



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOF 2014

Nuevos escenarios  
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014  
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

## ESTRATEGIAS DE ARTICULACIÓN DE LOS CURRÍCULOS CON LAS TENDENCIAS DE FORMACIÓN EN INGENIERÍA

Lucía Victoria Ospina Cardona

Escuela de Ingeniería de Antioquia  
Envigado, Colombia

### Resumen

Una de las problemáticas actuales de los currículos de formación en ingeniería subyace en la falta de articulación con la formación previa de los estudiantes, en el diseño de asignaturas aisladas, desconectadas del contexto, con unas ciencias básicas desarticuladas de la ingeniería aplicada y en la implementación de un modelo de aprendizaje que limita la participación activa y creativa de los estudiantes. La Escuela de Ingeniería de Antioquia EIA, consciente de esta problemática, ha implementado en los últimos cinco años, tres estrategias de articulación de los currículos: la articulación con la educación media, basada en el trabajo conjunto colegio - universidad; la articulación entre los contenidos esenciales de las asignaturas a través de líneas curriculares y la implementación del proyecto de perfeccionamiento metodológico, dirigido a fortalecer el aprendizaje mediante la adopción del trabajo por proyectos de ingeniería para estimular la actividad experimental y vivencial y el desarrollo de propuestas de solución a problemas a través del diseño, construcción y puesta en funcionamiento de prototipos, procesos o sistemas. Esta ponencia busca compartir resultados logrados en el mejoramiento del currículo y en la calidad de la formación de los estudiantes.

**Palabras clave:** interacción con colegios; proyectos de ingeniería; líneas curriculares; articulación de contenidos

### Abstract

One of the current problems of engineering education curricula underlies in the lack of articulation with the prior training of students, in the design of isolated subjects, unconnected with the context and with a basic science component disjointed of engineering and in the implementation of a learning model that limits the active and creative participation of students. The School of Engineering of Antioquia EIA, aware of this problem has implemented in the last five years, three strategies for articulate curricula. The first strategy consist articulation with secondary education, based on the joint work of teachers in schools and teachers of the EIA and the internships offered to new students. The second strategy is related with the articulation between essential contents across curricular lines that permit leading the gradual and systematic development of personal and professional skills of the students. The third strategy consist in the implementation of one project for the methodological improvement of the teachers, intended to strengthen student learning by adopting the engineering projects that seek to stimulate experimental and experiential activity of students and developing proposed solutions to problems through design, construction and operation of prototypes, processes or systems. This presentation aims to share the results achieved with these strategies and their contribution to greater quality of training of students.

**Keywords:** interaction with schools; engineering projects; curricular lines; articulation of contents

## 1. Introducción

La educación superior es un factor estratégico para el desarrollo político – social de un país y, si bien, como señala Misas (2004), corresponde al Estado definir políticas de educación superior tendientes a promover un mayor acceso con calidad y pertinencia, le corresponde a la universidad, emprender acciones sistemáticas de relacionamiento, tanto con la educación media como con el sector productivo e implementar mejoras profundas y significativas en el currículo y su articulación; así como, en las nuevas formas de poner en acción los procesos de aprendizaje.

Diversos estudios sobre la problemática de formación en ingeniería, coinciden en señalar entre otros, tres aspectos claves que demandan de las facultades, propuestas concretas para asegurar la calidad y pertinencia de los programas:

1. La articulación con la educación media, aspecto que requiere de relaciones sistemáticas y perdurables entre las partes para lograr un tránsito exitoso de los estudiantes entre los dos niveles formativos y el enriquecimiento mutuo.
2. El perfeccionamiento curricular, aspecto que durante los últimos años ha sido motivo de estudio y análisis permanente en la mayoría de las instituciones educativas; especialmente, en razón del desarrollo armónico de competencias personales y profesionales correspondientes con las necesidades de la sociedad y, en la selección de contenidos centrados en los fundamentos de las ciencias y los saberes de la ingeniería más que en los procedimientos. Sin embargo, subsisten problemas curriculares no resueltos relacionados con la articulación entre las asignaturas y su contribución directa y gradual al desarrollo de las competencias, para superar lo que Morin (2000) señala como “conocimiento fragmentado... y dar paso a aprehender los objetos en sus contextos y complejidades...”
3. El perfeccionamiento metodológico, implica una transformación positiva de la dinámica curricular en el aula y fuera de ella, con centro en el aprendizaje significativo, activo y reflexivo. En la actualidad, la educación en ingeniería reclama de la organización de variadas y numerosas actividades y ambientes de aprendizaje que permitan la integración de los fundamentos teóricos de las ciencias con la práctica, la experimentación y la técnica de la ingeniería, que promuevan la interacción productiva en equipos de trabajo y la comunicación efectiva y, especialmente, potenciar altos niveles de motivación, autoestima y valoración personal en las personas que se forman.

La Escuela de Ingeniería de Antioquia EIA, consciente de esta problemática ha implementado estrategias en cada uno de estos aspectos que le han permitido perfeccionar su propuesta formativa conforme a las necesidades y a las tendencias de formación ingeniería.

## 2. La articulación de la formación universitaria con la formación previa de los estudiantes

Un análisis preliminar del sistema educativo colombiano ha permitido identificar la falta de carácter sistémico en su totalidad y, en cambio, se evidencian varios sistemas independientes que funcionan en forma aislada y desarticulada. Específicamente, entre la educación media y la educación universitaria se plantean diferencias significativas, especialmente en razón de la continuidad y la articulación en la formación recibida por los estudiantes, quienes en muchos casos, ingresan a la universidad con bases insuficientes, lo que les dificulta la apropiación de los fundamentos disciplinares y de la profesión.

Según el informe Unesco sobre la educación superior en América Latina y el Caribe (2000 – 2005), el gran desafío de las universidades, en términos de cobertura y de retención estudiantil con calidad, demanda entre otros aspectos, de la implementación de estrategias conjuntas colegio – universidad para lograr una preparación previa de los estudiantes acorde con su formación profesional, partiendo de un conocimiento claro de la profesión y del establecimiento de lazos afectivos hacia su carrera, al nuevo ambiente escolar y a la universidad.

La EIA, consciente de este desafío y de que la calidad de la formación impartida depende, como señala el informe de la Comisión Attali (1998), “de la calidad de los estudiantes que recibe”, ha establecido criterios de selección que le han permitido contar con estudiantes que están entre el 3 y el 5% superior de las pruebas Saber 11. Al mismo tiempo, ha emprendido proyectos para facilitar el tránsito de los estudiantes del nivel medio al universitario y aumentar las posibilidades de acceso; para que, con acompañamiento en el proceso se contribuya con el éxito estudiantil.

Para el logro de estos propósitos, se cuenta con la dependencia “Gestión Externa Colegios”, adscrita a las áreas de mercadeo y planeación institucional y que aglutina esfuerzos de las áreas, académica, bienestar universitario y psicología y busca lograr sinergias entre la universidad, colegios claves y grupos de interés para brindar apoyo vocacional y económico a estudiantes con expectativas de formación en ingeniería y afines y apoyo académico integral a los estudiantes admitidos, implementar actividades conjuntas entre los estudiantes y los profesores de los dos niveles de formación y proponer

y desarrollar iniciativas que promuevan el ingreso con oportunidades de logro profesional. En la EIA, los proyectos de articulación con la educación media se desarrollan en las siguientes líneas de acción:

1. Interacción colegio – universidad para el conocimiento y apoyo mutuo. Se basa en actividades de encuentro pedagógico con directores, psicoorientadores y profesores de los colegios y de la EIA. Semestralmente, se presenta a los colegios una información detallada de los rendimientos y logros académicos obtenidos por los estudiantes del colegio respectivo y se analizan y deciden estrategias para fortalecer aspectos claves de la formación inicial que fundamenta la ingeniería.
2. Sensibilización y orientación a los estudiantes hacia la formación en ingeniería. Se busca asesorar a los jóvenes y ofrecerles oportunidades para que construyan y desarrollen sus proyectos de vida con un conocimiento claro de la ingeniería, como profesión de alto impacto social. Se desarrollan diversos tipos de actividades cuya regularidad depende de las necesidades de la parte interesada. Se destacan:
  - Orientación profesional personalizada y con grupos objetivo, a partir de entrevistas, conversatorios, charlas y talleres dirigidos por directivos y profesores de la EIA.
  - Ferias universitarias en el campus y fuera de él. En los últimos cinco años, la EIA ha venido programando cada semestre y en la sede Palmas, la feria “Respira Ingeniería” con la participación en promedio de estudiantes de 15 colegios. Tradicionalmente, ha sido una jornada académico – lúdica donde los estudiantes hacen una inmersión en aspectos prácticos de la ingeniería.
3. Conocimiento y motivación de los estudiantes hacia la EIA y su proyecto educativo. La EIA, consciente de la importancia que tiene generar lazos afectivos con los estudiantes para que se apropien de la vida institucional en contexto y, perfeccionen y validen sus conocimientos iniciales en condiciones académicas reales, desarrolla las siguientes actividades:
  - Visitas guiadas al campus, aulas, laboratorios, zonas deportivas y otros servicios.
  - Actividades académicas compartidas entre los estudiantes de colegio y estudiantes activos en la EIA. Se menciona especialmente, la participación de los estudiantes en el “concurso de puentes”, que tiene el propósito de diseñar y construir un puente, según especificaciones dadas y que resista una carga determinada. En el año 2013 se logró la participación de ocho equipos con estudiantes de colegios.
  - Oferta de semilleros y pasantías. Los cuatro semilleros ofrecidos anualmente, constituyen una alternativa de motivación hacia las ingenierías de la EIA y de nivelación en fundamentos de ciencias básicas para la ingeniería. Las pasantías son una estrategia de participación de los estudiantes de los colegios, en cursos programados en el primer semestre académico y, cuyo desempeño es homologable una vez ingresan como estudiantes de la institución. Se cuenta con un promedio de 20 estudiantes pasantes por año que acceden a su formación profesional en la EIA.
4. Apoyo integral a estudiantes potenciales y a los admitidos. Consecuente con la necesidad de garantizar a los estudiantes de pregrado un acceso equitativo con posibilidades concretas de éxito en su formación profesional, se ha implementado los siguientes programas y estrategias:
  - Puesta en marcha del programa “Ingenia oportunidades”. 31 jóvenes estudiantes, motivados por la ingeniería y por la calidad de los programas de la EIA, obtuvieron becas del orden del 50% y han recibido acompañamiento académico personalizado en su proceso de inmersión al mundo universitario. Adicionalmente, ha sido tradición en la EIA la entrega de descuentos en la matrícula, a estudiantes que requieren de apoyo económico, los acompaña y les hace seguimiento para atender sus necesidades personales y académicas a tiempo.
  - Desarrollo de talleres de autoconocimiento, autogestión y proyecto de vida y actividades de apoyo psicológico.
  - Está en proceso la implementación de pruebas diagnósticas para identificar competencias de entrada y posibles riesgos académicos de los estudiantes y permita la construcción de un sistema de alertas tempranas que realimente los planes y programas de apoyo psicológico y académico.

Tal como se expresa en las orientaciones para la articulación de la educación media del Ministerio de Educación Nacional (2009), “... la articulación con instituciones de calidad permite crecer juntos y ofrecer a los jóvenes una educación más calificada. Cuando se transfieren no solo los niveles de

exigencia de una institución a otra, sino sus conocimientos y criterios de éxito, ambas se enriquecen porque se redescubren a sí mismas y se valoran en la proyección” y, el resultado es una formación de calidad para todos.

### 3. Perfeccionamiento de los currículos: currículos integrados

La dinámica de cambio que se presenta en razón de los nuevos avances en ciencia y tecnología y las demandas de capital humano altamente calificado, han impulsado en las facultades de ingeniería la revisión y modernización de los perfiles de egreso y los objetivos de formación, en términos de competencias; la adopción de los créditos académicos como estrategia para lograr equivalencia de los estudios y la actualización de los contenidos teóricos y prácticos, encadenados en mallas curriculares, en términos de asignaturas y actividades formativas, que buscan mayor pertinencia en la formación de profesionales y la optimización de los tiempos de titulación de los estudiantes.

Aunque en la actualidad, las propuestas curriculares de formación en ingeniería evidencian intensiones pedagógicas dirigidas al desarrollo de competencias y, planes de estudio menos poblados de asignaturas; aún subsisten serias dudas en razón de la articulación de las asignaturas en estructuras curriculares, que permitan establecer su contribución directa al desarrollo de las competencias en ingeniería. En este sentido, señala Crawley, et al. (2007), se requiere de estructuras integradoras que permitan “. . . tejer prácticas y proyectos de ingeniería en el currículo disciplinar tradicional” y como plantea Kamp (2012), promuevan el desarrollo integrado de competencias personales e interpersonales con las habilidades de diseño y construcción de productos, procesos y sistemas en el ámbito del desempeño del ingeniero.

En el marco del perfeccionamiento de los currículos de pregrado, la Escuela de Ingeniería de Antioquia, viene trabajando en alternativas de rediseño curricular conducentes a lograr la articulación de objetivos y contenidos esenciales, que atiendan a la lógica de las ciencias y de la profesión y trasciendan de la definición de prerrequisitos a la contribución directa de las asignaturas al desarrollo de las competencias profesionales del perfil de egreso. Así mismo, se diseñan asignaturas cuya intensión formativa está dirigida principalmente a la integración de competencias personales y académicas en los objetivos formativos, y cuya organización en el plan de estudios, obedezca al desarrollo gradual y sistemático de un profesional competente para las necesidades reales de la sociedad. La articulación e integración del currículo se propone en términos de líneas curriculares y de asignaturas proyecto de ingeniería con el siguiente enfoque:

1. Las líneas curriculares consisten en asignaturas articuladas en razón de su contribución directa al desarrollo de las competencias profesionales del perfil de egreso. En este sentido, toda asignatura debe contribuir en términos de objetivos y contenidos, al desarrollo gradual de la competencia permitiendo una estructura de asignaturas y contenidos coherente e interconectada. En la EIA, la definición de las líneas curriculares implicó la evaluación de los objetivos de aprendizaje en todas las asignaturas y actividades formativas y su correspondiente realineación y secuenciación en el currículo. Se utilizó la metodología matricial para cruzar los objetivos de aprendizaje con los contenidos y establecer su articulación y organización pedagógica para lograr el desarrollo máximo de cada una de las competencias definidas.
2. Las asignaturas proyecto de ingeniería son una estrategia para el diseño de currículos integrados. En la EIA, la metodología de los proyectos integradores ha sido característica diferenciadora de ingeniería biomédica y mecatrónica. El impacto de esta metodología en la formación personal y profesional de los ingenieros, se ha evidenciado en los reconocimientos obtenidos de asociaciones de ingeniería y en congresos nacionales e internacionales, donde ha sido reconocida como una práctica pedagógica innovadora que estimula la creatividad, la solución de problemas, el trabajo en equipo y la comunicación efectiva; a la vez que, eleva la autoestima y reta el talento de los estudiantes, y todo, a través del desarrollo de proyectos interdisciplinarios de diseño y construcción de prototipos, dispositivos o diversos productos. El análisis y la valoración de los aportes significativos de los proyectos integradores a la calidad de los egresados, condujo a estructurar una línea de cuatro “asignatura proyecto de ingeniería”, como unidad integradora de conocimientos disciplinares y técnicos y con el desarrollo gradual y sistemático de competencias experimentales, profesionales y personales. En la siguiente figura se ilustra la articulación de las asignaturas proyecto de ingeniería con los proyectos de inicio de carrera, con el semestre de proyectos especiales y con el proyecto de grado en los planes de estudio de todos los programas académicos EIA.

SEMESTRES – PLAN DE ESTUDIOS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1	A5	A9	A13	A17	A21	A25	A29	Semestre de proyectos Especiales	A33
A2	A6	A10	A14	A18	A22	A26	A30		A34
A3	A7	A11	A15	A19	A23	A27	A31		A35
A4	A8	A12	A16	A20	A24	A28	A32		A36
Proyecto de Inicio de carrera Introducción a la Ingeniería	Proyecto de Ingeniería I	A37	Proyecto de Ingeniería II	A38	Proyecto de Ingeniería III	A39	Proyecto de Ingeniería IV		Proyecto de Grado
<b>Gradualidad en el desarrollo de competencias personales y profesionales</b>									

Figura 1. Articulación de la línea de asignaturas proyecto

La línea de asignaturas proyecto es común para todos los programas de ingeniería, aunque los proyectos son específicos, en razón de los contenidos disciplinares y componentes de formación de cada carrera. La asignatura “proyecto de ingeniería I” promueve el descubrimiento y apropiación del método de la ingeniería, mediante el desarrollo de un proyecto genérico del campo profesional. Los proyectos de ingeniería II, III y IV son de carácter disciplinario o interdisciplinario según el programa, y aplican la metodología CDIO: concebir, diseñar, implementar y operar prototipos, procesos o sistemas de ingeniería como se ilustra en la siguiente figura.



Figura 2. Características y desarrollo de las asignaturas proyecto de ingeniería

#### 4. Perfeccionamiento metodológico: aprendizaje activo y reflexivo

Una profunda transformación de la educación en ingeniería debe ser más pedagógica y metodológica que curricular. Mientras el currículo organiza y sistematiza, lo pedagógico y metodológico pone en acción la propuesta de formación. En este sentido, Ospina (2013) señala con respecto a la formación en ingeniería: “es necesario intervenir positivamente la dinámica curricular y emprender mejoras pedagógicas dirigidas a promover el aprendizaje activo, experiencial y en contexto, la resolución de problemas y el desarrollo de proyectos; escenarios que favorecen la apropiación conceptual y el dominio en el manejo de herramientas y técnicas de la ingeniería; pero sobre todo, estimulen la interacción y motiven la reflexión para aprender a aprender”. El perfeccionamiento metodológico implica nuevos ambientes de aprendizaje, en el campus, en el campo y en la industria, nuevos recursos físicos y tecnológicos, nuevas dinámicas de interacción y participación de los estudiantes en la vida académica y sobre todo, profesores comprometidos con una auténtica transformación de las prácticas educativas en el aula.

En la EIA, con la implementación de los nuevos currículos de ingeniería, se ha considerado el perfeccionamiento metodológico como estratégico e imprescindible para hacer realidad la modernización del proceso de formación. Si bien, las asignaturas proyecto, antes mencionadas, proveen

condiciones para integrar en el currículo los saberes disciplinares y técnicos con las competencias personales, es necesario impulsar y apoyar sistemáticamente el trabajo de aula. En este sentido, durante los últimos dos años se han puesto en marcha las siguientes estrategias:

1. Sensibilización de profesores y estudiantes con el cambio metodológico. Se busca un reconocimiento generalizado entre los miembros de la comunidad académica de que la reforma educativa es fundamental para mantener y mejorar la calidad de la formación en ingeniería y que, aunados con este propósito común se aporta al crecimiento institucional y al desarrollo de la fuerza productiva que requiere el país. Contribuye con este esfuerzo, la “campaña de perfeccionamiento metodológico” que se adelanta a través de diversos medios de difusión: comunicados, cartelera, folletos y testimonios de expertos, publicadas en la página web de la institución, entre otros.
2. Fortalecer el trabajo interdisciplinario entre los profesores. Conscientes de que los cambios no deben ser impuestos sino, reflexionados, discutidos y asumidos con plena convicción y compromiso colectivo y, que además, cambios aislados en un curso no impactan de manera significativa la transformación del sistema educativo; se ha establecido un escenario de encuentro mensual entre profesores de planta y de cátedra, para dialogar sobre tendencias de la formación en ingeniería, compartir buenas prácticas educativas, analizar y evaluar experiencias metodológicas exitosas y lograr propuestas para interconectar iniciativas y proyectos, dirigidos a enfrentar a los estudiantes a múltiples oportunidades de articulación vertical y horizontal de los saberes disciplinares y técnicos para solucionar problemas de ingeniería.
3. Fortalecer el componente práctico — experimental como metodología de reconocimiento, observación y análisis de los fenómenos de la naturaleza. Se busca enriquecer las prácticas de laboratorio, las prácticas de campo, y en general, la toma sistemática de datos; no sólo con fines de comprobación sino de descubrimiento y conducen a los estudiantes a tomar conciencia de lo que saben y de lo que no saben, desarrollar la capacidad de construir y reconstruir el conocimiento y apropiarse de las herramientas, procedimientos y las técnicas de la ingeniería para lograr una base teórica conceptual más profunda y permanente. En razón del perfeccionamiento metodológico, se ha logrado la modernización de las prácticas de laboratorio de química, física, ciencias del suelo, electricidad y electrónica entre otras.
4. Impulsar proyectos estudiantiles con la industria. Se busca incorporar auténticas experiencias de aprendizaje de los estudiantes con contextos reales de la ingeniería. Este ha sido un camino difícil, por la dificultad de sincronizar intereses de las partes involucradas y, aunque en primera instancia, la actividad de los estudiantes en la industria ha sido de simples observadores, se han logrado experiencias como el proyecto de gestión ambiental con la empresa Argos en el programa de ingeniería ambiental.
5. Evaluar y reevaluar los espacios físicos y los recursos tecnológicos de apoyo para promover espacios de interacción de los estudiantes para el trabajo en equipo y para el desarrollo de las fases de diseño y construcción de prototipos y dispositivos, asociados con los proyectos.

## 5. Conclusiones

Es imperativo para las facultades de ingeniería implementar proyectos de articulación con el sistema educativo y el sector industrial y emprender mejoras en su propuesta formativa mediante el diseño de currículos integrados y el desarrollo de metodologías de aprendizaje innovadoras.

## 6. Referencias

- Attali J. (1998). Pour un modèle européen d’enseignement supérieur. Rapport de la Commission présidée par Jacques Attali, Paris, Stock, pp. 35.
- Crawley, E., Malmquist, J., Östlund, S. and Brodeur, D. (2007). Rethinking Engineering Education – The CDIO Approach, Springer, New York, pp. 286.
- Kamp, A. (2012). Rethinking Engineering Education. CDIO Workshop. Delf University of Technology. Consultado el 3 de noviembre 2012 en [https://intranet.tudelft.nl/fileadmin/UD/MenC/Support/Internet/TU\\_Website/TU\\_Delft\\_Medewerkers/Faculteiten/TBM/Nieuwsbrieven/Nieuwsbrieven\\_2012/WorkshopCDIOTUD26\\_April2012.pdf](https://intranet.tudelft.nl/fileadmin/UD/MenC/Support/Internet/TU_Website/TU_Delft_Medewerkers/Faculteiten/TBM/Nieuwsbrieven/Nieuwsbrieven_2012/WorkshopCDIOTUD26_April2012.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional (2009). Orientaciones para la articulación de la educación media. Bogotá, pp. 32.
- Misas, G. (2004). La Educación Superior en Colombia: Análisis y Estrategias para su desarrollo. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 298 pp.
- Morin, E. (2000). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO - IESALC, Ediciones 3 FACES / UCV, Caracas, pp. 18.
- Ospina, L. (2013). Currículos integrados para la formación de ingenieros creativos e innovadores. Ponencia WEEF 2013, Cartagena.

- UNESCO – IELSAC (2005). Informe sobre la educación superior en América Latina y el Caribe 2000 - 2005: La metamorfosis de la educación superior. Caracas, pp 351.

### Sobre los autores

- **Lucía Victoria Ospina:** Ingeniera Química, Especialista en ingeniería Ambiental, Candidato a doctor en Ciencia de la Educación UPR, Cuba. Directora de currículo Escuela de Ing. Antioquia.

---

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

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)