis de imágenes satelitales, permitiendo al estudiante explorar herramientas computacionales que favorecen el procesamiento de información y la visualización de las áreas de interés y sus atributos, lo anterior se soporta con inspecciones de campo e información secundaria levantada por el estudiante; el estudiante hace una consulta literaria sobre los componentes de zonificación ambiental y una revisión normativa sobre la legislación Colombiana en este aspecto, que le permite procesar la información compilada. Con base en lo consultado se identifican las áreas de recuperación, principalmente los sectores que presentan coberturas de praderas y rastrojos los cuales presentan sensibilidad significativa a la contaminación de acuíferos, así como un importante conflicto de uso del suelo.

Se aplica un balance de masas del proyecto, el cual consiste en definir las operaciones unitarias del mismo, identificar las entradas y salidas en cada operación unitaria, y estimar las cantidades de dichas entradas y salidas a partir de ecuaciones y patrones de rendimiento reportados en la literatura; a partir del balance de masas se identificó que las principales salidas a controlar en el proceso de la extracción de la puzolana son las emisiones de gases y material particulado, en conjunto con la escorrentía superficial.

Una vez procesados los datos con base en un marco teórico y legal, se realiza el análisis de los impactos del proyecto, estableciendo dos escenarios;

el primero mostrando la tendencia del área sin la implementación del proyecto y el segundo con la implementación del proyecto; el estudiante decide hacer uso de la metodología análisis de matrices, utilizando una modificación de la matriz de Leopold; dicho análisis le permite identificar que el desarrollo del proyecto genera impactos negativos de mayor magnitud en comparación a los impactos tendenciales del área sin proyecto; de acuerdo a sus observaciones, el estudiante identifica como mayores impactos las alteraciones al paisaje, la generación de escorrentía superficial con altas cargas de sólidos suspendidos y las emisiones de material particulado y gases.

El análisis de impactos le permite al estudiante el desarrollo de la Zonificación de Manejo Ambiental del proyecto, como aplicación de sus conocimientos y expresión de su criterio ambiental; a partir de esto, define las áreas que son susceptibles a intervención por el proyecto, las que pueden ser intervenidas con algunas restricciones y las que deben excluirse de cualquier intervención por las características de sensibilidad y/o fragilidad ambiental. El estudiante entonces, supervisado por su asesor académico, se encuentra en la capacidad de realizar un análisis de las medidas más apropiadas para implementar en el proyecto como Plan de Manejo Ambiental, realizando una serie de cálculos y diseños al detalle de medidas de manejo para las aguas de escorrentía superficial y barreras rompe vientos. Finalmente en la sección del plan de seguimiento y monitoreo se establecen los objetivos del mismo y se formula una batería de indicadores a utilizar para realizar el análisis del desempeño ambiental del proyecto durante su funcionamiento. (Orduña, 2011)

Con lo anterior el estudiante culmina su proyecto habiéndole dado seguimiento desde su concepción, desarrollo y evaluación de la efectividad de las decisiones tomadas en el mismo; es un proceso en que se aplican conocimientos previos y se desarrollan conocimientos nuevos, a partir de la investigación y aprendizaje generados por la necesidad de dar solución a un problema de un proyecto que se debe llevar a cabo y que demanda la evaluación de los posibles impactos por su desarrollo. Así mismo, el estudiante busca una serie de herramientas que le permitan valorar el

aspecto ambiental del proyecto y formula alternativas y soluciones para reducir el impacto generado.

## Referencias bibliográficas

Ministerio de Educación Nacional, (1998). Lineamientos curriculares: Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Bogotá, Colombia.

Karin, M.A., (2015). Project Based Learning of Environmental Engineering: A Case Study. Estados Unidos: American Society for Engineering Education. Seattle, WA.

Orduña, A. (2011). Participación en la elaboración del estudio de impacto ambiental para el contrato concesión minera No. JAT-15091 para la explotación a cielo abierto de puzolana, en los municipios de Tuta y Paipa, Boyacá. Bogotá.

Treweek, J. (1996). Ecology and environmental impact assessment. Journal of applied ecology, 9.

United States Environmental Protection Agency. (2015). EPA. Recuperado de [www2.epa.gov](http://www2.epa.gov)



---

LA EDICIÓN, COMPOSICIÓN, DISEÑO E IMPRESIÓN DE ESTA OBRA  
FUERON REALIZADOS BAJO LA SUPERVISIÓN DE  
ENTRELIBROS E-BOOK SOLUTIONS

2016

[www.entrelibros.co](http://www.entrelibros.co)

# Ingeniería Civil

