



# Los ingenieros docentes y el medioambiente

Artículo de reflexión

---

**Néstor Rafael Perico-Granados**

Universidad Santo Tomás, seccional Tunja  
nestor.perico@usantoto.edu.co

---

**Néstor Rafael Perico-Martínez**

Universidad de los Andes  
nestor.perico@uptc.edu.co

Recibido: octubre del 2014  
Aprobado: febrero del 2015

## Resumen

En este artículo se presenta una propuesta para la formación de docentes y estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja, mediante procesos didácticos. Se busca promover el compromiso con la pedagogía y la didáctica, así como la responsabilidad con el medioambiente. El proyecto pretende la transformación de los sujetos y producir cambios en los procesos educativos, para generar actividades de reflexión, apropiación y nuevas acciones de acuerdo con el proceso de “aprender haciendo”. Con la metodología de investigación-acción participativa en educación se formulan propuestas de formación docente y estudiantil, y luego se presentan resultados parciales del proceso de la investigación que se está desarrollando. Finalmente se da cuenta de la principal didáctica utilizada sobre el método por proyectos.

**Palabras clave:** Formación de docentes, aprender haciendo, formación de estudiantes, pedagogía

## Abstract

A proposal for the formation of teachers and students in didactic processes at the Faculty of Civil Engineering University of St. Thomas, in the city of Tunja is presented. The goal is to promote the commitment to pedagogy, didactics and the responsibility with the environment. The project aims at the transformation of subjects and to produce changes in education activities to generate reflection, appropriation and new actions in accordance with the process of “learning by doing.” With the methodology of participatory research-action in education, new proposals are formulated in the formation of teachers and students. Finally, preliminary results are presented about the main didactic method used for projects

**Keywords:** teacher formation, learning by doing, student formation, pedagogy

## 1. Introducción

En este artículo se presentan los principales resultados de un proceso de investigación que ha intentado, mediante la investigación-acción participativa, impulsar mejores prácticas educativas desde lo pedagógico y desde las didácticas que se están desarrollando en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja. Se promueve que haya una mejor comprensión de los fines de la educación, para que se forme un mejor ser humano, y ello implica privilegiar la formación del sujeto y luego la del profesional. Igualmente, se han venido buscando nuevas y mejores didácticas que permitan la reflexión en el aula y promuevan aprendizajes más efectivos.

Con didácticas que permitan la cercanía con los estudiantes, mediadas por el respeto, se consiguen resultados mejores y los estudiantes construyen sus conocimientos con más entusiasmo. Si el docente tiene clara su misión y siempre le pone sentido a su trabajo, lo disfruta y lo optimiza, entonces el estudiante va aprendiendo con el ejemplo. Igualmente, si hay más comprensión hacia el docente, es posible que los resultados sigan incrementándose de forma paulatina. Así, se han trabajado varias didácticas que han resultado exitosas; pero tal vez de lo que se ha encontrado es que con los proyectos de investigación formativa los resultados han sido realmente extraordinarios. El porcentaje de recordación se ha visto aumentado de forma significativa. Hasta el momento se han consolidado varias didácticas importantes, pero hacen falta muchas otras para que se puedan encontrar resultados de más largo alcance.

## 2. Los docentes en Ingeniería Civil

El proyecto se está llevando a cabo en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja, mediante la metodología de investigación-acción educativa, para ver el compromiso con la formación en pedagogía y en didáctica, así como la responsabilidad con el medioambiente que se observa en los docentes. Con base en investigaciones anteriores, se ha encontrado una mínima preocupación por la conservación del medioambiente y poca participación en el mejoramiento docente (Perico, 2010).

Los docentes del programa tienen una mínima formación pedagógica, y cuando la universidad ofrece cursos de pedagogía y de didáctica, normalmente no le conceden importancia. Asisten solamente cuando los cursos son obligatorios, pero firman la asistencia y dejan el curso a mitad de camino. En sus cátedras, los ingenieros privilegian la exposición magistral y los talleres, no tienen muchas variantes didácticas que permitan mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Vargas, 2009)<sup>1</sup>. Por otro lado, se observa que hoy solamente se enseña a utilizar los recursos —por ejemplo, los de construcción— desde el punto de vista económico. Entonces, apelando a la propuesta de la pedagogía, es necesario aprender a interactuar con la naturaleza para el bienestar del medioambiente y de la sociedad.

## 3. La formación pedagógica

El profesor debe ser un líder en el aula y fuera de ella; uno que aborde los temas con frescura, interés y conocimiento, que se pregunte antes lo que ello aportará a los estudiantes, gracias a su experiencia y conocimientos previos, las clases de relaciones que se pueden establecer, la manera en que se pueda disparar un dispositivo que los movilice y la forma en que cada uno pueda aportar (Dewey, 1998). Con el método de la investigación-acción participativa aplicada a la educación se pretende la transformación de los sujetos y producir cambios en los procesos educativos para mejorar los programas. Al detectar las fortalezas y las debilidades de los proyectos, se puede ir evaluado si los cambios son significativos y producen mejoramientos (Elliot, 2005).

De igual manera, este método se ha utilizado de forma frecuente en el proceso de transformación de la práctica pedagógica de los maestros y ha arrojado buenos resultados (Elliot, 2005). Estos procesos pueden generar actividades de reflexión, apropiación y nuevas acciones que promueven progresos en una espiral ascendente (Covey, 1993). De la misma manera, se profundizarán las actividades de formación reflexiva tanto en el aula como en los procesos grupales, lo

<sup>1</sup> Estos indicadores fueron confirmados en las entrevistas de exploración llevadas a cabo con tres docentes, tres egresados y tres estudiantes en enero de 2011.

cual permitirá desarrollar transformaciones importantes en los docentes y los estudiantes (Schon, 1992).

Por otro lado, con el método por proyectos se ha encontrado que se construyen con más facilidad los conocimientos cuando en el aula se hace y se experimenta. Con los medios del entorno y gracias a la teoría, se comienza por hacer lo que otros ya hicieron y avanzar de nuevo. Entonces, conviene asistir a las prácticas y participar en los ensayos de laboratorio, con la interacción de los docentes. Así se está promoviendo la pedagogía por proyectos de todo tipo, especialmente en los de investigación, a los cuales se sugiere una duración mínima de un semestre para hacer el seguimiento correspondiente (Ruiz, Magallón y Muñoz, 2010).

Las prácticas, los ensayos de laboratorio y las visitas de campo y a las obras son esenciales en la construcción del conocimiento, porque los docentes y los estudiantes comparan lo observado con el marco teórico, hacen el análisis de resultados y llegan a sus propias conclusiones (Ruiz, Magallón y Muñoz, 2010). Aunque el conocimiento es nuevo para el estudiante, ya está validado casi siempre. De esta manera, el docente y el estudiante continúan construyéndose permanentemente (Gadamer, 2007). En su desarrollo se espera ver cómo evoluciona el conocimiento en los aspectos disciplinar y pedagógico, como también en la responsabilidad con el medioambiente y la formación en autogestión.

#### 4. Concepto de formación

Por *formación* se entiende el camino ascendente y continuo que permite el perfeccionamiento de las personas. Al respecto, Gadamer (2007) expresa que “la formación como ascenso a la generalidad es una tarea humana. Requiere sacrificio de la particularidad a favor de la generalidad” (p. 41). Es un proceso que requiere reflexión para construir de manera apropiada los problemas y así darles la solución pertinente. En este sentido plantea Schon (1992):

Existen casos en que los técnicos se enfrentan a una mezcla compleja y mal definida de factores topográficos, financieros, económicos, medioambientales y políticos. De otro lado,

si se quiere llegar a tener un problema bien definido que encaje con las teorías y técnicas que mejor conocen, deben construirlo a partir de los materiales de una situación que, en términos de John Dewey (1938) cabe definir como problemática (p. 18).

Hay casos en que no están bien definidos, y por ello la formación tiene la obligación de prever la manera de ayudarles a reflexionar sobre los problemas sociales, políticos y de desarrollo humano. Entonces, la formación requiere de un alto contenido espiritual, para que puedan verse con equilibrio todos los aspectos. “La formación va más allá del mero cultivo de las capacidades previas” (Gadamer, 2007, p. 40). El docente tiene la gran obligación de proponer ascensos continuos que permitan el mejoramiento diario.

Dewey (1998) presenta como una “opción radical a favor de la lucha por la supervivencia que sólo puede ser genuinamente democrática y garante de progreso social si es conducida con el arma de la inteligencia reflexiva y práctica” (p. 16). Esta formación suministra los elementos constitutivos de la serenidad creciente, porque “el que se abandona a la particularidad es ‘inculto’, por ejemplo, el que cede a una ira ciega sin consideración ni medida [...] porque le falta capacidad de abstracción” (Gadamer, 2007, p. 41).

Por otro lado, con los cambios de paradigma está el concepto práctico de formación, pero a la vez muy humano. Si la tierra era plana, según Tolomeo, se basaba en que los hombres podían ver solo dentro de sus límites; sin embargo, al promover la curiosidad, ve nuevas opciones. “Porque no aceptó ciegamente la teoría tradicional en boga, porque dudó e investigó, precisamente por eso, llegó Colón a ratificar su pensamiento” (Dewey, 1998, p. 25). “En última instancia, la creencia se apoyaba en la pereza, la inercia, la costumbre, la ausencia de valor y energía para la investigación” (p. 25). Entonces, podemos cambiar de paradigma y creer que los estudiantes tienen un gran potencial, pueden llegar a ser mejores seres humanos, profesionales y ciudadanos.

Parte esencial de la formación radica en mejorar la calidad de vida del entorno y de la sociedad (Quintar, 2008); sin embargo, es claro que los



docentes deben enseñar a sus estudiantes la manera de visualizar qué tipo de sociedad quieren construir (Quintar, 2006). Freire (1996) expone que la formación incluye aspectos tan importantes como la capacidad de aprender, para que el sujeto pueda conocer la realidad e incidir en ella para transformarla y rehacerla, lo cual da sentido al proceso de formación de la persona, que es distinto del adiestramiento animal o del cuidado de una planta. La formación va más allá de la simple memorización de contenidos y de adquirir habilidades, porque incluye la capacidad para comprometerse con las acciones pendientes para desarrollar su entorno social.

Por otro lado, Zambrano (2002) expone que en el primer mundo se desarrolla la inteligencia del capital humano, en tanto en nuestro medio se desarrolla la fuerza laboral. Y esto sucede con los ingenieros, que se educan de manera eminentemente técnica como fuerza laboral, pero no hay lugar a su formación como sujetos. Las preguntas se deben ampliar para observar el proceso de formación.

El profesor universitario normalmente es un técnico que se gana un salario. No existe el pensador crítico, y por ello la universidad no existe como un verdadero centro de formación y pensamiento. Nosotros no nos estamos formando para pensar. Una de las principales responsabilidades de la educación es la de enseñar a pensar, y no lo estamos cumpliendo. Si no sabemos pensar, menos podremos enseñar a pensar. Tenemos un gran poder que no utilizamos; existe en nosotros una gran capacidad de influencia que no se pone en práctica, porque no lo sabemos hacer. Por ahora, en gran parte, la universidad no es de ciencia, sino solo para la formación de profesionales (Zambrano, 2002).

## 5. Didáctica con el medioambiente

Las nuevas problemáticas del mundo, como el cambio climático y el calentamiento global, hacen que la ingeniería civil no se pueda seguir enseñando de la misma manera. La formación debe incluir como aspecto central el cuidado del planeta. "Aprender a ser, vivir, compartir como seres humanos del planeta tierra" (Morin, 2008, p. 79); aprender a ver la tierra como primera y última morada. A pesar de que los problemas son planetarios, hay que estudiar y

resolver problemas así sean pequeños, pero que sumados ayudan mucho a la convivencia. Está pendiente establecer la manera para controlar el consumo de energía, porque ya está anacrónico el concepto según el cual el crecimiento industrial está en armonía con el desarrollo humano (Morin, 2008). La ingeniería civil impone una responsabilidad hacia el entorno: la solución de problemas prioritarios para las diferentes comunidades.

La formación del ingeniero, entonces, no es solo para diseñar y construir obras; porque su compromiso debe ser, idealmente, contribuir a liderar la solución de los problemas sociales, ayudar a sostener el medioambiente y a utilizar materiales que permitan disminuir el deterioro del planeta.

## 6. Método de proyectos

Para el éxito de los proyectos, se requiere que estos tengan cercanía con los estudiantes en sus emociones y deseos, que generen descarga de energía y sean significativos para ellos. Lo ideal es que tengan resultados duraderos, que potencien el pensamiento y que tengan un valor intrínseco. Es fácil encontrar proyectos que sean placenteros y valiosos a la vez. Asimismo, el proyecto deberá despertar curiosidad, generar nuevas preguntas para conseguir nueva información, la cual puede obtenerse mediante la observación, la lectura y la consulta de expertos (Dewey, 1998).

Los proyectos deberán tener una buena planeación que permita contar con el tiempo suficiente para su terminación, con continuidad en sus diferentes etapas y estar formulados de modo coherente y acumulativo (Dewey, 1998). Es preciso partir de las actividades que se desarrollan en la cotidianidad, con la orientación adecuada, para que se puedan construir nuevos conocimientos en otras áreas.

Por otra parte, puede ser útil promover la elaboración de proyectos en los que se interese el estudiante y luego pueda reflexionar sobre aspectos como la responsabilidad con el medioambiente. Puede partir de lo concreto, como los proyectos de construcción, y puede llegar a lo abstracto, como las reflexiones filosóficas o de otra índole, incluso sobre las bondades de la autogestión. Asimismo, cuando

se crean hábitos de pensamiento reflexivo, la educación es mucho más participativa. “El saber es histórico y depende de la formación de la conciencia reflexiva” (Londoño, 2004, p. 18).

También la pedagogía activa desarrolla el método de proyectos, que conduce a proponer “la hipótesis, planes, expectativas en la producción de sentido-hermenéutica, dirección social, iniciativa, inventiva y creatividad” (Londoño, 2004, p. 21). Según este autor, la Escuela Normal Superior de Tunja propuso trabajar el método de proyectos. Señala que los medios tienen una función que permite obtener unos fines en la educación, por lo cual los proyectos sirven para desarrollar una efectiva formación, y allí es vital la motivación, el interés, el gozo, el entendimiento y el sentimiento, con una mayor comunicación y participación. El método se sustenta en que los proyectos se deben basar en sociedades y necesidades que existan realmente, para saber que es posible su ejecución, sin caer en la formación solo de oficios y profesiones, pero con alta debilidad en la formación humanística (Londoño, 2004).

El método de proyectos tiene como finalidad “crear actitudes de pensamiento científico en cuanto a elaborar propuestas racionales y deducir las consecuencias a partir de las cuales se produce el examen” (Londoño, 2004, p. 28). La participación se genera con la motivación por los temas y con el interés por la finalidad o los resultados. “El interés involucra el entendimiento, la afectividad en el compromiso, la ocupación como proceso y la expectativa de los resultados. El saber se vuelve interesante por su uso” (p. 28). En este contexto, el maestro es el líder intelectual, por su madurez, experiencia y conocimiento más amplio y profundo de un proceso o de un proyecto. La preparación intelectual deberá ser abundante, que supere a los textos guía, y manifestar su entusiasmo auténtico que contagie a los estudiantes. Además, el docente debe tener la mente libre para observar a los estudiantes en su comportamiento intelectual, sus reacciones, sus intervenciones, si están atentos genuinamente o aburridos (Dewey, 1998).

En esta línea se ha estado trabajando con varios cursos y docentes que han puesto en práctica la didáctica de la formación mediante proyectos

de investigación formativa. Se han desarrollado dispositivos como videos que muestran el paso a paso de proyectos de ingeniería y que a la vez están relacionados con el desarrollo sostenible, o que permitan ver la contaminación generada por las obras de ingeniería. De esta manera, se han presentado videos que permiten observar el proceso de producción, desde la explotación, el procesamiento, la distribución, el consumo y la generación de desechos. Es el caso de *La historia de las cosas*, de Leonard (2011), que hace posible ver, analizar y discutir sobre el compromiso del ingeniero en todo el proceso de su gestión, como los estudios, los diseños, la construcción de las obras, el desarrollo de la interventoría y la administración.

Así, por ejemplo, los estudiantes están aprendiendo las causas de las inundaciones y pueden proponer acciones de obras convencionales y no convencionales para mitigarlas y para que en los procesos constructivos se eviten daños al medioambiente, como el dragado de los cauces de los ríos, el fomento de la reforestación de las cuencas, la racionalización en la explotación de materiales para todo tipo de obras civiles, la construcción de vivienda en forma densa y no extensiva, el análisis de licencias de construcción en sitios bajos y sin vocación para ello, la construcción de represas para regulación de caudales y otros propósitos (Leonard, 2011).

Igualmente, con base en los estudios conocidos hasta el momento, se ha encontrado que se utilizan reflexiones didácticas muy restringidas; además, se privilegia el modelo pedagógico tradicional, con exposiciones magistrales y, a veces, con talleres y escritos. En ingeniería civil se acostumbra la visita de campo y, en ocasiones, los ensayos de laboratorio, con lo cual se incrementan las didácticas utilizadas (Vargas, 2009; Perico, 2010); sin embargo, en general son muy pocas las variantes.

Por ello, se ha iniciado el proceso de interacción con los docentes, con didácticas como la del sentido del trabajo, la individualización, la potenciación, la autogestión, el ensayo como dispositivo de reflexión y, últimamente, el método por proyectos. Se está promoviendo el compromiso de los maestros en la formación de un sujeto con plena autonomía, antes que uno

supeditado a la formación instrumental. Se ha encontrado también que se ha incrementado la asistencia y participación a cursos, diplomados y especializaciones en pedagogía, didáctica, currículo y evaluación por parte de los profesores, y se han comenzado desarrollos investigativos en estas áreas.

Igualmente, los estudiantes se entusiasman mucho más con los proyectos de investigación, dado que están aprendiendo nuevos temas, los profundizan y le toman más “sabor” a su carrera, especialmente cuando están en los primeros semestres. Se ha observado que los discentes recurren a los libros para confrontar sus hallazgos con las teorías y aprenden a revisar las teorías vigentes.

Cuando el docente hace seguimiento continuo a los proyectos, se logra mayor porcentaje de aprendizaje, se obtienen resultados más concretos en la construcción del conocimiento y hay una mayor conciencia de los contenidos aprendidos (Ruiz, Magallón y Muñoz, 2010). Estos pasan de un 20% o 30% de recordación cuando hay empatía y buena comunicación, a un 60% cuando están mediados los contenidos por un proyecto, y pueden ascender a cerca del 90% cuando el trabajo se hace en equipo y se preparan para llevar a cabo una exposición en público.

Adicionalmente, se ha encontrado que los proyectos permiten una nueva y mejor interacción con el equipo de trabajo, los monitores, los laboratoristas y los docentes. Este procedimiento ayuda a incrementar la construcción del conocimiento con las experiencias en el laboratorio y la toma de muestras en el campo y en el terreno, lo que a la vez incentiva la mayor consulta de libros y de bases de datos. En general, el proceso contribuye significativamente a aquilatar los conocimientos de los estudiantes y de los docentes.

En síntesis, se están observando procesos de formación continuada más orientada hacia los docentes, especialmente en lo pedagógico, y se está educando más para analizar y tomar decisiones con base en un proyecto de vida, evitando así una formación que solamente se oriente para ejercer una labor técnica o mecánica.

Se está enseñando la manera de ponerse frente a la realidad, aprendiendo a distanciarse de los paradigmas vigentes y de aquellos que están en boga y observando el panorama completo. Y se está promoviendo la capacidad de ver los hechos en perspectiva, para que las soluciones no sean solamente coyunturales, sino que obedezcan a una política de largo plazo (Zemelman, 1992).

## 7. Responsabilidad con el medioambiente

En Tunja se ha encontrado que se permite construir viviendas en sitios bajos, donde existieron humedales y que se inundan con facilidad, como los barrios Las Quintas, Los Rosales y El Pozo de Donato. De igual forma, no se respetan las rondas de los ríos. Solo en Tunja en estos mismos barrios hay viviendas a menos de cuatro metros del cauce de ellos. Se ha encontrado que en barrios como Los Rosales existen muchas viviendas a tres, cuatro y cinco metros del cauce, cuando la norma exige mínimo treinta metros a cada lado del lecho del río (Plata, 2004).

Por otro lado, se evidencia que se construyen viviendas en sitios de laderas, con poca capacidad de soporte y fácilmente saturables, pues con las aguas lluvias se producen derrumbes. El 90% de las pérdidas son evitables si se identifican los problemas y se previenen a tiempo (Suárez, 2003). En 1987, en Medellín, en el barrio Villatina, se deslizaron más de 20.000 m<sup>3</sup>, destrozando cerca de 80 viviendas. Este provocó 500 muertes, 1300 damnificados y 1500 heridos (García, 1997).

En el análisis de los contenidos de las facultades de Ingeniería Civil en Tunja se observó que al desarrollo sustentable no se le dedica espacio ni tiempo; y cuando así sucede, es un tema muy esporádico e informal, tan solo se incluye en un microcurrículo como disposición de residuos sólidos (Perico, 2010). Las actividades de diseño, construcción, interventoría, mantenimiento y operación de las diferentes obras de ingeniería civil están directamente relacionadas con la explotación, el procesamiento, la distribución, el uso, el consumo y el desecho de varias materias primas como agregados, maderas, cemento, ladrillo, tejas, materiales para acabados y agua (Leonard, 2011). En esta profesión normalmente

se enseña a utilizar los materiales que existen para la construcción y disponer de ellos como si fueran infinitos.

Tunja periódicamente acusa severas sequías, y por ello requiere adiciones de agua superficial de otras cuencas y necesita explotar con más profundidad las subterráneas para suministrar la mínima requerida por sus habitantes. Estos procesos están generando el agotamiento del líquido, porque la demanda es mucho mayor que sus recargas. La primera es de 1.530.000 m<sup>3</sup> al año, y la segunda es de 550.000 m<sup>3</sup>. Se están extrayendo cerca de 240 litros por segundo de los pozos profundos (Monroy *et al.*, 2010). Para completar el agua para esta ciudad se requiere del trasvase de 340 litros por segundo: 240 de la fuente de Teatinos y 100 de Cortaderal. Sin embargo, no existe una política definida ni programas que permitan el recargue del acuífero de manera sostenida (Monroy *et al.*, 2010).

Por otro lado, en Colombia, a comienzo del siglo XXI se tenían más de cinco millones de habitantes sin acceso adecuado al agua potable, de un total de cerca de 44 millones; estos y los siguientes indicadores<sup>2</sup> siguen creciendo con el tiempo (Guerrero, 2006). En unos casos con solo llevar a cabo procesos de desinfección del agua, sin tratamientos complejos y completos, se reducen hasta en un 45% las muertes totales en el mundo, que están cerca de dos millones de personas al año, de los cuales el 90% son niños (Guerrero, 2006). De la misma manera, en los sectores rurales colombianos, en las técnicas de riego se deberían implementar tecnologías que utilicen la menor cantidad de agua, para así también evitar riegos por inundación (Guerrero, 2006).

Igualmente se ha evidenciado que con estas dinámicas disminuye de forma acelerada la

<sup>2</sup> En América Latina el consumo de agua potable por persona, para cualquier uso, se incrementa con el tiempo, en cambio de aprender a utilizarla racionalmente: en 1900 era de 0,36 km<sup>3</sup>, en 1950 de 0,54 y en el 2000 era de 0,87. Además, sigue creciendo la población, lo que está generando diversas gamas de conflictos por el agua, como el control de un recurso escaso, acceso y distribución, carencias de desarrollo, proyectos de desarrollo hidráulico, culturales, internacionales e intergeneracionales (El Colegio de México, 2003).

cobertura vegetal, cuando se requiere lo contrario. Por ello es necesario el dragado de los ríos y la construcción de edificaciones que privilegien la estructura densa, esto es, que se hagan más edificios de muchos pisos, para disminuir las inundaciones. Así como el oxígeno, el agua es indispensable para el hombre, y no existe hasta el momento un sustituto (Leonard, 2011). Se puede observar que cuando se hace un desmonte como en Gramalote, Estancia y Tintoba, Bécota y Pueblo Viejo, se producen “desastres naturales” graves. Si adicionalmente no se toman los correctivos y se construyen las viviendas con las normas sismorresistentes, se está ante una tragedia anunciada, como la que puede suceder en Tasco y Betétiva por las deforestaciones, las infiltraciones, la saturación del terreno y la meteorización acumulada (Suárez, 2003).

Cada vez se consumen más árboles, materiales de construcción y minerales, y somos todos los días más seres humanos, con lo cual se incrementa el problema de forma exponencial. En Colombia, entre diciembre y abril, se presentan regularmente y de forma cíclica incendios en los páramos y en los bosques nativos y exóticos, y estos se incrementan de manera importante cuando se presenta el fenómeno de El Niño, con lo cual se destruye el colchón natural de retención del agua. El Comité Regional para la Prevención y Atención de Emergencias y Desastres (Crepad) de Boyacá tiene cifras de cerca de 5000 ha quemadas por año, en muchos casos de donde proviene el agua para los acueductos que construimos los ingenieros.

La deforestación, unida al fenómeno de La Niña, genera mayores caudales en menos tiempo, porque se ha venido quitando el colchón de retención por la tala de árboles; así, en breves momentos las gotas de lluvia llegan a las quebradas y ríos, generando destrucción a su paso. También con la construcción de más metros cuadrados de pavimento, de vías, de casas y de otro tipo de obras se está coadyuvando con el mismo proceso de eliminación de la capacidad de retención de la naturaleza, la poca infiltración a través de los árboles, lo cual agrava el problema descrito. En el último fenómeno de La Niña, en Colombia, entre 2010 y 2011, las pérdidas económicas pasaron a seis billones, con más de setecientos muertos, cuatro



millones de afectados y más de tres millones de damnificados, muchos kilómetros de vías dañados, diez acueductos fuera de servicio de ciudades grandes, según datos del Crepad.

Más del 20% de los residuos urbanos en Colombia son productos de papel, y cerca del 52% son orgánicos que van a parar a rellenos sanitarios, con áreas que a veces superan los tres kilómetros cuadrados (Tafur, 2009). Con procesos elementales estos se pueden reutilizar de diferentes maneras. La población sigue creciendo, y el consumo per cápita y los desechos también lo hacen en forma proporcional. Lamentablemente, la tecnología que se usa es casi siempre la más sucia, con procesos basados en la quema de petróleo, carbón y gas natural (Leonard, 2011).

## 8. Conclusiones

Las nuevas didácticas mejoran significativamente los procesos de enseñanza aprendizaje, tal como se ha visto en la experiencia reciente; pero especialmente se aprende mucho más cuando se trabaja en equipo, con un proyecto de investigación formativa. Si este se expone en público, puede aumentar el nivel de recordación hasta en un 300%.

La responsabilidad ambiental es un hecho que requiere cada vez más experimentación, teorización y compromiso de los docentes y de los estudiantes, dado que se necesita un cambio de paradigma con base en el cambio climático, el calentamiento global y el efecto invernadero. Con los procesos de investigación-acción educativa se incrementa el nivel de aprendizaje de los docentes y de los estudiantes, y a la vez se obtiene una transformación que permite generar cambios que se valoran más que muchas horas de teoría.

## 9. Referencias

Cerda, H. (1998). *Los elementos de la investigación*. Bogotá, El Búho.

Covey, S. (1997). *Los siete hábitos de la gente altamente efectiva*. Barcelona: Paidós.

Dewey, J. (1998). *Cómo pensamos*. Barcelona: Paidós.

Dilts, R. (2008). *El poder de la palabra*. Barcelona: Urano.

Elliot, J. (2005). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madrid: Morata.

Flórez, R. (2000). *Pedagogía del conocimiento*. Bogotá: McGraw-Hill.

Freire, P. (1997). *Política y educación*. São Paulo: Siglo XXI.

Garduño, R. (2003). *El veleidoso clima*. México: El Progreso.

Guerrero, M. (2006). *El agua*. México: El Progreso.

Gutiérrez, M. (2012). *Didácticas activas-coreografía didáctica, una propuesta integradora del ser, en el hacer del entrenamiento deportivo*. Bogotá: Universidad Libre de Colombia.

Leonard, A. (2011). *La historia de las cosas*. Bogotá: Nomos Impresores.

Londoño, C. (2004). Educación en la democracia integral. *Cuestiones de Filosofía*, 6.

Martínez, M. (2006). *Formación para la ciudadanía y educación superior*. Barcelona: Universidad de Barcelona.

Max-Neef, M. (1977). *El desarrollo a escala humana: una opción para el futuro*. Medellín: Proyecto 20 Editoriales.

Medina, J. (2007). Propuesta para la elaboración de ensayos académicos. *Quaestiones Disputatae*, 1(3), 97-101.

Mollis, M. (2001). *La Universidad Argentina en tránsito. Ensayo para jóvenes y no tan jóvenes*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Monroy, E. (2010). *Introducción a la formulación de planes de manejo y protección de acuíferos*. Tunja: Universidad Santo Tomás.

Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Bogotá: Magisterio.

- Morin, E. (2008). *El año I de la era ecológica, La tierra que depende del hombre que depende de la tierra*. Barcelona: Paidós.
- Muñoz, A. (2005). *Hacia una educación intercultural: enfoques y modelos*. *Revista Complutense de Educación*, 9(2), 101-135
- O'Connor, J. y Seymour, J. (2003). *Didácticas para formadores*. Barcelona: Urano.
- Pérez, J. (1996). *Claves humanistas para una educación democrática*. Madrid: Anaya.
- Perico Granados, N. R. (Ed.) (2012). *Primeros pasos en la formación de docentes de Ingeniería Civil*. Tunja: Universidad Santo Tomás.
- Perico, N. (2010). *La formación de los ingenieros civiles*. Tunja: Universidad Santo Tomás.
- Plata, E. (2004). Protección y recuperación de nacimientos y márgenes hídricas o rondas en la estructura ecológica principal de una cuenca. *Revista Ciencia Tecnología Ambiente*, 3. Poveda, G. (1993). *Ingeniería e historia de las técnicas*. Bogotá: Colciencias.
- Quintar, E. (2008). *Didáctica no parametral: sendero a la descolonización*, México: Ipecal.
- Ruiz, D; Magallón, J, y Muñoz, E. (2010). Herramientas de aprendizaje activo en las asignaturas de Ingeniería Estructural. *Ingeniería y Universidad*, 10(1).
- Santos, B. (2010). *Descolonizar el saber, reinventar el poder*, Montevideo: Gráfica don Bosco.
- Schon, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos*. Madrid: Paidós.
- Suárez, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Suárez, J. (2003). *Caracterización de los deslizamientos*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Tafur, J. (2009). *Origen, clasificación y características de los residuos sólidos*. Neiva: Universidad Surcolombiana.
- Universidad Santo Tomás (2010). *Proyecto Educativo de la Facultad de Ingeniería Civil*. Tunja: Autor.
- Vargas, N. (2009). *Los modelos pedagógicos presentes en la formación de ingenieros civiles en la Universidad Santo Tomás* (tesis de grado). Tunja: Universidad Santo Tomás.
- Zambrano, A. (2002). *Los hilos de la palabra: pedagogía y didáctica*. Cali: Nueva Biblioteca Pedagógica.
- Zemelman, H. (1992). *Los horizontes de la razón. Dialéctica y apropiación del presente*. México: Anthropos.
- Zemelman, H. y Quintar, E. (2005). *Pedagogía de la dignidad de estar siendo*. México: Ipecal.