



Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness  
*Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global*

# MÉTODO DE PROYECTOS DESDE FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA, EN BENEFICIO DE NECESIDADES LOCALES

**Edgar Antonio Vargas Castro**

**Universidad Piloto de Colombia  
Bogotá, Colombia**

## **Resumen**

La transformación que está detrás de todo conocimiento se soporta desde la metodología que da valor a las acciones de enseñanza; requiere señalar los cambios de la vida misma, con rectitud para persistir en el desarrollo de la naturaleza y las necesidades sociales, sin que su proceso se vuelva solo coincidencias o casualidades. El proceso de formación con base en el método de proyectos ha permitido desde los fundamentos de ingeniería en la Universidad Piloto de Colombia, crear aportes en beneficio de comunidades menos favorecidas. Este logro es el resultado de las acciones de docencia e investigación, que permiten enseñar para que el estudiante mejore su capacidad crítica y mentalidad autónoma.

En resumen, hoy en día el conocimiento mejora día a día, navegando en las estrategias efectivas de enseñanza, que abordan la formación desde la construcción de conceptos, proceso curricular y evaluación formativa. Esta realidad requiere considerar la mirada para preciar la diversidad del universo sin olvidar la naturaleza humana.

**Palabras clave:** método de proyectos; fundamentos de ingeniería; enseñanza

## ***Abstract***

*The transformation that is behind all knowledge is supported from the methodology that gives. The methodology requires by itself to bestow the changes of live, righteously to persist in the development of nature and social needs considering that the transformation process becomes just coincidences or causalities. The training process based on the project method from the basis of engineering at Piloto University has allowed to create benefits for disadvantaged communities. This achievement as the result of the teaching and research endeavors that allows that the students improves his critic as well as his autonomous mentality.*

*In summary, according with the strategies of effective teaching, today knowledge improves everyday taking into account the construction of concepts, the curricular process and the formative evaluation; this reality requires to seriously consider and appreciate the view of the diversity of the university without forget the human nature.*

**Keywords:** *Project method; basis of engineering; teaching*

## 1. Introducción

Las metodologías y estrategias didácticas han contribuido a innovar en la formación de ingenieros a partir de actividades que permiten situarlas en los paradigmas actuales con beneficios para necesidades locales, como sucede desde la vivencia de los espacios académicos de Fundamentos de Ingeniería y Trabajos de Grado en la Universidad Piloto de Colombia. Las actividades permiten generar la capacidad de discernir y desarrollar pensamiento crítico de juicios y reflexión acerca de ellos, a partir de la docencia, la investigación, el aporte significativo y solidario como componente de la relación profesional, luego, el papel de los procesos de innovación es seguir construyendo en la práctica, como se aborda el conocimiento desde el método de proyectos y, aprender haciendo con el desarrollo de la imaginación y la lógica para que el estudiante desarrolle una mentalidad autónoma en un proceso de discernimiento de lo que sucede alrededor; pero también preguntándose si la estructura de conocimiento depende del sujeto, del objeto de conocimiento o de la relación entre sujeto-objeto, para no aterrizar en un proceso que se vuelva solo coincidencias o casualidades por ausencia de los conceptos de ciencia.

Este diseño metodológico permite que la universidad y el programa académico de ingeniería civil con los grupos de investigación y sus semilleros, desarrolle proyectos orientados a objetivos diferentes, unos orientados más hacia la proyección social y otros hacia un desarrollo académico de la investigación científica que produce nuevo conocimiento y tecnología..

## 2. Método de proyectos

Desde el programa, la pedagogía conceptualiza, aprovecha y experimenta los conocimientos concernientes a la enseñanza de la ingeniería, como un espacio amplio de reflexión donde se encuentran conceptos, prácticas, modos de enunciación y relaciones con los saberes propios de la ingeniería. Una de las estrategias didácticas está soportada en el método de proyectos que “consiste en llevar al educando, individualmente o en grupos a proyectar algo concreto y viabilizar su ejecución. El proyecto es una actividad que se desarrolla ante una situación problemática concreta, real y que requiere soluciones prácticas.” (PEPIC, 2009, p. 9).

Es decir, está involucrada la metodología de proyectos orientada a objetivos, para lo cual se acude a la definición de Helming y Gobel citada en Estrategias de desarrollo de la empresa (Hernández, 2012, p. 255). “Se entiende por un proyecto una tarea innovadora, que tiene un objetivo definido, debe ser efectuado en un cierto período, en una zona geográfica delimitada y por un grupo de beneficiarios; solucionando de esta manera problemas específicos o mejorando una situación existente. Proyecto: Conjunto metódicamente diseñado de actividades planificadas y relacionadas entre sí, que utilizan recursos para generar productos concretos, con los cuales apuntan a alcanzar objetivos definidos. Debe permitir una transferencia de capacidades y fortalecer las organizaciones sociales y las instituciones implicadas.”

Si bien esta metodología orientada a objetivos tiene su manual, cabe destacar la importancia de seguir unos pasos de organización como son análisis de: participación, problemas, objetivos, y estrategias que dan lugar a la elaboración del marco lógico.

### **3. Método de proyectos desde el espacio académico fundamentos de ingeniería y trabajos de grado**

Reflexionar desde el espacio académico de fundamentos de ingeniería civil y los trabajos de grado, es fortificar, de una parte el entusiasmo y amor por la profesión hacia la realidad que se afronta tras el logro de proyectos orientados a objetivos, que permiten ingeniar la toma de decisiones a partir de resolver un problema de la realidad para aprender a vivirlas como ingenieros en el ámbito de fomentar la consulta orientada a procesos de investigación, y de otra su filosofía, fundamentada en el respeto por las diferentes opiniones, la interdisciplinariedad, la comunicación proactiva, el intercambio de saberes, el mutuo aprendizaje y el desarrollo. Este espacio de fundamentos se trabaja por periodos académicos, en localidades específicas que se benefician mejorando su situación existente con temas definidos en las líneas de investigación, asumiendo la realidad con plena conciencia y espíritu innovador, a través de un proceso de cimentación de verificación-error, de contrastaciones, y de rectificaciones; para comprender que hay que volver tanto a la diversidad como a la naturaleza humana, y no sencillamente mecánica, los trabajos de grado se desarrollan de acuerdo con los tiempos previstos en el reglamento de grado.

Volver tanto a la diversidad como a la naturaleza humana lleva implícita la actividad de docentes y estudiantes referidas en la “Tabla 1. Áreas de conocimiento en los programas de ingeniería civil del país. Que identifica áreas del conocimiento como son: ciencias básicas, educación social y cultural, conceptos básicos en ingeniería (programación, expresión gráfica, aspectos económicos, etc.), y los conceptos básicos de la ingeniería civil, así mismo, desde las áreas específicas en ingeniería civil: planeación y manejo de proyectos de construcción, recursos hídricos, estructuras, suelos y geotecnia, transportes, infraestructura vial y materiales.” (ACOFI, 2005, p. 11), sin olvidar que el contexto actual del siglo exige trabajo interdisciplinario no como una suma simple de disciplinas sino teniendo en cuenta aspectos gnoseológicos, técnicos y metodológicos fundamentales, para no terminar perdiendo la identidad desde cada disciplina y sí permita abordar la realidad como una totalidad. En otras palabras, el programa “concibe la ingeniería civil como una profesión orientada al servicio de la sociedad en relación con la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de las obras de infraestructura civil que requiere la comunidad para su bienestar y desarrollo, en el contexto de sostenibilidad, calidad y los compromisos social y ambiental.” (PEPIC, 2009, p. 7)

Adicionalmente, la naturaleza humana desde la ingeniería civil también reconoce que debe y tiene que trabajar interdisciplinariamente, que su campo de acción es complejo y no está restringido únicamente al desarrollo de infraestructura o consultoría, porque el ingeniero que se forma actualmente requiere innovar los espacios de construcción de conocimiento, articularse a redes y hacer parte del capital humano que requiere el país frente a los nuevos roles y campos de acción. .

Esta precisión encuentra eco en el programa cuando para su futuro considera como dice (VARGAS, 2012, p. 74), “fortalece la articulación, integración y funcionamiento de las diferentes unidades académico-administrativas de la institución en la búsqueda permanente de la calidad del programa... transformar y robustecer la extensión, articulándola con los demás programas de la institución...Igualmente, los

estudiantes de ingeniería civil han desarrollado planteamientos con instrumentos, técnicas y materiales, para aminorar los efectos contrarios generados ocasionados, riesgos e incertidumbres asociadas a obras civiles, en busca de generación de nuevo conocimiento”

### **Proyectos en beneficio de las necesidades locales**

La vivencia desde el programa se ha hecho realidad con proyectos como: buenas prácticas de vivienda saludable relacionadas con la ingeniería civil, específicamente en la comunidad del barrio Villa del Cerro de la localidad de Chapinero, inscrito en el semillero de vivienda saludable; adecuación estructural e investigación de la movilidad para personas con discapacidad dentro del entorno universitario del polígono definido por carrera 17 y carrera 7 entre calle 53 y 39, inscrito dentro del semillero de gestión urbana de la movilidad; problemática del río Fucha considerando las evoluciones cronológicas de las relaciones drenaje en el manejo de aguas pluviales, inscrito en el semillero de hidrología urbana, y, modelación numérica de estabilización de taludes usando neumáticos de desecho, caso Villa del Cerro, inscrito como trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil.

A manera de ejemplo se presenta el ejercicio que se realizó con el método de proyectos orientado a objetivos, realizando el estudio de buenas prácticas de vivienda saludable relacionadas con la ingeniería civil, en la localidad de Chapinero, Bogotá D. C., y teniendo como unidad de análisis algunas viviendas del barrio Villa del Cerro.

Problema: la problemática de habitabilidad en viviendas vulnerables del barrio Villa del Cerro, para mejorar su calidad de vida mediante el diseño y ejecución de iniciativas de carácter técnico de ingeniería económicamente sostenibles y culturalmente viables.

Tema: buenas prácticas en vivienda saludable articulado con los factores de riesgo y las enfermedades evitables.

Análisis del contexto del proyecto: la vulnerabilidad de las viviendas del barrio Villa del Cerro, seguida desde el programa de ingeniería civil al considerarlo como laboratorio vivo, se ha dispuesto específicamente para objeto del proyecto. Además de lo anterior, las viviendas se ven afectadas como sector marginado socialmente al estar localizado sobre el cordón forestal de los cerros orientales de Bogotá como se aprecia en la imagen 1.



Imagen 1. Sector del barrio Villa del Cerro. Fuente: Erika Velásquez Vega

Análisis de actores: Administrativos (Universidad), docentes de planta del programa, coordinador del semillero de vivienda saludable, coordinador de investigaciones del programa y docente de fundamentos de ingeniería. Ejecutores: estudiantes de fundamentos de ingeniería. Víctimas: habitantes de las viviendas del barrio Villa del Cerro.

Análisis de problemas: el análisis de problemas en la propuesta de buenas prácticas saludables en la vivienda, se soporta desde el conocimiento de tres matrices previamente establecidas por los docentes del proyecto, la primera que relaciona algunos factores de riesgo con aspectos saludables localizados, la segunda de buenas prácticas en vivienda saludable, matrices que en conjunto permiten tener claridad para calificar en la tercera matriz de evaluación, las condiciones actuales de la vivienda por niveles inicial, medio o avanzado que identifican la carencia total la condición desfavorable o el aspecto aceptable o cumplimiento de los aspectos a evaluar. Con esta evaluación se seleccionaban los aspectos críticos a considerar para fomentar los espacios saludables en las viviendas.

Factores de riesgo en la vivienda	Aspectos saludables localizados
Actividades que promueven el sedentarismo en la población.	11. Entorno de la Vivienda
Falta de acceso a agua potable	1. Servicios públicos domiciliarios, 6. Abastecimiento de Agua para Consumo
Falta de espacios suficientes y separados	2. Ventilación en la Vivienda, 7. Ambientes separados en la Vivienda, 16. Hacinamiento
Inadecuado saneamiento básico (Unidades sanitarias y cocina).	9. Saneamiento Básico, 12. Manejo de Excretas y Residuos Sólidos
Uso y manipulación inadecuada de contaminantes químicos.	2. Ventilación en la Vivienda
Contaminación del aire y mala ventilación Desorden y desaseo	2. Ventilación en la Vivienda, 7. Ambientes separados en la Vivienda, 16. Hacinamiento
Presencia de insectos y roedores.	11. Entorno de la Vivienda, 15. Protección contra plagas y/o Vectores
Mal almacenamiento de agua	6. Abastecimiento de Agua para Consumo, 10. Manipulación de Alimentos
Falta de higiene y cuidado en la tenencia de animales domésticos y para consumo.	8. Presencia de Animales en la Vivienda
Uso inadecuado de combustibles y fuentes de energía y calor	2. Ventilación en la Vivienda
Pisos, techos y paredes con agujeros o grietas	13. Materiales de la Vivienda
Mala manipulación de alimentos	6. Abastecimiento de Agua para Consumo, 9. Saneamiento Básico, 10. Manipulación de Alimentos
Manejo inadecuado de excretas y residuos sólidos y líquidos	1. Servicios públicos domiciliarios, 12. Manejo de Excretas y Residuos Sólidos
Falta de confort en la vivienda (defectos en la construcción), iluminación, temperatura, ruido, humedad	3 Iluminación en la vivienda, 4 Humedad en la vivienda, 5. Ruido en la vivienda.

Análisis de los objetivos: a manera de ejemplo se presenta una parte de la matriz de buenas prácticas en vivienda saludable.

Factores de riesgo en la vivienda	Mejoras en la vivienda	Buenas prácticas en Vivienda Saludable	Enfermedades evitables
Actividades que promueven el sedentarismo en la población.	Promover el ejercicio y la recreación desde la utilización de las zonas comunes que rodean a la unidad habitacional	Arreglo de los parques frente a su acondicionamiento para prácticas deportivas, construcción de parques y adecuación de zonas verdes comunes para fomentar el deporte.	Aumenta las causas de mortalidad, duplica el riesgo de enfermedad cardiovascular, de diabetes de tipo II y de obesidad. Aumenta el riesgo de hipertensión arterial, problemas de peso, osteoporosis, depresión y ansiedad. Además, es uno de los factores de riesgo para padecer cáncer de colon y de mama, entre otros.
Falta de acceso a agua potable	Abastecimiento de agua potable	Mejoramiento o instalación del Tanque de almacenamiento, arreglo de acometidas, cambio de llaves, sistemas de sedimentación y desinfección casera, sistemas de ahorro.	Infecciones gastrointestinales, parasitosis intestinales, fiebre tifoidea, cólera, diarrea, leptospirosis, enfermedades cutáneas, enfermedades coronarias, cáncer.

Matriz de análisis de los objetivos. Fuente: Torres, et al. (2012)

Matriz de evaluación:

ASPECTOS A EVALUAR	NIVEL 1. INICIAL Carece totalmente	NIVEL 2. MEDIO condiciones desfavorables	NIVEL 3. AVANZADO Aceptable / Cumple
<b>1. Servicios públicos domiciliarios</b>			
Red de Energía Eléctrica			
Servicio de Gas Natural por tubería			
Red de Acueducto			
Red de Alcantarillado			
Recolección de basuras			
<b>2. Ventilación en la Vivienda</b>	N. 1	N. 2	N. 3
Cocina			
Dormitorio adultos			
Dormitorio niños:			
Dormitorio alterno			

Esto, por supuesto, corresponde con el proceso de cimentación de verificación-error, de contrastaciones, y de rectificaciones; para comprender que hay que volver tanto a la complejidad como a la naturaleza humana, se vivió estableciendo el marco teórico para vivienda saludable, que permitió a través de la metodología de trabajo de campo, el acercamiento a las familias del barrio para verificar las problemáticas de la vivienda, observando las características y circunstancias del problema social con fundamento en una técnica cualitativa como la entrevista. Para su verificación fue necesario contrastar los soportes del marco teórico con el registro fotográfico y las condiciones reales de las familias. Este proyecto diseñado con actividades planificadas y relacionadas entre sí, permitió alcanzar los objetivos definidos, para generar propuestas a las problemáticas encontradas las cuales se implementarían con el fin de establecer su pertinencia y eficacia

fortaleciendo la organización social de la familia en el barrio en conjunto con el programa de ingeniería civil de la universidad Piloto de Colombia.

Las problemáticas establecidas para una de las viviendas refieren: carencia de luz natural al interior de las habitaciones afectando las condiciones de confort; el piso de la casa no garantiza las condiciones de salud al ser un piso en tierra, y, un problema de estabilidad de talud a un costado de la vivienda.

Lo trascendental del proyecto consiste en comprender que desde el programa, la pedagogía ha aprovechado y experimentado en el laboratorio vivo, una reflexión donde se encuentran conceptos, prácticas, modos de expresión y relaciones con los saberes propios de la ingeniería, de donde surgieron propuestas como las siguientes: para el problema de iluminación al interior de las habitaciones, abrir un orificio en las tejas que cubren los cuartos y en este colocar una botella plástica que en su interior contenga agua y cloro; para el piso en tierra elaborar un tapete a partir de material reciclado aprovechando tapas de gaseosa, las cuales al ser pegadas una al lado de la otras va a generar un tapiz que permite con un mortero llenar los espacios que quedan entre tapa y tapa, y para el caso de la estabilidad del talud se generó un proyecto de grado denominado modelación numérica de estabilización de taludes empleando neumáticos de desecho.

Finalmente, se puede presentar las acciones de este ejemplo relacionando la reciprocidad de las familias del barrio Villa del Cerro para el logro de la propuesta. La experiencia ha mostrado que la ejecución del proyecto es más fácil cuando docentes, estudiantes y habitantes del barrio lograron establecer un acuerdo sobre los objetivos de una forma clara, lo cual permite señalar que el premio que se puede lograr con los proyectos se cimienta en unos principios humildes: objetivos formales y responsabilidades auténticas, que a su vez requieren estar articulados y organizados desde la planificación de proyectos orientado a objetivos. Vale la pena recordar que un proyecto debe contar con los recursos necesarios que aseguren la culminación del proyecto, que para el caso de las viviendas del barrio esta involucrado con la participación de sus propios habitantes y con los recursos que ellos mismos poseen en este momento. De los pasos expuestos cabe resaltar que para un proyecto de este tipo la importancia está en la elaboración del marco lógico.

#### **4. Referencias**

##### **Libros**

- Asociación colombiana de facultades de ingeniería ACOFI, Marco de fundamentación conceptual, especificaciones de prueba ecaes ingeniería civil. Versión 6.0. 2005. Bogotá D.C. pp. 11-12
- Helming, Stefan y GobeL, Michael. Planificación de proyectos orientada a objetivos. Editorial Deutche Gesedllschaft, 1998, Alemania.
- Hernández, M. Ignacio. La formulación de proyectos en ciencias sociales. Digiprinit editores e.u. Primera edición. 2012 Bogotá D.C. pp. 254 – 255.
- Vargas C., Edgar A. Vivencia de Ingeniería Civil 1997 – 2011 Autoevaluación. Universidad Piloto de Colombia. Impresión Color Copias. Primera edición. 2012. pp. 70 -74.

##### **Memorias de Congresos**

- Torres P. Camilo A. y Vargas C. Edgar A. Evaluación del impacto de las condiciones de habitabilidad en comunidades de alta situación de vulnerabilidad e informalidad en los procesos de construcción de vivienda, a partir de la valoración cualitativa y cuantitativa de las condiciones saludables. 16 Convención científica de Arquitectura e Ingeniería. Cuba. Cujae 2012. pp. 195.

### Memorias del programa

- Universidad Piloto de Colombia. Ingeniería civil. Proyecto educativo del programa PEPIC (2009). Bogotá D.C. 7 – 9.

### Sobre el autor

- **Edgar Antonio Vargas Castro:** Ingeniero Civil de Universidad La Gran Colombia. Especialista en Innovación y Pedagogía Universitaria, Magister en Gestión Urbana de la Universidad Piloto de Colombia. Profesor de Planta. TC. Universidad Piloto de Colombia. edgaravc@gmail.com

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)