

# Prácticas de Formación Flexible y sus Efectos en la Calidad Académica de los Programas de Ingeniería

## Caso Universidad Libre Cali- Colombia

Freddy Wilson Londoño, Magister, Fabian Castillo Peña, Magister,  
Universidad Libre Seccional Cali, Colombia, [fwlondon@gmail.com](mailto:fwlondon@gmail.com), [electivaulc@gmail.com](mailto:electivaulc@gmail.com)

**Abstract– Uno de los enfoques para el mejoramiento de la calidad de la formación de ingenieros, pasa por la implementación de prácticas formativas en ambientes de aprendizaje que vinculen la solución de problemas en contextos de actuación del futuro profesional.**

*Este artículo presenta la concepción y experiencia de implementación de prácticas de formación flexible como parte de una propuesta de rediseño curricular desde el enfoque sistémico para la formación profesional de ingenieros, estudiando el caso de los programas de ingeniería de la Universidad Libre Cali Colombia. En el se describe la implementación y sus efectos a través de los resultados obtenidos por los estudiantes de dichos programas en las pruebas nacionales de fin carrera durante el periodo 2013 a 2015*

**Keywords– Flexibilidad Pedagógica, Prácticas Formativas, Ambientes de Aprendizaje, Calidad Académica, Ingeniería**

### I. INTRODUCCION

“Se evidencian graves problemas en Latinoamérica por las condiciones de los alumnos que inician sus estudios universitarios [...] las características de la docencia en los primeros años, la situación del alumnado ingresante, las problemáticas de la formación en el nivel secundario de estudios, la orientación profesional y el recursado y la deserción son temas y preocupaciones centrales en el inicio de la formación de ingenieros.”

Congreso Mundial de Ingeniería 2010

La alta deserción de estudiantes en Ingeniería plantea retos a las universidades, en torno a la naturaleza de los procesos de formación profesional y flexibilidad curricular requeridos para generar masa crítica de Ingenieros, destinada a atender los requerimientos de la sociedad. Por ello, para contextualizar una apuesta curricular en Ingeniería Colombia, se requiere reconocer el estado de la misma a nivel nacional.

TABLA 1. DESERCIÓN POR COHORTE INGENIERÍA, ARQUITECTURA, URBANISMO Y AFINES

	Primer Semestre	Quinto Semestre	Décimo Semestre
INGENIERÍA, ARQUITECTURA, URBANISMO Y AFINES	23,16%	46,13%	55,58%
BELLAS ARTES	19,95%	40,87%	52,50%
ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN, CONTADURÍA Y AFINES	21,37%	41,26%	50,98%
AGRONOMÍA, VETERINARIA Y AFINES	20,00%	41,37%	50,67%
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	19,15%	38,23%	47,65%
CIENCIAS BÁSICAS	19,45%	40,22%	46,92%
CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS	18,13%	35,33%	45,41%
CIENCIAS DE LA SALUD	13,92%	29,99%	38,61%

MEN, (2010). Diagnóstico de la deserción en Colombia.

El análisis del sistema SPADIES [1] muestra en sus estudios de deserción que en promedio el 56% de los ingenieros desertan durante su proceso de formación tal como se aprecia en la *Tabla 1*.

Si se analiza a nivel nacional el área de ingeniería por Núcleo básico de conocimiento, en 2010, de los 15 tipos de ingenierías reconocidos, la que presenta la más alta deserción es Ing. Sistemas (64%) y Biomédica (54%) y las de menor deserción son Ing. Química (37%) y Arquitectura (41%). tal como se aprecia en la *Tabla 2* [1].

TABLA 2. DESERCIÓN POR COHORTE PROGRAMAS DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y AFINES

Deserción por cohorte	Primer Semestre	Quinto Semestre	Décimo Semestre
ARQUITECTURA Y AFINES	16,45%	33,66%	41,34%
INGENIERÍA BIOMÉDICA Y AFINES	20,80%	45,29%	54,79%
INGENIERÍA AMBIENTAL, SANITARIA Y AFINES	21,07%	42,00%	53,40%
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA Y AFINES	18,67%	43,83%	53,14%
INGENIERÍA AGRÍCOLA, FORESTAL Y AFINES	16,14%	45,76%	54,77%
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL, ALIMENTOS Y AFINES	22,04%	44,21%	52,85%
INGENIERÍA AGRONÓMICA, PECUARIA Y AFINES	19,39%	39,44%	46,66%
INGENIERÍA CIVIL Y AFINES	18,56%	40,42%	49,28%
INGENIERÍA DE MINAS, METALURGIA Y AFINES	18,90%	40,73%	50,71%
INGENIERÍA DE SISTEMAS, TELEMÁTICA Y AFINES	27,36%	55,24%	64,45%
INGENIERÍA ELÉCTRICA Y AFINES	19,71%	42,46%	54,37%
INGENIERÍA ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y AFINES	23,17%	47,02%	56,18%
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y AFINES	19,39%	39,38%	47,57%
INGENIERÍA MECÁNICA Y AFINES	20,14%	44,19%	52,37%
INGENIERÍA QUÍMICA Y AFINES	12,12%	30,40%	37,71%
OTRAS INGENIERÍAS	21,87%	43,51%	49,42%

En Colombia, seis años después, este problema es aún evidente, cuando la deserción estudiantil en programas tales como Ingeniería de Sistemas, inicia con un preocupante 27% de matriculados que desertan al finalizar su primer semestre y alcanza un alarmante 64,5% de deserción al finalizar la carrera; convirtiendo así, a este programa de formación profesional como el de más alta deserción de la Nación [2] . Por su parte, en Ingeniería Industrial, a nivel nacional en 2013, la cantidad de matriculados a primer semestre ascendía a 20.446, mientras que los graduados fueron (7.191), lo cual genera una alta deserción a cercana a un 64% (en cohortes diferentes).

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2017.1.1.373>

ISBN: 978-0-9993443-0-9

ISSN: 2414-6390

15<sup>th</sup> LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Global Partnerships for Development and Engineering Education”, 19-21 July 2017, Boca Raton FL, United States

## II. DISEÑO FORMATIVO DE INGENIEROS EN COLOMBIA

*“Para el caso de las áreas de conocimiento de ingenierías, puede aseverarse que las altas tasas de deserción presentadas se relacionan con las debilidades en las competencias académicas básicas de los estudiantes con respecto a las exigencias de los planes de estudios, aspectos que también explican el bajo porcentaje de graduación hacia el decimocuarto semestre” MEN-Colombia Aprende. Estudio de Deserción en 2013 con Estadísticas del SACES*

En 2005 El Ministerio de Educación Nacional (MEN), la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) y el Instituto para Fomento de la Educación Superior (ICFES) desarrollaron documentos para la formulación de estándares que sirven como Marco para la Fundamentación Conceptual y Especificaciones de Pruebas ECAES en ingeniería -hoy denominadas Saber Pro-. Estas son revisadas en 2010 y se genera la Fundamentación Conceptual y Especificación de la Prueba Saber Pro Ingeniería 2011-2023 [3].

Este examen de Estado de la Educación Superior (Saber Pro) busca comprobar el grado de desarrollo de las competencias en los estudiantes próximos a culminar los programas académicos de pregrado de Ingeniería de las IES. En la *Figura 1* se muestra el marco de Competencias definido para formar un ingeniero.



Fig. 1. Fundamentación Conceptual y Especificaciones de la Prueba Saber Pro Ingeniería 2011 – 2023 ACOFI

Si bien, son ampliamente conocidos los lineamientos establecidos por ACOFI para las pruebas SABER PRO que caracterizan los requerimientos de formación de los perfiles y competencias para un ingeniero; Resulta, por otra parte, que no son tan claras las propuestas pedagógicas que materialicen este tipo de perfiles y competencias. Ante tal situación la

Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, plantea el Plan Estratégico ACOFI 2015-2025 con Ejes estratégicos tales como el Número 5: Talento para la ingeniería.

### 2.1 CONCEPCIÓN DE LA APUESTA DE FORMACIÓN EN INGENIERÍA

*“se requiere incrementar el interés de los jóvenes por los campos de acción de la ingeniería y promover el desarrollo de políticas que fortalezcan las competencias básicas para el acceso, permanencia y culminación exitosa en los programas de ingeniería” Plan Estratégico ACOFI 2015-2025 [4]*

La creciente necesidad de formación de ingenieros en Colombia contrasta con su limitada demanda y altas tasas de deserción, las cuales han convocado a las Instituciones de Educación Superior (IES) a explorar nuevas propuestas curriculares y de formación que integren estrategias, modelos educativos y lineamientos pedagógicos acordes con las demandas profesionales del contexto nacional, destinados a mejorar la calidad académica y reducir los altos índices de deserción estudiantil de Ingeniería en Colombia.

La Universidad Libre Cali a través de los autores presenta ante el Congreso Mundial de Educación en Ingeniería WEEF 2013 en Cartagena, *Una Experiencia Curricular Flexible para Formación de Ingenieros de Sistemas en la Universidad Libre Cali* y en la 11th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology Cancún 2013 *Un Modelo Curricular Flexible desde el Enfoque Sistemico para la Formación en Ingeniería de Sistemas*, Experiencias que se han venido implementando gradualmente desde 2010, con el fin de reducir los niveles de deserción y fomentar el mejoramiento de la calidad académica. Este artículo caracteriza, y describe aspectos de la forma de operación de dicha apuesta curricular.

Desde su fundamentación teórica, la Facultad, evidencia que la ingeniería vela por la relación entre ciencia, tecnología y desarrollo, por lo tanto, para formar Ingenieros, se requiere de la interacción entre formación e investigación. Una de las vías para lograrlo es garantizar una estrecha relación entre: la educación como proceso de aprendizaje, la investigación como proceso de generación del conocimiento, la Ingeniería como ordenadora de la transformación, las organizaciones como operadoras de cambio y la sociedad como sentido y destino de la transformación.

Para atender al sentido de formación expuesto, se presenta un modelo de formación en espiral a través de procesos interdisciplinarios que se generan en ambientes de aprendizaje para programas de Ingeniería en la sociedad del conocimiento. La propuesta cuenta con cinco niveles de abstracción, como se aprecia en la Figura 2 [5], que atienden a unos propósitos de formación pertinentes para un ingeniero.

Un primer nivel consiste en la formación del estudiante para la potenciación de sus competencias y la generación de aprendizajes significativos a través de espacios de construcción en los que se busca, no solo presentar la racionalidad operativa y funcional, sino materializarla en escenarios, que evidencien los fundamentos socio-humanísticos, científicos y tecnológicos de su formación, sustentado en los principios filosóficos de la Universidad Libre Colombia.

Fuente. Proyecto Educativo de la facultad.



Fig. 2. Modelo de Formación en Ingeniería Vista Frontal

El segundo nivel, es el de formación en ciencias básicas y ciencias socio-humanísticas para describir, diseñar, modificar, desarrollar, controlar y gestionar modelos y sistemas transdisciplinarios que favorezcan el desarrollo científico, tecnológico y social.

En el tercer nivel se requiere la estructuración en el estudiante de un pensamiento sistémico en procesos de Ingeniería para la apropiación de conocimientos, conceptos y representaciones de la organización y sus transformaciones a través de estructuras que le permitan el diseño e implantación de procesos, productos y sistemas de bienes y servicios.

En el cuarto nivel se requiere el conocimiento de modelos, metodologías y técnicas que le permitan la generación de planes, proyectos y programas en ingeniería para el diseño, planeación, instalación, gestión, mejoramiento, optimización, calidad y control de sistemas de producción de bienes y servicios en organizaciones y en sistemas complejos conformados por personas, materiales, equipo, recursos financieros y/o energía.

Finalmente un quinto nivel implica la transferencia y aplicación de las competencias adquiridas en contextos

laborales y socio-culturales específicos, desde una dimensión creadora -no solo interpretativa o argumentativa- por medio de la innovación en equipos interdisciplinarios que permitan la integración de soluciones innovadoras de bienes, procesos, productos o servicios en entornos organizacionales destinados a garantizar su transferencia, asimilación y uso en beneficio de la comunidad, la región y el país.

Como se aprecia, si bien se plantean unos supuestos epistémicos, formativos y disciplinares que caracterizan estos propósitos, surge entonces la necesidad de una apuesta formativa que materialice este tipo de ingenieros.

## 2.2 HACIA UN MODELO DE FORMACIÓN EN INGENIERÍA: EL CASO DE LA UNIVERSIDAD LIBRE CALI.

*Para suscitar un mayor interés y lograr un incremento del número de estudiantes, la ingeniería tiene que innovar y transformarse. [...] Es preciso adoptar nuevos enfoques en la enseñanza y la formación, especialmente en lo que se refiere a la instrucción práctica y al aprendizaje basado en el planteamiento de problemas, que refleja la naturaleza misma de la ingeniería: resolver problemas” [6] Tony Marjoram. UNESCO*

En 2009, la facultad de ingeniería de la ULC, ante las problemáticas de deserción y rendimiento académico, aborda la pregunta del contexto educativo sobre ¿Cómo convertir un sistema de contenidos tradicional (organización de la información) en un sistema de aprendizaje (organización cognitiva del conocimiento)

Un punto de partida, surgió en la revisión de corrientes contemporáneas de la cognición como el conexionismo, el asociacionismo, el constructivismo y el construccionismo que están intrínsecamente ligadas con la tecnología y la ingeniería, así como con los procesos de aprendizaje, por ello, el potencial de la ingeniería mediada en procesos formativos, se aprecia en la “*Ingeniería de Aprendizaje*” de Avanzini [7] y en la Representación de Andy Clark quienes plantean para los procesos de formación que “*Tenemos la Capacidad de aprender interiormente... un aprendizaje que no solo depende de una enseñanza continua, laboriosa y repetitiva sino que está en nosotros en cuanto contemplamos una representación simbólica adecuada del conocimiento...¿Por qué escribimos, hacemos una pintura o un esquema? Lo hacemos porque volviendo a representar la información en otro formato la hacemos comprensible para una capacidad cognitiva o propósito determinado*” [8].

El modelo de formación propuesto entonces por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre Cali se sustenta en un enfoque construccionista (Papert), soportado por ambientes de aprendizaje enfocados en la resolución de problemas sociales, empleando los conceptos, métodos y técnicas de la Ingeniería.

*Por qué constructorista?*, puesto que se caracteriza por orientar la formación a construir activamente el conocimiento, tanto por parte de los maestros como de los estudiantes, materializado sobre saberes básicos elaborados, los cuales, puestos en escena por medio de interacciones entre los actores en ambientes de enseñanza-aprendizaje, se evidencian a través de competencias que permitan verificar los niveles de cambio conceptual acaecidos mediante la interacción estudiante-maestro-tecnología-saber. Este enfoque le permite al estudiante construir conocimientos, entender situaciones y plantear alternativas de solución a problemas.

*¿Por qué en ambientes de aprendizaje?* en un contexto constructorista las relaciones enseñanza-aprendizaje en la formación de ingenieros se materializan en ambientes de aprendizaje; por ende, un ambiente de aprendizaje requiere de escenarios interactivos que permitan al estudiante la construcción de sus propias circunstancias. “Lo que cada cual está en capacidad de aprender no depende sólo de su desarrollo intelectual, comprendido desde la psicología del desarrollo; depende también de su familiaridad con el lenguaje, los sistemas, la comunicación y con los contenidos educativos ubicados dentro de un contexto que sea afín con los problemas y formas de interacción de su cotidianidad y los problemas y formas de interacción propios de la institución en la que se forma” [9]

*¿Por qué enfocado en resolución de problemas sociales?*  
El problema a resolver convoca actividades de aprendizaje de resignificación de conceptos y desarrollo de competencias, como “proceso mediante el cual la situación incierta es clarificada, en mayor o menor medida, implica la aplicación de conocimientos y procedimientos por parte del solucionador así como la reorganización de la información almacenada en la estructura cognitiva o sea, un aprendizaje”

Por ende, la propuesta constructorista que posibilite este tipo de aprendizaje en ingeniería, implica el diseño de ambientes de aprendizaje, en los cuales se generan relaciones, y prácticas pedagógicas que permitan la aplicación de metodologías activas orientadas a la resolución de problemas desde los fundamentos teóricos y metodológicos de la ingeniería y las ciencias.

Como se aprecia la discusión no busca cerrarse en un análisis o una síntesis de conceptos sobre los propósitos de formación de los ingenieros, sino en la materialización de los aspectos necesarios para la generación de ambientes de aprendizaje que fomenten los propósitos, perfiles y competencias requeridos por ellos.

En tal sentido, El diseño curricular para un programa de Ingeniería coherente con el modelo expuesto, para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre Cali implica, entonces, un tejido que organiza, articula, dinamiza y materializa el

currículo, a través de cuatro formas fundantes de flexibilidad curricular: las formas de organización del currículo que lo regulan, las formas de articulación que los integran, las formas de interacción que lo dinamizan y las formas de materialización que movilizan lo contenido. Estas formas presentadas en la Figura 3, son explicadas en la propuesta presentada en LACCEI, 2013 [10] y (WEEF, 2013).

Fuente. Los Autores Congreso Mundial Educación en Ingeniería WEEF, 2013

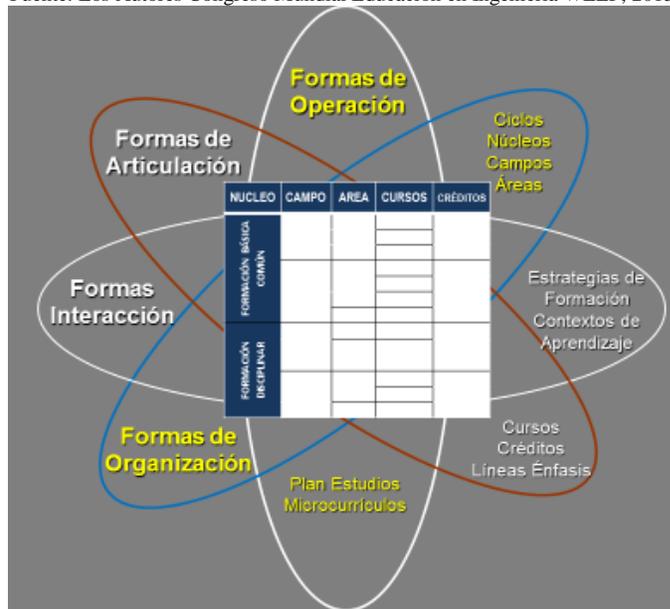


Fig. 3. Diseño Curricular para la Facultad de Ingeniería [11]

En cuanto a la ejecución de dicha apuesta curricular, esta se materializa a través de unas formas de Interacción que se expresan en prácticas formativas coherentes con la propuesta pedagógica expuesta.

### 2.3. AMBIENTES DE APRENDIZAJE BASADOS EN CONTEXTOS - ABC- PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

“Buscar que el Sistema de formación de Capital Humano (SFCH) responda de manera pertinente a las necesidades de la sociedad del conocimiento, las diferencias del contexto y los retos actuales, demanda una formación que considere los estudiantes como sujetos activos y centro de acción educativa. Una educación de calidad centrada en el desarrollo de competencias exige incidir en la transformación de las prácticas pedagógicas de los docentes con el fin de que los estudiantes mejoren sus conocimientos sobre la forma de tratar una situación de aprendizaje; es una educación rigurosa en el planteamiento de los problemas pedagógicos; que potencia las capacidades de los estudiantes para relacionar datos, fuentes de información, transferir sus aprendizajes a situaciones nuevas; que estructura los contenidos de acuerdo con las características de la población que se educa, es decir, que hace propuestas educativas flexibles y retadoras en relación con las problemáticas globales”.

Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. [12]Pág. 86.

En este modelo las *formas de interacción* corresponden a las dinámicas formativas que dan vida a la estructura curricular del programa de ingeniería, las cuales se materializan a través de las *estrategias pedagógicas* de los docentes y de los *contextos de formación* de los estudiantes.

Por ello, la facultad considera un ambiente de aprendizaje en ingeniería como un entorno en el cual se incorpora un conjunto de estrategias formativas, contextos de aprendizaje y vínculos que materializan las relaciones entre los actores del proceso formativo, articulados para la resolución de problemas sociales de la ingeniería. Un ambiente caracterizado por la disposición de elementos que habilitan al estudiante para explorar y, consecuentemente, construir.

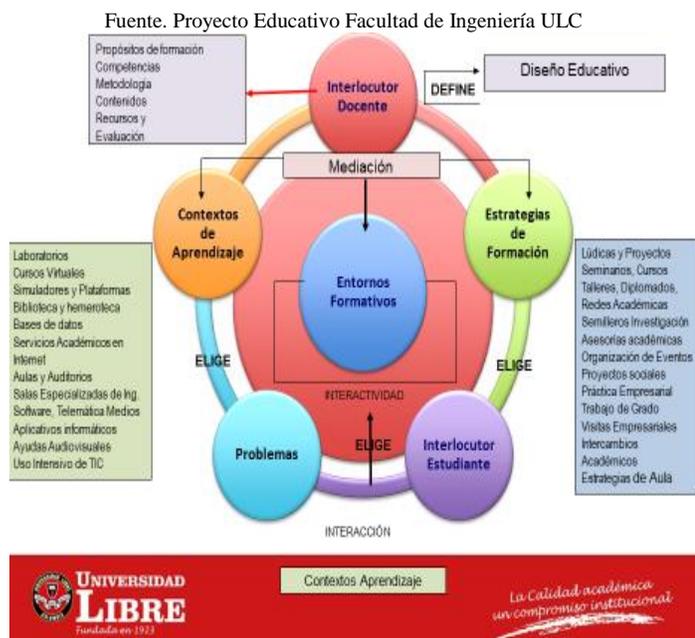


Fig. 4. Ambientes de Aprendizaje Constructivista en Ingeniería.

Teniendo como base la Figura 4, [4] los ambientes de aprendizaje constructivistas caracterizados por la facultad de ingeniería, promueven, metodologías dinámicas entre docentes y estudiantes, las cuales fomentan su participación activa y crítica para que descubran o construyan conocimiento, a través de la solución de problemas y el trabajo en equipo.

#### 2.4 PRÁCTICAS FORMATIVAS EN INGENIERÍA DE LA ULC. LA MEDIACIÓN PEDAGÓGICA: CONSTRUCTOS

La propuesta pedagógica de la Facultad partió entonces, por reconocer, que los ambientes de aprendizaje para la formación en ingeniería requieren de una organización pedagógica (propósitos de formación, contenidos y secuencia); unas acciones educativas didácticas (metodología, recursos y evaluación) (Julián de Zubiría) orientadas a la potenciación de competencias (Tobón) y el aprendizaje significativo del estudiante (Ausubel).

La Flexibilidad metodológica de las estrategias pedagógicas en la mediación, es uno de los principales aspectos de flexibilidad curricular que permiten la adecuada implementación de este modelo pedagógico constructivista. es así que, nuestros profesores mediante procesos pedagógicos constructivistas y estrategias de formación activas para la resolución de problemas, generan condiciones que propician el aprendizaje, la investigación y el desarrollo de competencias generales y específicas del estudiante orientadas al ejercicio profesional de la ingeniería.

En tal sentido, la formulación un ambiente de aprendizaje implica el desarrollo de estrategias de formación y contextos de aprendizaje a través de la distribución y organización de las actividades de formación por créditos académicos que cursa el estudiante (obligatorios, electivos, optativos).

El sistema de aprendizaje del estudiante se enfoca en el diseño de un ambiente de aprendizaje constructivista desde el abordaje de una fundamentación teórica orientada a la resolución de problemáticas detectadas en su entorno, la cual en la práctica se expresa en el abordaje de los conceptos que fundamentan la temática, la identificación de los problemas del contexto que impliquen la aplicación de dichos conceptos, y la aplicación de las metodologías necesarias para lograr las soluciones. Empleando mediaciones y entornos como CDIO, GEIO, Fablab, Mymathlab, Virtual Plant, Mindstorm, Fischer Technik o Cool Tool.

Dado que la formación por competencias se desarrolla a través de créditos académicos que requieren de ambientes de aprendizaje y espacios de acompañamiento con alta responsabilidad de estudiantes y de docentes, así como un porcentaje elevado de trabajo independiente del estudiante; el proceso es orientado, acompañado y retroalimentado por medio de diversas *Estrategias Pedagógicas, Contextos de Aprendizaje, y los medios educativos* para lograrlo.

*Estrategias de Formación:* Hacen referencia, no al que enseñar, ni el cuándo enseñar, sino el cómo enseñar. Son el punto de encuentro entre docentes, currículo y estudiantes. Es por ello que la Facultad emplea diversas estrategias para lograrlo (se reconoce que no existe una mejor que otra en términos absolutos, y que el uso de las estrategias depende de la situación pedagógica concreta en la que se deseen aplicar).

Una estrategia es más adecuada, cuanto más se ajusta a las necesidades y formas de aprender del estudiante, esto hace que la Facultad de Ingeniería consciente de dichas necesidades emplee diversas estrategias de formación acordes con los requerimientos del modelo pedagógico constructivista que emplea el Programa. Para el caso de la Universidad Libre de Cali se han caracterizado las tales como:

*Estrategias Pedagógicas Directas.* (Sesión Magistral, Exposición, Mapa Conceptual, Recorrido Guiado, Foro, Debates, Demostración, Talleres, Análisis de Caso, Cursos online, Simuladores, Proyectos Integradores).

*Estrategias de Acompañamiento.* Asesorías académicas, Trabajo Preparatorio, Trabajo Colaborativo, Prácticas de Laboratorio, Cursos Optativos, Redes Académicas, Formación investigativa, Proyección Social, Práctica Empresarial.

*Estrategias Colaborativas y Autoaprendizaje.* Equipos de Trabajo, Proyectos Integradores, Semilleros de Investigación, Opción de Grado, Diplomados, Simposios, Proyectos sociales, Práctica Empresarial, Trabajo de Grado, presentación de ponencias, escritura de artículos.

*Estrategias complementarias y de refuerzo* en la labor académica. Certificación Internacional, Seminarios, Cursos Optativos, Organización de Eventos, Capítulos Estudiantiles, Workshops, Asistencia a Eventos, Intercambios Académicos, Visitas Empresariales, Salidas de Campo.

*Contextos de Aprendizaje:* Conforman los espacios y escenarios formativos que posibilitan las relaciones pedagógicas necesarias para desarrollar las competencias de la Ingeniería, tales como: las aulas de clase, los laboratorios físicos, simuladores virtuales, Cursos en línea, las Plataformas, Biblioteca, hemeroteca, Bases de datos, Servicios Académicos en Internet, Aulas y Auditorios, Salas Especializadas para Ingeniería, Redes Telemáticas, Multimedia, Aplicativos informáticos, Ayudas Audiovisuales y Talleres.

- *Físicos:* Laboratorios Físicos, Biblioteca, Aulas, Auditorios, Audiovisuales, Empresas y Sitios de Práctica.
- *Digitales:* Laboratorios virtuales, Simuladores, Redes, Plataformas, Bases de datos, Aplicativos informáticos, Uso de TIC, Servicios Académicos en Internet, Cursos Virtuales.

En Cuanto a la forma general de la mediación durante el proceso formativo se emplea una denominada *Constructos* (ver figura 5). en donde, el tiempo se divide en 4 momentos. El Primero es el momento pedagógico directo como espacio formal presencial en donde a través de estrategias pedagógicas de aula se abordan los conceptos teóricos fundantes y se formulan los problemas a resolver, luego se adelanta un segundo momento *de acompañamiento* (la asesoría individual o grupal) en contextos de aprendizaje ya descritos (plataformas, talleres, salas de cómputo, laboratorios, visitas industriales, etc.), se operacionalizan los conceptos vistos y abordan elementos metodológicos para resolver problemas; en el tercer *momento de formación en Equipo y Autoaprendizaje*, los estudiantes abordan la resolución de los problemas presentados a través de las estrategias ya descritas de forma independiente. En un momento Final complementario, se amplía y refuerza el espectro de formación del estudiante.



Fig 5. Mediación Pedagógica *Constructo*

En ingeniería para la estructuración del programa analítico de cada curso, se definió un mecanismo específico a través del cual se establece para cada unidad temática, una relación de las actividades del proceso enseñanza – aprendizaje, y se asocia con la cantidad de horas tanto presenciales como independientes que dicha actividad demanda a un estudiante promedio del curso.

El crédito académico entendido como unidad de medida equivalente a 48 horas de trabajo del estudiante, en términos generales utiliza la relación 1:2, es decir se considera que una hora de trabajo presencial docente-estudiante se correlacionará con 2 horas de trabajo independiente por parte del estudiante.

En este sentido se emplean *Créditos Obligatorios* para Valorar la actividad académica de los estudiantes en relación con los espacios de saber esenciales para la formación profesional del futuro ingeniero. Forman parte del objeto de estudio y permiten un grado determinado de interdisciplinariedad destinado a materializar los propósitos de formación.

En cuanto a los *Créditos Electivos*, valoran la actividad académica de los estudiantes en relación con los énfasis y las líneas de investigación elegibles en el programa, representan una complementariedad en los campos socio-humanísticos y profundización en el campo disciplinar del ingeniero.

Finalmente los *Créditos Optativos* valoran la actividad académica de los estudiantes en saberes que amplifican y potencian su desempeño y actualización. La aplicación de la ingeniería en contextos interdisciplinarios implica mayores niveles de abstracción, lo cual demanda tomar créditos opcionales para consolidar dichos abordajes.

Como se aprecia, con esta mediación pedagógica se busca que los estudiantes y docentes empleen caminos algorítmicos y estructurados para la solución del problema o caminos heurísticos, abiertos y creativos para potenciar sus ideas y representaciones hacia las operaciones mentales requeridas para construir la solución requerida.

### 3. Efectos en la Calidad Académica

“Colombia necesita cada vez más ingenieros para impulsar múltiples sectores, hoy incipientes, en los cuales hay potencial para crecer y reinventar muchos ámbitos industriales en las regiones y el país, que han entrado o entrarán en crisis por los desarrollos tecnológicos y la globalización” [3]. Plan Estratégico ACOFI 2015-2025 pág. 22

Anualmente el Estado Colombiano adelanta las pruebas de evaluación de los aprendizajes bajo enfoque de formación por competencias, así como la evaluación de desempeños a los estudiantes de últimos semestres en programas de formación profesional, denominadas SABER PRO.

Las competencias alcanzadas no siempre son evidentes en el desarrollo conceptual de la formación de ingenieros, cuando se conciben solo contenidos que se instrumentan a través de un aprendizaje mecanicista, dado que, dicho enfoque no habilita necesariamente a los estudiantes para desarrollar competencias sobre los sentidos, modos y usos de la ingeniería en la sociedad.

Por ello las pruebas nacionales se convierten en un indicador de la evolución en la formación universitaria de los ingenieros. En tal sentido un análisis de los últimos tres años muestra una curva estable en cantidad de estudiantes, y una disminución en el porcentaje de deserción en ingeniería.

De manera particular en el sistema de prevención y análisis de la deserción en las instituciones de educación superior SPADIES, en la Tabla 3 muestra altas tasas de deserción en los programas de Ingeniería en el Valle del Cauca que están por encima de los resultados de la región y de la media nacional.

Tabla 3. Tasa de Deserción Acumulada en Decimo Semestre por Área de Conocimiento

Área de conocimiento	Total Nacional	Cauca	Huila	Nariño	Valle del Cauca
Ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines	50,4%	48,6%	43,6%	48,9%	54,9%
Bellas artes	43,5%	52,6%	n.d.	60,4%	51,5%
Agronomía, veterinaria y afines	47,2%	42,6%	52,7%	36,2%	51,4%
Economía, administración, contaduría y afines	46,3%	48,2%	41,5%	43,9%	49,3%
Matemáticas y ciencias naturales	49,2%	66,7%	n.d.	62,4%	58%
Ciencias de la educación	46,8%	54,5%	41,0%	45,1%	51,3%
Ciencias sociales y humanas	44,8%	36,8%	24,3%	33,8%	48,9%
Ciencias de la salud	39,6%	33,4%	21,4%	26,9%	48,4%

Estas cifras nos muestran que en el mejor de los escenarios a nivel nacional abandonan la carrera el 50% de los estudiantes y a nivel del departamento del Valle el 55%.

En este sentido, la Universidad Libre ha venido dando pasos con sus procesos de formación y asesoría académica que se ven reflejados en un menores índices de deserción (bajando del 55% promedio al 42% en el último quinquenio) que otras universidades de la región, tal como se aprecia en la figura 6.

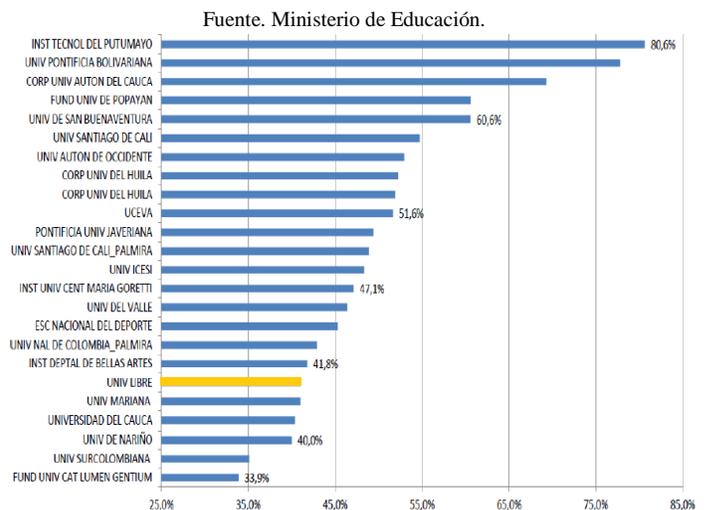


Figura 6. Tasa de Deserción Acumulada en Decimo Semestre Universitaria por IES

En cuanto a los resultados académicos, se evidencian incrementos sostenidos en los resultados de las pruebas de fin de carrera -Saber Pro- correspondientes a los últimos tres años [13], con un incremento de cercano al 12% en el promedio de puntajes obtenidos a nivel nacional en el último trienio .

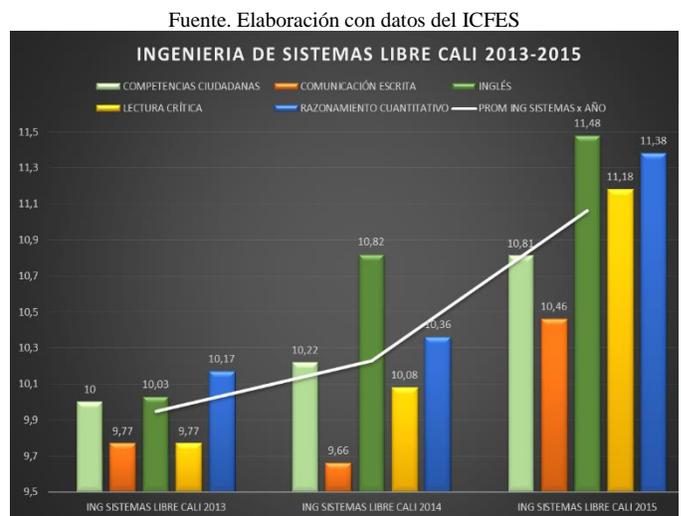


Fig. 7. Evolución de resultados Saber Pro por Área de Conocimiento en Ingeniería para la Universidad Libre 2013-2015

Fuente. Elaboración con datos del ICFES

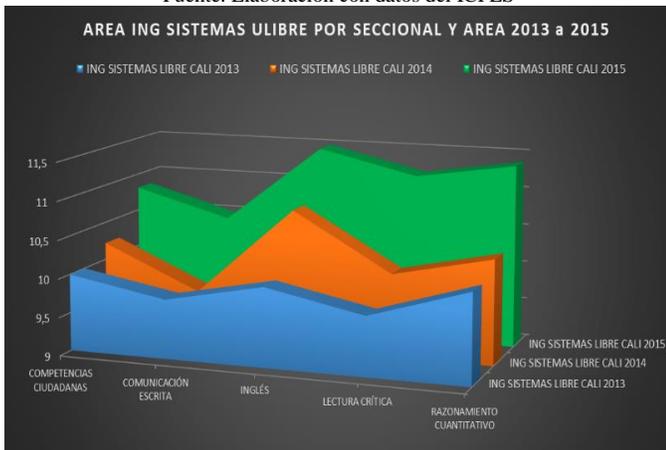


Fig. 8. Evolución de los puntajes por Facultad y Área en Ingeniería Unilibre Cali 2013-2015

En la Figura 9, se aprecia la evolución de los puntajes de la facultad en relación con la media nacional, la cual, le ha permitido ascender a la ULC entre las 177 IES que ofrecen Ing. de Sistemas en Colombia del puesto 57 al puesto 14 en los últimos tres años.

Fuente. Elaboración con datos Suministrados por ICFES

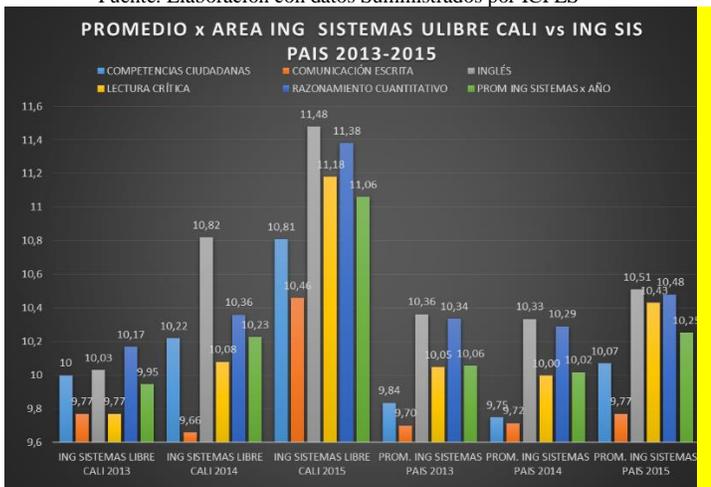


Fig. 9. Puntajes Promedio Ingeniería Univ Libre vs País 2013-2015

En cuanto a los Puntajes promedios en Ingeniería de la Universidad Libre Cali, estos han pasado desde valores cercanos a la media nacional de 10,1 a valores superiores a los 11 puntos en el trienio 2013-2015 [14].

Finalmente a nivel institucional en el *Estudio de Impacto en el Medio y Seguimiento a Egresados del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Libre Cali*. Se ha ratificado la percepción que los egresados tienen frente al mejoramiento del programa. En donde, ante la pregunta de ¿cómo valora la calidad del programa de Ingeniería de

Sistemas?, los egresados pasaron de responder en 2011 con una calificación promedio de 3,94 a 4,26 en 2015 [15]. Esta pregunta, como final de una serie de cuestionamientos transversales, permitió establecer que la calidad del programa académico está siendo bien valorada por sus egresados.

## CONCLUSIONES

Este panorama muestra una nueva oportunidad para las Facultad que ha llevado a cabo procesos de calidad y competitividad, pero que requieren mejorar las condiciones de retención del 42% de nuestros estudiantes, que aun desertan en el proceso de formación, y del mejoramiento de las competencias, valiosa en la selección de un profesional de la Ingeniería.

Se hace necesario que la Universidad continúe formando Ingenieros desde ambientes de aprendizaje para la solución de problemas a través de del desarrollo de conocimientos, habilidades y destrezas de los estudiantes y su aplicación en el diseño e implementación de soluciones para la sociedad.

Los efectos de esta propuesta curricular e implementación pedagógica se evidencian en los resultados obtenidos por los egresados de los programas de ingeniería de la ULC, los cuales han permitido contar en los en los últimos 2 años con estudiantes entre los mejores resultados de las pruebas Saber Pro a nivel nacional y particularmente con el mejor puntaje en ingeniería de sistemas del país, alcanzado por uno de nuestros estudiantes en el 2015.

Se hace necesario fortalecer aún más el modelo de formación tanto en los docentes como en los estudiantes de Ingeniería para consolidar la innovación permanente en sistemas de formación para el mejoramiento de los procesos de aprendizaje, así como de los productos derivados de los mismos como factor de desarrollo del programa.

## REFERENCIAS

- [1] SPADIES, «Estudio de Deserción en 2013 con Estadísticas del SACES,» MEN Colombia Aprende, [En línea]. Available: <http://www.colombiaprende.edu.co/html/micrositios/1752/w3-article-343426.html>. [Último acceso: 27 01 2015].
- [2] MEN, «Diagnóstico de la deserción en Colombia.,» *Revista de Educación Superior Ministerio de Educación Nacional.*, vol. 2010, n° No 14, pp. Pag 9-10, 2010.
- [3] ICFES-ACOFI, «ECAES para Ingeniería 2011-2023,» Convenio 440 , Bogotá, 2009.
- [4] ACOFI, Plan Estratégico ACOFI 2015-2024, Bogotá:

- Asociación colombiana de Facultades de Ingeniería, 2015.
- [5] Universidad Libre Cali, «Proyecto Educativo Facultad de Ingeniería,» ULC, Cali, 2013.
- [6] UNESCO, «Engineering: Issues Challenges and Opportunities for Development,» ONU, Francia, 2010.
- [7] G. AVANZINI, La Pedagogía Hoy, Mexico: Fondo de Cultura Económica. , 1998.
- [8] J. Parra, Los Computadores en la nueva visión educativa, Cali: Javeriana, 1999.
- [9] J. I. POZO, Teorías Cognitivas del Aprendizaje., Pág. 44: Edit Morata. , 1999.
- [10] F. C. F. Londoño, «Un Modelo Curricular Flexible desde el Enfoque Sistémico para la Formación en Ingeniería de Sistemas en Colombia,» de *Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology LACCEI 2013*, Cancun, 2013.
- [11] F. C. F. Londoño, «Una Experiencia Curricular Flexible para la Formación de Ingenieros de Sistemas en la Universidad Libre Cali,» de *WEEF 2013 World Engineering Education Forum*, Cartagena, 2013.
- [12] DNP Departamento Nacional de Planeacion, Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014., Bogota: Presidencia de la República., 2010 Pág. 64..
- [13] Icfes Interactivo, «Resultados Pruebas Saber Pro,» ICFES, 2011. [En línea]. [Último acceso: 11 2016].
- [14] SNIES, «Sistema Nacional de Información de la Educación Superior,» Ministerio de Educación Nacional, 15 10 2016. [En línea]. Available: <http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2672.html>. [Último acceso: 15 10 2016].
- [15] Universidad Libre Seccional Cali, «Estudio de Impacto en el Medio y Seguimiento a Egresados del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Libre Cali,» ULC, Cali, 2016.