

## HACIA UN MODELO PEDAGÓGICO INTEGRADO APLICADO EN LA ASIGNATURA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**María Fernanda Serrano Guzmán y Norma Cristina Solarte Vanegas**  
Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga (Colombia)

**Diego Darío Pérez Ruiz**  
Pontificia Universidad Javeriana, Cali (Colombia)

**Álvaro Pérez Ruiz**  
Universidad del Valle, Cali (Colombia)

### Resumen

El Modelo Pedagógico Integrado (MPI) establece una pedagogía participativa, posibilita la selección de modalidades de trabajo cooperativo y colaborativo y se basa en la enseñanza centrada en el estudiante y en la autonomía en el aprendizaje para aprender y aprovechar las posibilidades para la formación de valores. Atendiendo a estos lineamientos establecidos por el Sistema Nacional Universitario de la Universidad Pontificia Bolivariana, se han diseñado las prácticas del laboratorio de Materiales de Construcción, a través de espacios autónomos de aprendizaje orientados hacia casos reales del ejercicio profesional. El presente artículo expone los resultados preliminares obtenidos en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana, luego de la implementación del MPI en la asignatura de materiales de construcción. Los resultados han demostrado un afianzamiento de los conocimientos por parte de los estudiantes y una mayor capacidad de análisis de casos aplicados a la ingeniería civil luego de la implementación de este modelo integrado.

**Palabras clave:** Modelo pedagógico integrado, currículo, materiales de construcción

### Abstract

The Integrated Pedagogical Model (IPM) establishes a participative learning experience and encourages the cooperative and collaborative team work; IPM is based on the student as a core of a teaching goal. The student, therefore, is considered responsible for the learnt and the individual apprehension of knowledge must be gotten. According with the requirements of the University National System at the Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, the laboratory activities about Construction Materials have been oriented of learning from the classroom real cases of the professional performance. This article addresses preliminary results got in the Faculty of Civil Engineering of the Universidad Pontificia Bolivariana, after the implementation of the IPM in the course of materials. These results shown that the students have improved their skills and acquired a greater capacity to analysis cases applied to civil engineering.

**Keywords:** Integrated pedagogical model, curriculum, construction materials

## Introducción

En el marco de la Constitución Política Colombiana y de la Ley General de Educación, surgen interrogantes sobre la función de la pedagogía en el siglo XXI, así como también sobre las potencialidades que es posible desarrollar en las poblaciones (MEN, 1998), entre ellos, la pregunta sobre qué enseñar y qué aprender en las aulas de clase. Estas reflexiones conllevan a una mirada al currículo.

Teniendo en cuenta, que es desde en el aula de clase, en donde se concentran los discentes, es necesario plantear esquemas educativos de manera que el ciudadano del mañana se apropie de los conocimientos aprendidos y los use para su beneficio y el de la sociedad que lo rodea. El presente artículo empieza con una conceptualización sobre currículo, posteriormente se centra en el currículo integrado, y finaliza con un ejemplo de la propuesta de un modelo pedagógico integrado aplicado para al caso del curso sobre Materiales de Construcción en Ingeniería Civil, específicamente en el diseño de mezclas de concreto.

## Currículo

El concepto de currículo se deriva del latín y su origen etimológico significa “carril” o “senda”, es decir implica la idea de dar dirección (Vera, 2009). De esta manera, entonces, se entiende que es el maestro o docente quien dentro del aula de clase tiene la responsabilidad de dirigir u orientar el proceso de la enseñanza y aprendizaje siguiendo un método o estrategias pre-determinadas. El término currículo, también, es percibido como el contenido de un curso, la programación de una oferta académica, la organización de unas experiencias de aprendizaje o un plan de estudios (Vera, 2009).

El currículo incluye una serie de objetivos y conocimientos que en ocasiones son difíciles de abordar (Pozuelos y Travé, 1998). Podría hablarse que es el que hace que las materias no se desarrollen como apéndices, desde enfoques parciales o divididos, sino que se integren englobando múltiples conocimientos de los cuales en definitiva se apropia el individuo en su desarrollo. Pozuelos y Travé, (1998) incluyen otras

acepciones que han sido planteadas por expertos en pedagogía:

- Un plan para proveer conjuntos de oportunidades de aprendizaje que permitan a una población alcanzar ciertas metas generales y objetivos específicos.
- Un conjunto de cursos que establecen unas experiencias de aprendizaje para impartir los conocimientos, principios, valores, y destrezas a través de una educación formal en un colegio.
- Son todas las experiencias de aprendizaje que ocurren dentro o fuera del plantel escolar una vez que éstas sean organizadas y supervisadas por el personal escolar.
- Plan de estudios que sobre la base de unos fundamentos o racional, organiza el contenido o material en forma secuencial y coordinada para facilitar la elaboración de actividades de enseñanza aprendizaje y lograr unas metas u objetivos.
- Un programa educativo.

Otras acepciones lo definen como un proceso planeado e integrado de actividades, experiencias, medios educativos, conceptualmente fundamentados, en donde participan discentes, docentes y demás miembros de la comunidad, para el logro de los fines y objetivos de la educación.

Esta concepción reafirma que el currículo es una totalidad que debe ser abordada con espíritu y sentido social, histórico y humano, sin dejar de lado el racionalismo académico (Velásquez, 2009).

La ley 115 de febrero de 1994 del Ministerio de Educación Nacional (Colombia), por su parte, define currículo como:

*“Conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías, y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local, incluyendo también los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto educativo institucional” (MEN, 1994).*

## Modelo pedagógico integrado

El Modelo Pedagógico Integrado surge para ofrecerle al futuro profesional un currículo que considera las necesidades, los intereses de los estudiantes, así como los temas y problemáticas propuestas por el contexto sociocultural en el cual este estudiante está inmerso. Este modelo, se constituye en una manera especial para seleccionar, organizar y evaluar el conocimiento, mediante una serie de prácticas que proporcionan flexibilidad y un aprendizaje acorde con el ritmo de cada estudiante (UPB, 2009). El MPI está relacionado con el aprendizaje significativo y la educación centrada en el alumno, asociando estrechamente la investigación como eje articulador (UPB, 2009). Es así como, el MPI propicia procesos de enseñanza y aprendizaje basados en la investigación, la articulación de los temas con otros tratados en diferentes niveles de formación, transversalmente y a lo largo del programa regular y el desarrollo de competencias en comprensión de problemas y para dar respuesta a diversas situaciones en el ejercicio profesional futuro.

### Aplicación del MPI en materiales de construcción

Las estrategias pedagógicas utilizadas incluyeron exposiciones magistrales del docente, seminarios organizados por los estudiantes, revisión de artículos científicos, composición de artículos científicos y actividades de evaluación personalizadas, a manera de pruebas cortas.

Para la aplicación del MPI en el tema de diseño de mezclas de concreto se elaboró una guía para el laboratorio en la cual se establecieron los siguientes objetivos:

- Integrar todos los resultados obtenidos en las guías de cemento, agregado fino y agregado grueso para la preparación de una mezcla de concreto a ser usada en un proyecto de vivienda.
- Identificar las proporciones de los materiales de acuerdo con la metodología de diseño en la cual se debe considerar el menor porcentaje de vacíos de los agregados.
- Reconocer diferencias en la calidad del concreto en estado plástico y endurecido cuando se varían las proporciones de los agregados.

Con respecto al método anterior de enseñanza, en éste MPI se motiva al estudiante a la indagación ya que se le están incorporando métodos de diseño diferentes; a la observación para el desarrollo de la destreza de análisis cualitativo de eventos; a desarrollar la iniciativa para lograr producir una mezcla de concreto que sea apta para la preparación de adoquines; y, a la incorporación de experiencias previas en el laboratorio para seleccionar el material más adecuado para la preparación del concreto.

### Procesos de enseñanza y de aprendizaje basados en investigación

Se incorporó el desarrollo de un proyecto de investigación dentro de la práctica del diseño de una mezcla. El proyecto de investigación abarcó el diseño de la matriz experimental (Tabla 1), en la cual se manejaron tres tipos de relación agua-cemento, y dos tipos de agregados: fino y grueso, para un total de veinticuatro especímenes de concreto por cada relación A/C. Adicionalmente, la orientación brindada a los asistentes fomentó la consulta sobre las normas colombianas existentes alrededor de los materiales de construcción.

Mezcla	Agregado Grueso G	Agregado Fino F	Relación A/C	Número total de especímenes
1	$\frac{1}{2}$	F1	0.4, 0.5, 0.6	24 cilindros y 3 vigas
2	$\frac{3}{4}$ "	F1	0.4, 0.5, 0.6	24 cilindros y 3 vigas
3	$\frac{1}{2}$	F2	0.4, 0.5, 0.6	24 cilindros y 3 vigas
4	$\frac{3}{4}$ "	F2	0.4, 0.5, 0.6	24 cilindros y 3 vigas

Tabla 1. Matriz experimental

Paralelamente, el desarrollo de este proyecto implicó la investigación relacionada con el procedimiento a seguir para realizar un diseño de mezclas considerando el menor porcentaje de vacíos, con lo cual se incentivó al estudiante en la búsqueda de otras alternativas de diseño.

### Comprensión de problemas

Adicional al ejercicio propio de la elaboración de la mezcla de concreto, se incorporó en la guía de laboratorio la necesidad de seleccionar de las mezclas preparadas, aquella que considerara viable para ser utilizada en un proyecto de construcción de vivienda. Esto le permitió al estudiante enfrentarse a la solución de un problema inherente al ejercicio profesional; esta estrategia desarrolla en el discente la capacidad para observar e interpretar resultados.

### Resumen de la trayectoria de aprendizaje

La conceptualización de la práctica de diseño de mezclas de esta forma, incentiva al estudiante a la consulta de fuentes bibliográficas de reconocido prestigio. Las actividades pedagógicas realizadas durante el diseño de la mezcla de concreto abarcaron:

- Investigación sobre las metodologías para el diseño de mezclas de concreto.
- Observación sobre las características del concreto en estado fresco y en estado endurecido
- Organización de los datos recopilados en el laboratorio
- Preparación de la bitácora o portafolio en el que se registre la metodología para el diseño de mezcla de concreto.
- Realización de los ensayos según las normas técnicas colombianas
- Espacios de discusión, foros, en el que los estudiantes discutieron sus resultados.

## Resultados

En una práctica convencional de diseño de mezclas de concreto es necesario buscar la integración de los conceptos teóricos y prácticos adquiridos durante el desarrollo del semestre académico. Así mismo, identificar la relación entre los agregados, el contenido de agua y de cemento (A/C) y la resistencia mecánica del concreto, como también la verificación cualitativa de la calidad del concreto obtenido según la consistencia de la mezcla. El valor agregado del MPI es que incentiva al estudiante a investigar sobre otros métodos de diseño y sobre normas que les garanticen el control de calidad en el trabajo del laboratorio. En esencia, la adopción del Modelo Pedagógico Integrado puede permitir el logro de competencias alrededor del tema.

Para verificar como el cambio de pedagogía favorece el proceso de aprendizaje, se procedió a aplicar una encuesta a una población de 51 estudiantes, veinte de los cuales recibieron las prácticas de Materiales de Construcción con la anterior metodología, y los restantes con la metodología nueva. Los resultados indican que existe una mayor apropiación del conocimiento con esta nueva metodología de enseñanza. Adicionalmente, es interesante destacar que los estudiantes reconocen que la consulta y la investigación, fortalecen el proceso de aprendizaje (Tabla 2).

Durante los foros que se realizaron con los estudiantes que están recibiendo su formación profesional en el tema de materiales de construcción bajo la modalidad del MPI manifestaron que la consulta en las bases de datos, les permitió conocer sobre temas relacionados al diseño de mezclas. Adicionalmente, según la experiencia de los docentes en los laboratorios, los estudiantes bajo el MPI tienen una mayor habilidad para recoger datos y organizarlos de manera adecuada.

Aspecto Evaluado	Antes del MPI (%)	Después del MPI (%)
Valoración cualitativa de la consistencia del concreto	28,57	60,00
Influencia de la relación agua cemento A/C	60,71	80,00
Factores que afectan la resistencia del concreto	64,29	80,00
Concepto Modulo de Finura y Tamaño Máximo Nominal	85,72	90,00
Reconocer el ensayo de compresión como el más utilizado para verificar la calidad de mezclas de concreto	100,00	100,00
Importancia de la consulta de artículos científicos	57,14	100,00

Tabla 2. Resultados de la evolución en afianzamiento de conceptos teórico-prácticos

## Conclusiones

Se evidencia que involucrar al estudiante como un agente activo, responsable de su proceso de formación redonda en el afianzamiento de conceptos aplicables a casos prácticos. Variables como consistencia de la mezcla, la relación A/C y características de los agregados empiezan a hacer parte de los criterios ingenieriles para predecir la funcionalidad de una mezcla de concreto y el estudiante, futuro profesional, se apropia de los conceptos para resolver problemas propios de la ingeniería.

La aplicación del Modelo Pedagógico Integrado ha propiciado la búsqueda bibliográfica en fuentes de calidad científica. Los estudiantes encuestados manifestaron que esta consulta les facilita la

comprensión de los temas abordados, mejorar el nivel de inglés técnico y reconocieron que con este tipo de consulta el aprendizaje fue mejor. Sin embargo, en la encuesta se recogieron opiniones relacionadas con la dificultad para acceder a las revistas especializadas por problemas de idioma o por desconocimiento de estas fuentes.

## Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al rector de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, monseñor Primitivo Sierra Cano, a Luis Felipe Casas R., Jorge I. Ramírez y Aldemar Remolina, y a los estudiantes de ingeniería civil que aceptaron participar en este estudio y que se han involucrado con el Modelo Pedagógico.

## Referencias

---

- MEN, Ministerio de Educación Nacional (1998). Lineamientos Curriculares, Bogotá. pp. 57.
- MEN, Ministerio de Educación Nacional. La ley 115 de febrero de 1994.
- Pozuelos F.J y G.Travè. (1998). Para una Alimentación Saludable en Educación Primaria”. Junta de Andalucía, Consejería de Educación y Ciencia. Edición 2.
- Velásquez Montoya H. (2009), Diseño Curricular por Competencias Integrales para la Educación Superior. Ponencia en Congreso Internacional de Investigación Educativa IIMEC-INIE 25 años en Pro de la Educación. 20 de Octubre. Costa Rica, pp. 1-10.
- Vera L. (2009). Conceptualización de Currículo y el Proceso de Evaluación. Consultado en noviembre de 2009. [http://ponce.inter.edu/cai/reserva/lvera/prot6024/El\\_curriculo.pdf](http://ponce.inter.edu/cai/reserva/lvera/prot6024/El_curriculo.pdf)
- Vilches A. y C. Furio. (1999). “La Enseñanza de las Ciencias a las puertas del siglo XXI”. Ponencia en Congreso de Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la Educación Científica para el Siglo XXI. 6 al 10 de Diciembre de 1999. Centro de Convenciones Pedagógicas Cojimar. La Habana, Cuba.
- Universidad Pontificia Bolivariana. (2009). Modelo Pedagógico Integrado. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín. Colombia.

## Sobre los autores

---

### María Fernanda Serrano Guzmán

Ingeniera civil de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, especialista en gerencia de proyectos de construcción de la misma Universidad, especialista en ingeniería ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Bucaramanga, magíster en ingeniería civil de la

Universidad de Puerto Rico, doctorado en ingeniería civil de la Universidad de Puerto Rico. Desde el año 2009 es la directora general de investigaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana y es docente de la Facultad de Ingeniería Civil.

**Norma Cristina Solarte Vanegas**

Ingeniera civil de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, especialista en transporte de la Universidad Nacional de Colombia, especialista en ingeniería de caminos de montaña de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina, título convalidado por el ICFES como especialista en vías terrestres. Actualmente, profesora de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga.

**Diego Darío Pérez Ruiz**

Ingeniero civil de la Universidad del Cauca, magíster en ingeniería de tránsito y transporte de

la Universidad del Cauca. Master en ciencias en ingeniería civil de la Universidad de Puerto Rico, Doctorado en ingeniería civil de la Universidad de Texas en Arlington. Actualmente, profesor asistente de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana, Cali.

**Álvaro Alfonso Pérez Ruiz**

Licenciado en biología de la Universidad del Cauca, abogado de la Universidad del Cauca, docente de tiempo completo de la Institución Educativa los Comuneros, candidato a magíster en educación de la Universidad del Valle.

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