



Una formación de calidad  
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias  
15 al 18 de Septiembre de 2015

# INCLUSIÓN DE NUEVAS DIDÁCTICAS EN LA EDUCACIÓN DE LA INGENIERÍA CIVIL

**Néstor Perico Granados**

**Universidad Santo Tomás  
Tunja, Colombia**

**Néstor Rafael Perico Martínez**

**Universidad de los Andes  
Bogotá, Colombia**

## Resumen

Se trata de un proyecto de investigación sobre las didácticas que se utilizan en la Universidad Santo Tomás en Tunja. Se están desarrollando los aspectos relevantes de las didácticas de La Individualización, El Sentido del Trabajo, La Potenciación y el Método de Proyectos. Paralelamente se llevan a cabo otras didácticas, menos novedosas, como la visita a obras y la profundización en la historia de la Ingeniería Civil. Los docentes comprometidos hasta el momento son ocho de forma directa y cada uno trabaja mínimo con un curso, con estos procesos; entonces se tiene una participación de cerca de doscientos ochenta estudiantes. Adicionalmente a los proyectos de cada uno de los cursos se están adelantando cuatro proyectos más, de forma directa, con la participación de estudiantes y de docentes. En todos los casos se hacen reuniones semanales para hacer seguimiento a las diversas actividades. Se han encontrado resultados interesantes, que ayudan mucho en el proceso de la Educación en Ingeniería civil. En los proyectos de investigación se lleva a cabo un proceso de motivación, visualizando los resultados que se quieren obtener, los medios para conseguirlos y se explican de forma detallada los diferentes procesos. Se hace el trabajo de campo, con la toma de muestras por parte de los estudiantes, con la supervisión de monitores y laboratoristas. En el desarrollo de los ensayos de laboratorio se promueve que los estudiantes hagan todo el proceso, siempre con la revisión de monitores. Todo el proceso de construcción del conocimiento se escribe en un informe, bien presentado. Hoy, muchos de quienes han hecho estas didácticas siguen investigando, dado que se enamoran de la investigación, investigando.

**Palabras clave:** didácticas; ingeniería civil; método de proyectos

### **Abstract**

*This is a research project on education, which are used in the Santo Tomas University in Tunja. Are developing the relevant aspects of the teaching of individualization, the meaning of work, empowerment and the Project Approach. Parallel carried out other educational, memos novel, such as visiting and deepening works in the history of civil engineering. Teachers committed so far is eight directly and each work at least a year, with these processes; then holds a nearly two hundred eighty students. In addition to the projects of each of the courses they are ahead of four other projects, directly, with the participation of students and teachers. In all cases, weekly meetings are held to follow up on the various activities. Found interesting results, which help a lot in the process of education in civil engineering. In the research projects it carried out a process of motivation, displaying the results to be obtained, the means to achieve and explain in detail the different processes. Fieldwork, with sampling by students under the supervision of monitors and laboratory is made. In the development of laboratory tests it encourages students to do the whole process, always with the revision of monitors. The whole process of knowledge construction is written in a report presented. Today, many of those who have made these didactic continue to investigate, since they fall in love research, researching.*

**Keywords:** *teaching; civil engineering; project approach*

### **1. Introducción**

Con base en investigaciones hechas en la Universidad Santo Tomás de Tunja se ha encontrado que las didácticas llevadas a cabo son muy limitadas y casi siempre se tiene la misma rutina: clase magistral, seminarios, talleres y a veces visitas a obras. La forma en que se desarrolla el currículo es en general estática y los docentes procuran no salirse de sus contenidos, por diferentes circunstancias. Entonces, con base en diferentes autores como Kemmis (1988), Carr y Kemmis (1988) y Elliott (2005) se ha decidido, con un grupo de docentes, aplicar nuevas didácticas, que pedagógicamente tengan una mayor comprensión social y contribuyan a una mejor formación de los nuevos profesionales de la ingeniería civil y que han dado hasta el momento excelentes resultados. Es así que se ha venido aplicando la individualización, que es la preocupación por conocer más a fondo a cada individuo, comenzando por el nombre de los estudiantes y en lo posible llamarlos e identificarlos por él, datos de pasatiempos favoritos y otros que genuinamente demuestren que el docente se preocupa más por el estudiante como ser humano, que sólo por su relación docente y estudiante (O'Connor y Seymour, 2003). Estos aspectos han permitido una mejor interacción entre la comunidad académica.

De otro lado, se ha aplicado la didáctica del sentido del trabajo, entendido como el que tanto profesores como estudiantes tengan claro el propósito de su papel en la sociedad y su responsabilidad de hacer su trabajo muy bien hecho. El sentido que tiene construir muy bien las edificaciones y todas las obras que garantizan que por la acción de estos profesionales nadie va a tener dificultades, mucho menos problemas y

en lo posible nunca nadie pierda la vida. El sentido que tiene hoy asumir con una alta responsabilidad su tarea como estudiante para que mañana lo haga de la misma forma como profesional. El sentido que tiene que además de construir muy bien las obras también tenga claro que es un constructor de sociedad (Blanchard, 1998).

La didáctica de la potenciación se ha utilizado hace mucho tiempo en diferentes partes del mundo como lo expresa Covey (1997) con un éxito muy importante. Sin embargo, la formación de ingenieros es muy poco lo que se ha conocido (Vargas, 2008). Se trata de visualizar a los estudiantes como ellos pueden llegar a ser y no solamente como son hoy, con sus fortalezas y con sus debilidades. De esta forma el docente puede estar tratando de estructurar un conocimiento con diferentes didácticas porque la persona que está allí al frente puede ser un ministro o el gerente del Banco de la República. Se le prodiga un trato diferente y motivante y de mucha consideración, sin que tenga que pasar los errores, los cuales serán tratados pero con ese personaje importante (Covey, 1997).

Igualmente, la aplicación del método por proyectos, que aunque es una didáctica muy vieja, promovida por John Dewey (1998) hace más de cien años, no se aplica con la frecuencia que se debería hacer. Hoy los seis docentes que están trabajando en este proyecto han venido aplicando con una visión de investigación formativa, el método de proyectos desde la problematización, el estado del arte, la justificación, la elaboración de los objetivos, la construcción del marco teórico pertinente y una metodología precisa (Tamayo y Tamayo, 2003). Al respecto, en las nuevas entrevistas, los estudiantes afirman que su retención de conocimientos se ha incrementado de una forma sustancial, llegando a cuantificar que han pasado de cerca de un treinta por ciento a un ochenta. Estas cifras están muy cercanas a las expuestas por varios autores que han venido trabajando este método, en dos universidades de Bogotá.

Entonces, con estas nuevas didácticas aplicadas y observadas mediante una rejilla, ha permitido ver que los procesos de aprendizaje se han incrementado de una forma positiva y que ha permitido hacer notar a los estudiantes que ellos pueden ser unos mejores profesionales. Se ha encontrado que si el profesor profundiza en cada una de las didácticas y luego con mucho interés las practica, los resultados son realmente muy buenos. Tiene el presente proyecto el que tan sólo se está aplicando con ocho docentes y la totalidad son cerca de cincuenta, incluyendo los de ciencias Básicas, Humanidades e Idiomas. Se espera seguir reproduciendo el proceso para verificar si se puede producir un cambio en la cultura de la facultad en ese sentido.

## **2. Labores ejecutadas**

Se han venido desarrollando desde el año 2011 proyectos esporádicos de investigación sobre didácticas nuevas para Ingeniería civil. Sin embargo, no se han podido desarrollar de forma sistemática por diferentes razones como la continuidad de los proyectos de investigación, las responsabilidades académicas de los docentes y aunque baja, la rotación de los mismos. En el año 2012 fue productivo en este sentido y varios docentes comenzaron a trabajar didácticas como la individualización el sentido

del trabajo, la potenciación, la mesa redonda y el debate (Guzmán, 2012). En el año 2014 se retomaron las actividades y con un nuevo proyecto de investigación, con un trabajo en equipo de ocho docentes, se reinició el trabajo. Estos profesores pertenecen a diferentes Facultades y Departamentos como Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental, Ciencias Básicas, Humanidades e Idiomas.

Para esta nueva etapa se decidió trabajar con las didácticas de la individualización, el sentido del trabajo, la potenciación y se incluyó el importante método de proyectos (Dewey, 1998). De los ocho profesores cuatro ya habían desarrollado parcialmente estas didácticas, menos la de proyectos. Los otros cuatro docentes no conocían prácticamente nada de las mismas. Una vez decididas las didácticas que se pondrían en práctica y con la metodología acordada se decidieron en conjunto el orden a seguir y unos dispositivos motivadores para conocer y observar los procesos apropiados. Se pretende seguir investigando con el método de investigación acción educativa, el cual reúne estos requisitos (Corchuelo, 2007). Se han visto y analizado diferentes videos sobre pedagogía y didáctica y sobre temas de ingeniería y también se han revisado libros, artículos y unas cuantas bases de datos. De esta manera, se estableció la costumbre que en reuniones semanales, como lo propone Elliott (2005), con dos o tres profesores a la vez, pero todos sin falta en la semana en diferentes horarios, se viene revisando lo ejecutado en la semana anterior.

En estas reuniones, siempre se escucha lo que el docente sintió durante y una vez concluyó su clase, qué notas tomó, que observó y finalmente sobre ellos qué reflexión desarrolló. Estos escritos están siendo compilados para elaborar unos anexos al capítulo de libro que sobre la materia irá a escribir cada uno. En estas reuniones, que normalmente duran una hora, también, mediante una lectura o un video se debaten las temáticas que corresponden al desarrollo de una de las didácticas mencionadas. Sobre estos temas quedan las labores pendientes por desarrollar de cada docente (Elliott, 2005). El tiempo promedio, dedicado para desarrollar este proceso por cada docente, está establecido semanalmente entre tres a cinco horas, depende del conocimiento del tema del profesor. Cada didáctica se practica en promedio durante un mes y aunque luego se inicie otra se sigue practicando paralelamente la anterior o las anteriores.

De otro lado, el método de proyectos tiene una duración de todo el semestre y es la primera didáctica que se ha venido desarrollando, en cada semestre. A partir de ejemplos en la formulación y una bibliografía sobre el tema, los docentes se comprometen, como mínimo en una de sus asignaturas a desarrollar esta didáctica. Se ha venido valorando todo el proceso durante el semestre y al final se revisan los resultados de lo hecho por los estudiantes. El compromiso ha sido realmente muy importante tanto por los docentes como por el decano de la facultad. Se han utilizado todos los equipos para la toma de muestras en campo y de igual manera se llevan a cabo los estudios de laboratorio, con la ayuda de los laboratoristas y de unos monitores. Éstos se seleccionan de acuerdo a la asignatura en la que se esté llevando a cabo la didáctica del método de proyectos.

En el método de proyectos, una vez sensibilizados los estudiantes de la importancia del proceso y de la construcción del conocimiento, en conjunto con discentes, monitores, laboratoristas y docentes, como lo expresa Gadamer (2007) se estudian los principales aspectos teóricos de manera muy general y luego se inicia el trabajo de campo. La teoría se desarrolla, con base en los términos pertinentes para cada proyecto. En el trabajo de campo, los monitores y/o los laboratoristas hacen una descripción del proceso y de utilización de las herramientas y de los equipos que son necesarios. Igualmente, proponen una visualización de la importancia de cada toma de muestras, pero realmente es el docente quién desarrolla de manera detallada esta función, para hacer ver la aplicación en las diferentes áreas de la ingeniería civil y los diferentes momentos, de cada proyecto.

Igualmente, se ha venido combinado estas actividades con visitas a obras. En unas asignaturas esta tarea se hace hasta en dos o tres visitas por cada área importante para la Ingeniería Civil como en vías y pavimentos, estructuras y acueductos y alcantarillados, en general. En Introducción a la Ingeniería se hacen mínimo unas seis a diferentes obras. De manera previa a la visita se proponen un mínimo de preguntas que deben tener claro los estudiantes y que pueden dilucidar, con más precisión, en la visita a la obra. Una vez concluido el recorrido los estudiantes disponen de un tiempo, que normalmente puede ser una semana, para elaborar un escrito, valiéndose de argumentos y citas bibliográficas que hacen que los discentes consoliden mucho más los conocimientos.

Esta didáctica también puede ayudarse del estudio de la parte histórica pertinente. Es probable que con una buena motivación los estudiantes se comprometan a investigar los orígenes de estos procesos, lo hecho a lo largo de los tiempos y la importancia para el área respectiva y para la seguridad en las obras (Poveda, 1993). Cuando los discentes conocen la importancia de las obras construidas, los metros cúbicos movidos, las toneladas transportadas y el servicio que prestan, su motivación es mayor para el conocimiento de las estructuras y de su historia. Esta labor se ha venido haciendo por equipos de tres o cuatro estudiantes, quienes hacen una exposición y presentan un trabajo escrito sobre los temas que conjuntamente con el profesor hayan acordado.

De otro lado, las actividades en el laboratorio se llevan a cabo por los estudiantes que están elaborando la investigación, mediante el método de proyectos, con base en las indicaciones de los laboratoristas y de los monitores. Éstos supervisan la ejecución de los ensayos, explican los diferentes procesos y les indican los posibles momentos en que se utilizarán. Sin embargo, son los estudiantes quienes llevan a cabo todo el proceso, directamente en los laboratorios de la universidad. Paralelamente el docente hace el seguimiento en el aula de clase sobre los avances y el análisis de los resultados que corresponde en el momento apropiado. Igualmente escribe sus reflexiones para compartirlas con los compañeros en la reunión semanal (Elliott, 2005).

El docente participa en la revisión del proceso completo, supervisa el trabajo de campo, la elaboración de los ensayos de laboratorio, pero su mayor participación es en el análisis de resultados. Allí debe promover la confrontación entre los resultados obtenidos por ellos y los conceptos, las normas y la teoría que los estudiantes han

consultado u otra que el profesor propone. Tanto con tablas, gráficas, fotografías u otros elementos obtenidos el profesor se esmera por hacer ver los diferentes procesos y la variación de los resultados, con base en los elementos encontrados (Elliott, 2005).

Todo el proceso es importante, el cual termina con la toma de conciencia para saber hacer unas buenas conclusiones. Los docentes, cuando les han enseñado a hacer un buen análisis de resultados, los están conduciendo a obtener la parte conclusiva, junto con una buena argumentación. El equipo ha estado tomando conciencia que todo el proceso completo es importante, tanto como cada una de las partes. Ésta última es igualmente importante, con la cual se cierra un buen proyecto, el cual puede dar origen a otros proyectos, para aprender a investigar investigando (Dewey, 1998).

### 3. Aspectos importantes encontrados

Se han encontrado resultados realmente interesantes sobre la aplicación de todas las didácticas expuestas por los docentes en las reuniones semanales y en las entrevistas que se les han tomado. Igualmente, hay resultados que se observan en rejillas construidas especialmente para el proceso. Así mismo, los resultados son visibles para los estudiantes, los monitores, los laboratoristas y para el coordinador del proyecto. El énfasis se hace sobre los resultados que mejoran el proceso de aprendizaje, en las diferentes didácticas, las cuales tienen como aspecto central el que se incrementa de modo significativo los porcentajes de recordación de los contenidos y forman profesionales más reflexivos (Schön, 1992). Estos resultados están en armonía con lo expuesto por diferentes autores sobre proyectos similares (Ruíz, Magallón y Muñoz, 2010).

Específicamente en la individualización se ha encontrado que cuando el profesor determina al estudiante por su nombre, éste se siente más cercano al maestro y de alguna manera se observa un mayor rendimiento académico, con lo que se confirma lo encontrado por otros autores (Guzmán, 2012). Estos procesos pueden ayudar al cambio de paradigmas, expresado por Khun, (1992), que puede ser drástico o lento, dependiendo de las circunstancias, (Covey, 1993). Así se ha observado con estudiantes que comienzan a estudiar ingeniería civil, con el propósito de cambiar en el siguiente semestre de carrera y terminan convencidos de las bondades de la primera (Gómez, 2015). Estos resultados se pueden atribuir al conjunto de didácticas aplicadas, pero el método de proyectos tiene una incidencia alta, como lo expresan los estudiantes en las entrevistas.

De la misma manera, se ha encontrado que docentes que no están en el desarrollo de los proyectos, a partir de estas didácticas, pero que han recibido a estudiantes en un semestre posterior y que aprendieron el método, han desarrollado las habilidades y el gusto por la elaboración de proyectos de investigación. Ellos muchas veces siguen con la continuación del mismo proyecto o formulan uno nuevo. Así lo han hecho para nuevas oportunidades de investigación en Ciencias Básicas y en Humanidades, dado que les permite una mayor cantidad de recordación.

De otro lado, en entrevistas hechas a monitores, que desarrollan las actividades de orientación a los estudiantes, en los procesos de toma de muestras y elaboración de ensayos de laboratorio, así como en la elaboración escrita de los proyectos y de los informes de investigación, se han encontrado avances muy significativos. La totalidad de ellos han participado activamente en proyectos de investigación, en sus asignaturas, lo cual les ha permitido destacarse muy por encima de sus compañeros. Aprenden mucho más con las prácticas que llevan a cabo con los estudiantes y se obligan a incrementar su conocimiento con la preparación de las monitorias. Ellos destacan que la combinación de la teoría con la práctica, como se está haciendo en este proyecto puede aumentar la recordación en más de un trescientos por ciento, con base en su experiencia (Miranda, 2015).

En el mismo sentido, el porcentaje de estudiantes que pueden comprometerse es realmente alto, en el proceso de participación, que puede ser cerca del noventa por ciento, verificado tanto con la acción efectiva en el desarrollo de los proyectos, como en la revisión con monitores y en las exposiciones hechas frente al grupo completo. En los proyectos se nota de forma significativa que las personas que pierden el tiempo en el salón son menores que con la trasmisión de contenidos tradicional. Los profesores llevan su diario de campo y lo mantienen actualizado, en donde se consignan los aspectos relevantes en los diferentes procesos del desarrollo de los proyectos, en las valoraciones a los estudiantes y en las reuniones con los profesores. La percepción de los docentes es muy positiva en cuanto al porcentaje de recordación que presentan los estudiantes en semestres posteriores.

#### **4. Interacción con empresas y entidades y aspectos innovadores**

La entidad que más ha contribuido es la Universidad Santo Tomás de Tunja, con su decano de Ingeniería civil el Ingeniero Carlos Caro Camargo para facilitar las herramientas, los equipos y los laboratorios para elaborar los diferentes ensayos. Se está elaborando un proyecto para presentarlo a Colciencias, dado que puede ser interesante para luego se pueda replicar en otros ámbitos.

#### **5. Agradecimientos**

Los autores expresan los más sentidos agradecimientos a los estudiantes Diego Rodríguez Tovar, William Acevedo Agudelo, Miguel Ángel Ortiz y J Ángel Miranda Bitar, quienes han hecho una contribución muy importante en el trabajo de campo y estudios de laboratorio. Igualmente, por el aporte que han hecho los doctores Jimena Bohórquez y Oscar García, los docentes Evert Sáchica, Amanda Montes, Carol Anne Ochoa, Hugo Fernando Vargas y Manuel Orlando Hernández, por sus importantes aportes en los procesos de esta investigación. Igualmente a los laboratoristas de la facultad de ingeniería civil y finalmente a los estudiantes que han puesto en práctica las didácticas enunciadas y a todos ellos por su disposición en el desarrollo completo como en las entrevistas y encuestas tomadas.

## 6. Referencias bibliográficas

- Blanchard, K. (1998). *A la Carga*. Bogotá: Editorial Norma.
- Carr, W y Kemmis, S. (1988). *Teoría Crítica de la enseñanza*, Barcelona: Martínez Roca.
- Corchuelo, M. (2007). "Un giro en la Educación en Ingeniería: La Universidad del Cauca", tesis doctoral en Ciencias de la Educación, Popayán: Unicauca.
- Covey, S. (1997). *Los siete hábitos de la gente altamente efectiva*. Barcelona, España: Paidós, 380 p.
- Dewey, Jhon. (1998). *Cómo pensamos*. Barcelona: Paidós, 320 p.
- Elliot, J. (2005). *El cambio educativo desde la investigación-acción*, Madrid: ediciones Morata.
- Gadamer, H. (2007). *Verdad y Método*, Salamanca, España: Gráficas Verona
- Gómez, S. (2015). Entrevista extensa a estudiantes, Universidad Santo Tomás, Tunja.
- Guzmán, E. y otros. (2012). Primeros pasos en la formación de docentes en Ingeniería Civil en la Universidad Santo Tomás, de Tunja, Tunja: Universidad Santo Tomás, En: [http://www.ustatunja.edu.co/ustatunja/files/Facultades/Ingenier%C3%ADa%20Ci vil/Primeros\\_pasos\\_en\\_la\\_formacin\\_de\\_docentes\\_de\\_Ingeniera\\_Civil.pdf](http://www.ustatunja.edu.co/ustatunja/files/Facultades/Ingenier%C3%ADa%20Civil/Primeros_pasos_en_la_formacin_de_docentes_de_Ingeniera_Civil.pdf)
- Kemmis, S. (1988). *El curriculum: más allá de la teoría de la reproducción*, Madrid, España: Ediciones Morata S.A.
- Kuhn, T. (1992). *La estructura de las revoluciones científicas*.
- Miranda, J. (2015). Entrevista a estudiantes.
- O'connor, J. y Seymour, J. (2003). *Didácticas para formadores*. Barcelona, España: Urano, 390p.
- Poveda Ramos, G. (1993). *Ingeniería e historia de las técnicas*, Bogotá, Colombia: Colciencias, 282 p.
- Ruiz, D; Magallón, J., y Muñoz, E. Herramientas de aprendizaje activo en las asignaturas de Ingeniería Estructural. *Ingeniería y Universidad*, enero-junio, año vol. 10, número 001. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia, 2010.
- Schón, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos*. Madrid, España: Paidós.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*, México: Editorial Limusa, 440 p.
- Vargas, N. (2008). "Los modelos pedagógicos en la Ingeniería Civil", Tunja: Universidad Santo Tomás, tesis de pregrado.

### Sobre los autores

- **Néstor Perico Granados:** Ingeniero Civil, Máster en Educación, Candidato a Doctor en Educación, de Rudecolombia, UPTC. Profesor de Ingeniería civil en la Universidad Santo Tomás en Tunja. Nestor.perico@usantoto.edu.co
- **Néstor Rafael Perico Martínez:** Ingeniero Civil, Físico, Candidato a Magister en Física en la Universidad de los Andes. Asistente graduado de docencia. Nr.perico10@uniandes.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)