# Estrategia para profesionalizar tecnólogos en operación de plantas petroquímicas

## Strategy for professionalizing technologists in petrochemical plant operation

*Recibido: 03-20-2013 Aceptado: 26-05-2014*

Candelaria Tejada Tovar[1]
Ángel Villabona Ortíz[2]
Cristian Rodríguez Bossa[3]

## Resumen

La formación en pregrado por ciclos propedéuticos, se ha convertido en una nueva directriz de la política educativa en Colombia. Se presenta el diseño de un sistema que permitió articular eficientemente el programa, tecnólogo de operaciones de plantas petroquímicas del SENA, con el de ingeniería química de la Universidad de Cartagena, basado en el concepto de formación por ciclos propedéuticos. En el plan de formación de ambos programas y se establece una propuesta que permitió su articulación académica, para lo cual se diseñaron módulos de nivelación, con base en los conceptos ausentes de los tecnólogos en cada una de las asignaturas del ciclo básico de ingeniería. Se estableció el número de créditos totales validados en el sistema de acople, la manera como se dictaron estos módulos, y otras particularidades que hacen posible la articulación de ambos programas. De igual forma, se definieron los requerimientos administrativos necesarios para llevar a cabo este tipo de alianzas.

**Palabras clave:** Articulación; Ciclo propedéutico; Pregrado; Tecnología.

## Abstract

Colombia's educational policy is now embracing a new approach to undergraduate formation based on propaedeutic cycles. This study presents the design of a system that efficiently links the study program offered by SENA for technicians in petrochemical plant operation with the undergraduate program of chemical engineering offered by the University of Cartagena, using as basis the concept of learning under the modality of propaedeutic cycles. The proposal to link both programs involved the designing of bridging (or validation) modules that addressed those concepts not covered by the technology study program regarding each of the subjects of the basic engineering cycle. The total number of credits validated through this system was defined as well as the way these modules would be offered and other features that enabled the successful interlinking of both programs. The administrative requirements to carry out this type of alliance were also defined.

**Key words:** Alliances; propaeduetic cycle; undergraduate formation; technology

1 Colombiana Ingeniera Química, Universidad Industrial de Santander, Colombia. Magíster en educación, Universidad del Norte, Colombia. Especialista en Química analítica, Universidad de Cartagena, Colombia. Docente del grupo de investigación GIPIQ, de ingeniería química, Universidad de Cartagena. Colombia. E-mail: ctejadaT@unicartagena.edu.co

2 Colombiano Ingeniero Químico, Universidad Industrial de Santander, Colombia. Especialista en Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad de Cartagena, Colombia. Docente de planta de ingeniería Química- Universidad de Cartagena, Colombia. E-mail: angelvillabona@yahoo.es

3 Colombiano Ingeniero Químico, Universidad de Cartagena, Colombia. E-mail: cristianr_bossa@hotmail.com

## Introducción

Las respuestas a las inquietudes que demanda la sociedad del conocimiento, en especial el sector productivo, se basan en la formación por competencias y ciclos propedéuticos (Unidades tecnológicas del Santander, 2006). Esto, debido a que en la formación por ciclos el estudiante se puede insertar en un perfil laboral determinado en cada nivel de formación, ya que maneja diferentes niveles de capacitación, con la posibilidad de regresar a la academia y continuar con su ciclo de formación que va desde el nivel técnico hasta los niveles de posgrado.

A nivel nacional, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, desde el 2006 ha venido desarrollando convenios macro, con distintas Instituciones de Educación Superior (IES), con la finalidad, entre muchas otras, de poder articular programas técnicos y tecnológicos con programas de profesionalización de las distintas (IES), tal como lo refleja el SENA en el documento de programas de cadena de formación: articulación (SENA, 2008). Este tipo de articulaciones, o cadenas de formación como les llama el SENA, han tenido mucha más aceptación por las IES de régimen privado que por las de régimen público.

Las cadenas de formación se han realizado debido a la necesidad de integrar la formación profesional impartida por el SENA en coordinación con el Ministerio de Educacion Nacional y las Instituciones de Educación Superior (IES) para que los egresados de la institución continúen el ciclo de profesionalización, su vida académica, y se cualifiquen en la inserción al mundo laboral (SENA, 2014). Se aborda la búsqueda de un sistema de acople, que permita la articulación de un programa tecnológico; en este caso operaciones de plantas petroquímicas, con el programa presencial de ingeniería química de la universidad de Cartagena, y así ampliar las posibilidades de inserción laboral y profesionalización de los egresados de este programa del SENA.

## Marco teórico

La educación permanente, junto con los retos de acceso, cobertura, pertinencia y calidad, ocupa un lugar de gran importancia en la agenda de todos los países desde hace varias décadas. Desde los trabajos de Philips Coombs en 1968 y de Edgar Faure "Aprender a ser" publicado en 1972, y muy especialmente en este último, se fundamentó el concepto de educación permanente, en un momento en que los sistemas de educación tradicionales eran objeto de críticas (Coombs, 1968).

Una mirada a otros países permitió identificar el tipo de estrategias que utilizan para asegurar una formación permanente y articulada. Los países europeos han diseñado la formación de la educación superior en tres ciclos: licenciatura, maestría y doctorado (Asociación colombiana de universidades, 2010). Otros en tanto, han organizado sistemas de reconocimiento de créditos y certificación de competencias en marcos de flexibilidad curricular que permiten reconocer a los estudiantes los aprendizajes y experiencias previas (Asociación colombiana de universidades). Estas experiencias muestran procesos de articulación fuerte entre los distintos componentes del sistema de educación superior que exigen la armonización de las titulaciones (Asociación colombiana de universidades, 2010).

En Argentina, la educación no superior universitaria es equivalente en Colombia a la educación técnica y tecnológica profesional, que se ofrece en los institutos superiores de formación docente, y en los institutos de formación técnica que otorgan títulos profesionales; estos se encuentran articulados horizontal y verticalmente con las universidades (UNESCO-Argentina, 2010). La educación superior universitaria, por su parte, está a cargo de universidades, instituciones académicas, científicas y profesionales de reconocido nivel. En estas instituciones universitarias se otorgan específicamente los grados en licenciado, títulos profesionales universitarios, y títulos de posgrado en especialización, máster y doctorado (UNESCO-Argentina, 2010).

En España, la educación universitaria se encuentra organizada por ciclos con objetivos formativos muy específicos y valor académico autónomo. Existen cuatro tipos de enseñanza: a) ciclo corto: 3 años de duración que conducen al título de licenciado, o por ejemplo ingeniero técnico, arquitecto técnico, b) de primer y segundo ciclo (ciclo largo), de 4, 5 ó 6 años de duración, que conduce al título de licenciado, ingeniero, arquitecto, c) de sólo segundo ciclo de dos años de duración que conducen a licenciado, ingeniero, arquitecto; d) tercer ciclo de 1 a 2 años de duración; tras superarlo el estudiante obtiene un certificado diploma acreditativo de estudios avanzados DEA, que les permite presentar tesis doctoral y obtener título de doctor. Sin embargo, el nuevo marco normativo introducido en el 2007 estableció que los planes de estudio se deben ajustar a la nueva estructura de enseñanza universitaria en tres ciclos de enseñanza: grados con un mínimo de 240 créditos, enseñanzas de máster con créditos entre 60 y 120; y enseñanzas de doctorado (UNESCO-España, 2010).

En México, la educación superior incluye carreras cortas profesionales, licenciaturas, y posgrados en educación normal, tecnológica y universitaria. Las carreras profesionales cortas tienen una duración de 2 a 3 años, y conducen al título

de técnico superior universitario, o profesional asociado; este nivel puede ser acreditado como parte del plan de estudios de una licenciatura, por lo que se puede establecer como una articulación entre estos dos niveles de educación superior (UNESCO–México, 2010).

En el caso de Colombia luego de la ley 749 del 2002 y la ley 1188 del 2008, muchas corporaciones universitarias e Instituciones de Educación Superior (IES) tanto públicas como privadas, han diseñado sus programas bajo la modalidad de formación por ciclos propedéuticos. A nivel nacional se encuentran instituciones educativas que ofertan distintos programas bajo esta modalidad, por ejemplo: la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (2011), el programa de ingeniería eléctrica; la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales en Bogotá (2011), los programas de química pura, y química farmacéutica, la Universidad del Tolima (2011) los programas de administración de empresas agropecuarias, y administración financiera, en Bogotá, la Corporación Universitaria Centro Superior (2011), los programas de ingeniería industrial, administración de empresas, contaduría pública e ingeniería de sistemas. A nivel regional, en el departamento de Bolívar, se encontró la Universidad de Cartagena (2011), en su división de formación a distancia CREAD, la cual ofertó los programas de administración agropecuaria y administración turística y hotelera; la Fundación Universitaria Tecnológica de Comfenalco (2011) oferta los programas de administración de empresas e ingeniería de sistemas. Esto demuestra, que las IES tanto públicas como privadas a nivel nacional, han apoyado este tipo de formación en los últimos años, y han ofertado varios programas bajo la modalidad de formación por ciclos propedéuticos.

Además, en Colombia a lo largo de los últimos años, se puede resaltar que varias instituciones de educación superior (IES), en las distintas regiones del país, han venido realizando cadenas de formación, que articulan programas tecnológicos y técnicos del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, con programas profesionales y tecnológicos de las IES. Esto se ha logrado por iniciativa del SENA, y aceptación de las IES, a través de la gestión de sus distintos directores misionales en cada una de las regiones del país, lo que permitió que hasta el 2008, se realizaran alrededor de 409 articulaciones de programas técnicos y tecnólogos del SENA, con los programas profesionales y tecnológicos de las distintas instituciones de educación superior (IES) del país (SENA, 2011).

En Bogotá, se tiene como ejemplo universidades que han realizado cadenas de formación con el SENA: las universidades EAN, Escuela de Administradores de Negocios, en programas como administración de empresas, negocios internacionales, ingeniería de producción, mercadeo, lenguas modernas, ingeniería de sistemas e ingeniería ambiental, y hasta el 2008, de esta universidad han egresado en estas carreras 75 alumnos tecnólogos del SENA (SENA, 2011).

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD realizó cadenas de formación con el SENA, en programas como administración de empresas, ingeniería industrial, ingeniería electrónica e ingeniería de sistemas; y hasta el 2008 han salido como profesionales 102 estudiantes tecnólogos del SENA. La institución universitaria Los Libertadores, realizó cadenas de formación con el SENA, en programas como: contaduría, administración de empresas, ingeniería industrial e ingeniería mecánica; y hasta el 2008 han salido como profesionales 427 estudiantes tecnólogos del SENA (SENA, 2011).

## Metodología

Para el diseño del sistema de acople que permitió la articulación entre los programas de ingeniería química (IQ) de la Universidad de Cartagena y la tecnología de operaciones de plantas petroquímicas (TOPP) del SENA, se estudió y analizó el plan de formación del programa *tecnólogo de operaciones de plantas petroquímicas* (TOPP) y la propuesta curricular del programa de *ingeniería química* (IQ); esto se realizó mediante reuniones consecutivas de la mesa de trabajo SENA–Universidad de Cartagena.

Además, se diseñó una matriz de comparación que permitió contrastar los conocimientos de conceptos del plan de formación de TOPP y los contenidos de cada una de las electivas, cursos libres y asignaturas de primero a cuarto semestre del programa de IQ. Seguidamente se diseñaron los formatos que permitieron la articulación académica a los dos programas, se crearon módulos de nivelación, con base en los conceptos ausentes que tenían los estudiantes tecnólogos en cada una de las asignaturas del ciclo básico de ingeniería; esto se generó a partir de la revisión de las matrices de comparación que se realizaron en los primeros cuatro semestres.

## Resultados

Inicialmente se logró establecer, por parte de la mesa de trabajo SENA–Universidad de Cartagena, que la duración de un programa tecnólogo en el SENA es de un periodo de 2 años e incluye las prácticas empresariales. Como inicio de este trabajo, se propuso por concertación de la mesa de trabajo, con la articulación entre los dos programas que se debía establecer, con la vinculación de los estudiantes del SENA en el quinto semestre del programa de ingeniería química. Esta decisión se justificó en su momento,

argumentado dos razones: la primera, consistía en que no tendría ningún sentido hacerlo por debajo de dos años o cuatro semestres, ya que el estudiante del SENA no tendría ningún tipo de motivación para ingresar al sistema de acople, debido a que prácticamente empezaría desde cero y no se le validaría su tiempo de estudio, ni el conocimiento previo, al momento de vincularse con la universidad; la segunda, consistía en que no se podría estar por encima del quinto semestre, debido a que desde este semestre los estudiantes de ingeniería química empezaban a cursar asignaturas de gran importancia para su formación (Universidad de Cartagena, 2012).

Por parte de la mesa de trabajo se realizó un análisis que contrastó los contenidos curriculares del programa de ingeniería química de la universidad de Cartagena con los planes de formación de la tecnología en operaciones de plantas petroquímicas del SENA (TOPP); para esto se tomaron: El plan de formación del TOPP, donde se encontraron todos los conocimientos de conceptos de este programa y los microcurrículos de las electivas, cursos libres, cada una de las asignaturas de los cuatro primeros semestres de programa de ingeniería química. Posterior a este análisis y contraste de los planes de formación de los dos programas, se diseñaron las matrices de comparación, concertada y aprobada por la mesa de trabajo SENA–Universidad de Cartagena, éstas se realizaron para cada una de las asignaturas del programa de ingeniería química, respecto a todos los conocimientos de conceptos del tecnólogo en operaciones de plantas petroquímicas del SENA. Tal como se muestra en la tabla 1, se realizó con todas las asignaturas del programa de ingeniería química hasta cuarto semestre. Con estas matrices de comparación se logró identificar qué conceptos desconocen y cuáles sí dominan y poseen los estudiantes del SENA del ciclo básico en ingeniería química.

## Metodología pedagógica propuesta

Para la construcción de los formatos pedagógicos, se utilizaron principalmente los resultados generados por las matrices de comparación; estos dispositivos permitieron definir y generar los módulos de nivelación que le brindan al estudiante egresado del SENA cursar todos los contenidos programáticos que desconocen en determinadas asignaturas del ciclo básico en ingeniería química (IQ). Se logró determinar que los estudiantes del SENA desconocen muchos conceptos básicos en cada una de las asignaturas de los primeros cuatro semestres del programa de ingeniería química, por lo que, con cada formato pedagógico, se busca eliminar cada una de las falencias que el estudiante trae en su formación tecnóloga y así, lograr vincular eficazmente al quinto semestre del programa en IQ.

Para lograr esto, se diseñó un componente propedéutico, el cual consistió en módulos de nivelación que se crearon a partir del análisis de las matrices de comparación de cada una de las asignaturas de cada semestre.

**Tabla 1**. Ejemplo de matriz de contraste entre los conocimientos de conceptos del programa tecnólogo operadores de plantas petroquímicas y materias del programa de ingeniería química energética.

| Competencias del plan de formacion TOPP | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Asignatura en IQ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Calculo diferencial | | Funciones<br>Valor absoluto<br>Desigualdad<br>lineales y<br>cudráticas<br>Límites | | | | |
| Conceptos Ausentes | | | | | | |
| Funciones. Números reales. Teoremas de orden. Desigualdades Lineales y Cuadráticas. Valor absoluto. Plano cartesiano. Funciones. Funciones trigonométrica.<br>Límites. Teoremas de límites. Límites de funciones Polinómicas. Límites de funciones racionales. Límites infinitos. Límites al infinito. Límites de funciones exponenciales. Límites de funciones trigonométricas. Continuidad. Asíntotas.<br>Derivadas. Definición de derivada. Interpretación geométrica. Derivadas de funciones algebraicas. Derivada del producto. Derivada del cociente. Derivada de funciones exponenciales. Derivada de funciones logarítmicas. Derivada de funciones trigonométricas. Derivada de funciones trigonométricas inversas. Regla de la cadena. Derivadas de orden superior. Derivación implícita.<br>Aplicaciones de la derivada. Razones afines. Problemas. Movimiento rectilíneo. Velocidad instantánea. Recta tangente. Teorema de Rolle. Teorema del valor medio. Teorema de L´hopital. Máximos y mínimos. Problemas. | | | | | | |

En la tabla 2, se observa el cuadro de asignaturas por semestres para ver cúales se validan completamente y cuáles no, y por lo tanto deben ser cursados sus contenidos programáticos dentro de los módulos de nivelación.

Analizando los resultados de las asignaturas de los semestres, la mesa de trabajo propuso, por concertación, la creación de los módulos de nivelación por semestre, que se presentan en la tabla 3, lo cual permitió que el estudiante egresado del SENA no carezca de ninguno de los conceptos académicos, créditos en el semestre.

**Tabla 2.** Análisis de las matrices de comparación de primer semestre

| Semestre | Asignaturas validadas | Créditos validados | Asignaturas no validadas | Créditos faltantes |
|---|---|---|---|---|
| I | Comunicación I<br>Química general<br>Geometría descriptiva | 11 | Cálculo diferencial<br>Vida universitaria<br>Introducción a la ingeniería química | 6 |
| II | Fundamentos de matemáticas<br>Comunicación II<br>Física I y laboratorio<br>Química orgánica y laboratorio | 10 | Cálculo integral<br>Álgebra lineal<br>Química inorgánica y laboratorio | 10 |
| III | Estequiometría<br>Informática II | 7 | Cálculo Vectorial<br>Física II y laboratorio<br>Fisicoquímica I y laboratorio | 12 |
| IV | Probabilidad y estadística<br>Termodinámica I<br>Química analítica<br>Metodología de la investigación | 11 | Ecuaciones diferenciales<br>Física III y laboratorio | 8 |

**Tabla 3.** Módulos de nivelación por semestres propuestos por la mesa de trabajo

| Semestre | Modulo | Contenido |
|---|---|---|
| I | Manejo de Conceptos Institucionales y de Ingeniería Química | El contenido programático comprenderá todos los conceptos que se desarrollan en las asignaturas de Vida universitaria e Introducción a la ingeniería química. Pero se manejarán las competencias de investigación en todos los trabajos que se desarrollarán. |
| | Matemáticas Integradas I | El contenido programático comprenderá todos los conceptos que faltan por desarrollar en cálculo diferencial. |
| II | Matemáticas Integradas II | Se desarrollaran los contenidos programáticos de las asignaturas cálculo integral y algebra lineal. |
| | Química inorgánica y estequiometria | Se contemplan los contenidos programáticos y competencias faltantes de las asignaturas química inorgánica y algunas de estequiometría de tercer semestre. |
| III | Matemática III | Se desarrollan los contenidos programáticos y las competencias faltantes por desarrollar en la asignatura de cálculo vectorial. |
| | Física integrada I | Se desarrollan los contenidos programáticos y competencias faltantes por desarrollar en las asignaturas física y laboratorio I, física y laboratorio II. |
| | Físico química I y termodinámica | Se comprenden los contenidos y las competencias faltantes por desarrollar de la asignatura físico química I y termodinámica. |
| IV | Ecuaciones diferenciales | Se desarrolló el contenido programático y las competencias necesarias de la asignatura ecuaciones diferenciales. |
| | Física III | Se estudió el contenido programático y las competencias necesarias de la asignatura física III y laboratorio. |

En general se establece la distribución de porcentajes de las asignaturas validadas y no validadas, tal como se muestra en la figura 1.

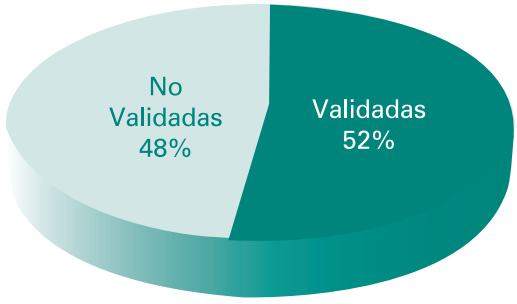



**Figura 1**. Distribución de validación de asignaturas

De igual manera, con el estudio realizado a los planes de formación de TOPP e IQ se logró determinar que el egresado y tecnólogo en operaciones de plantas petroquímicas conoce y maneja todos los contenidos programáticos de determinados cursos libres y electivos dentro del programa de IQ, por lo que se estableció, por la mesa de trabajo, validarles estas asignaturas. Los cursos libres y electivas que se validaron en el sistema de acople se pueden apreciar en la tabla 4.

Los estudiantes del SENA estudiaron las asignaturas de procesos químicos industriales e introducción a los polímeros, pero como el estudio se basó, por concertación de la mesa de trabajo, desde los cuatro primeros semestres hacia abajo, no se validaron estas asignaturas.

Por otro lado, se estableció trabajar de manera transversal en el semestre de acople (módulos de nivelación) los conceptos manejados en asignaturas como: metodología de la investigación, teniendo en cuenta que los estudiantes del SENA trabajan por proyectos a lo largo de su fase de formación tecnóloga. De igual forma se manejó la informática, debido a que en el SENA las clases se realizan utilizando TIC y en las diferentes competencias se identificó un componente fuerte en esta área. Así mismo la Comunicación I y la Comunicación II, del programa de Ingeniería Química, se manejó de manera transversal en los módulos de nivelación, y en los cuales reforzarán la expresión oral y escrita.

De esta manera los estudiantes del SENA, después de haber cursado y aprobado los módulos de nivelación propuestos en el presente sistema, ingresarán al programa de ingeniería química en el quinto semestre con los ajustes sugeridos. Para optar al título de ingeniero químico, deberán cursar 78 créditos para completar los 169 exigidos por el programa. Además, deberán realizar obligatoriamente tres electivas ya que fueron validadas dos dentro del sistema, pero si el estudiante lo desea puede cursar hasta 5 electivas máximo. Cabe aclarar que no deberá asistir a ningún curso libre obligatoriamente, ya que se validaron seis, los cuales, dominan a cabalidad sus contenidos programáticos.

## *Propuesta para la puesta en marcha de los módulos de nivelación*

Aprovechando la metodología a la que están acostumbrados los estudiantes del SENA, se propuso trabajar cada uno de los 9 módulos con una intensidad horaria dependiendo de los créditos académicos de la siguiente manera.

**Tabla 4.** Cursos libres y electivos validados

| Cursos libres | Créditos validados |
|---|---|
| Higiene y seguridad industrial | 2 |
| Seguridad industrial | 2 |
| Informática básica | 2 |
| Espíritu empresarial | 2 |
| Efectos globales de la contaminación, el hombre y el medioambiente | 2 |
| Cultura ciudadana | 2 |
| Total créditos | 12 |
| Electivas | Créditos validados |
| Seguridad Industrial | 2 |
| Control de calidad | 2 |
| Total créditos | 4 |

Los módulos de 2 créditos deben tener una intensidad horaria de 32 horas
Los módulos de 4 créditos deben tener una intensidad horaria de 64 horas
Los módulos de 6 créditos deben tener un intensidad horaria de 96 horas.

Los 9 módulos que se establecieron en el sistema de acople, se cursaron en un tiempo comprendido entre 16 y 20 semanas o un semestre, con un máximo de tres módulos de nivelación en simultáneo, es decir, terminando tres módulos, se inicia el siguiente grupo de manera inmediata, programándole ocho horas diarias, similar a la metodología que se utiliza en la facultad de ingeniería para los cursos vacacionales, rigiéndose por lo establecido en el reglamento estudiantil en lo referente a habilitaciones, cursos vacacionales, entre otros.

## Sistema de calificación de las materias de primero a cuarto semestre.

Se logró establecer que la mayoría de las notas de las asignaturas de primero a cuarto semestre, sean calificadas en los módulos de nivelación de los dispositivos pedagógicos para cada semestre, y que las asignaturas validadas sean certificadas previamente por el SENA a través de un certificado de notas.

Se propuso, por concertación en la mesa de trabajo SENA – universidad de Cartagena, que las notas de los cursos libres y electivas validadas provengan previamente certificadas por el SENA.

## Sistema de acople

Luego del estudio de los planes de formación de ambos programas, de la construcción de las matrices de comparación, del diseño de los dispositivos pedagógicos para cada semestre, de las diferentes decisiones que se tomaron por parte de la mesa de trabajo SENA–Universidad de Cartagena, el diseño del sistema de acople para la articulación de ambos programas quedó como se muestra en la figura 2.

| | Positivo | Negativo |
|---|---|---|
| Origen Interno | Fortalezas | Debilidades |
| Origen Externo | Oportunidades | Amenazas |

**Figura 2**. Sistema de acople

Entre los criterios de admisión al sistema de acople se definió que la modalidad de admisión será semestral, con un máximo de vinculación de 10 estudiantes por semestre, y que los criterios de selección serán un examen de admisión y una entrevista, realizados por la coordinación de articulación SENA-Universidad de Cartagena.

Los aspirantes a vincularse al sistema de acople deberán poseer:

- Título de tecnólogo en operaciones de plantas petroquímicas (hombre o mujer).
- Prácticas empresariales
- Libreta militar en caso de ser hombre.
- Máximo tener 2 años de ser egresado del SENA.

Luego de establecer el sistema y los requisitos para su admisión, se realizó una matriz DOFA, tal cómo se observa en la figura 3, con la finalidad de realizar un análisis de manera objetiva al sistema de acople diseñado. Es importante destacar cómo la matriz DOFA se dividió en factores de origen interno y externo. Los factores internos (fortalezas y debilidades) se pueden controlar de una manera eficiente; los factores externos generalmente tienen poco margen de maniobra. Estos son factores que usualmente se aceptan como hechos y bajo estas condiciones se debe trabajar. A continuación, se evalúan cada uno de estos factores.

## Fortalezas

- Los planes de estudio de ingeniería química tecnología en operaciones de plantas petroquímicas son pertinentes para un ciclo propedéutico.
- Existió apoyo por parte de la vicerrectoría académica de la Universidad de Cartagena, por los directivos del SENA regional Bolívar específicamente del Centro para la industria petroquímica y del gobierno nacional que promueven este tipo de proyectos.
- El sistema de acople diseñado mejoró la flexibilidad curricular de ambos programas, y permite establecer un fuerte vínculo entre ambas instituciones SENA–Universidad de Cartagena, lo cual permitirá la movilidad de docentes y estudiantes, para el uso de la infraestructura, equipos y laboratorios.
- El sistema de acople diseñado, permitió que el programa de ingeniería química ampliara su cobertura.
- La metodología utilizada para la realización del diseño del sistema de acople fue muy pertinente ya que no deja ningún factor sin resolver relevante en una articulación de esta índole.

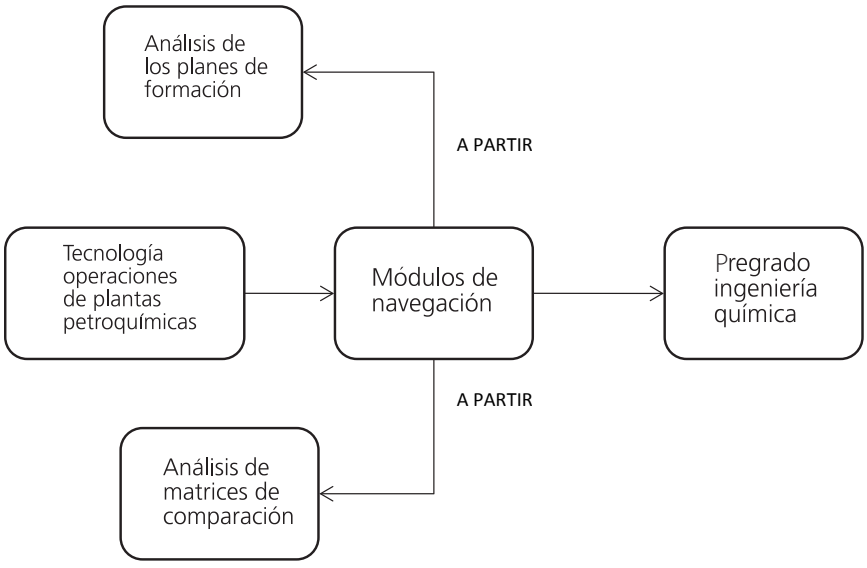



**Figura 3**. Matriz DOFA

## Debilidades

• La posible poca aceptación, por parte de la comunidad estudiantil del pregrado en ingeniería química y de algunos docentes de la facultad de ingeniería de esta formación por ciclos propedéuticos en alianza estratégica SENA– Universidad de Cartagena.

• El programa tecnólogo posee una formación débil en ciencias básicas, lo que amplía el tiempo de duración de los módulos de nivelación.

• Que no haya disponibilidad presupuestal dentro de la Universidad de Cartagena para ejecutar y suplir las necesidades iniciales del sistema de acople diseñado, referido a aulas, docentes, entre otros.

• Que los estudiantes en el sistema no se mantengan por no darse una fácil adaptación debido a debilidades en aspectos pedagógicos requeridos en los módulos de nivelación.

• Que exista una alta deserción en los módulos de nivelación por parte de los estudiantes que se vinculan al sistema.

## Oportunidades

• Trabajar la formación en ingeniería por ciclos propedéuticos en una articulación estratégica SENA–Universidad de Cartagena.

• Reconocimiento por parte del Ministerio de Educación Nacional y por la comunidad académica en general, por el sistema de acople diseñado, que permitió lograr articulación pertinente entre la formación tecnólogo del SENA y la formación profesional presencial de la Universidad de Cartagena.

• Tener una fuerte relación entre la facultad de ingeniería de la Universidad de Cartagena y el centro para la industria petroquímica del SENA regional Bolívar lo que traerá beneficios muy importantes para ambas instituciones.

## Amenazas

• Que exista una escasa demanda por parte de los egresados tecnólogos del SENA para vincularse al sistema de acople diseñado, lo cual traerá problemas de sostenibilidad al sistema.

• Que ocurrieran, modificaciones sustanciales a las propuestas curriculares de ambos programas, lo cual implicaria modificaciones a los dispositivos pedagógicos, a los microcurrículos de los módulos de nivelación y al sistema de acople diseñado.

Luego de establecer el análisis DOFA para la puesta en marcha del sistema de acople diseñado, dentro de la Universidad de Cartagena, se necesitó una serie de requerimientos administrativos que permitió superar las posibles debilidades que puedan darse en la articulación, que retuvo la creación de un departamento llamado coordinación de articulación SENA–Universidad de Cartagena, adscrito a la facultad de ingeniería, más específicamente, al programa de ingeniería química de la Universidad de Cartagena; en este departamento se manejó y diseñó el examen y la entrevista de admisión, que estableció, además acompañamiento académico al estudiante.

Por otro lado se requirió en bienestar universitario establecer ácompañamiento especial a través de sus

programas a estos estudiantes de la articulación SENA–Universidad de Cartagena, para su total acople al sistema universitario, que evite posibles deserciones de los mismos. Por último se, contrató nueva planta docente, que preste una excelente atención, manejo de buenas estrategias pedagógicas dentro de las clases y responsabilidad con todo los contenidos programáticos de los microcurrículos de los módulos de nivelación, para lograr la total adaptación de los estudiantes a la carrera de ingeniería química.

## Conclusiones

- A través de la constitución de la mesa de trabajo SENA–Universidad de Cartagena, se logró estudiar los planes de formación y contenidos curriculares, de ambos programas en mención, lo que permitió generar matrices de comparación, y así determinar los conocimientos de los que carecen y que dominan los estudiantes del SENA en el ciclo básico de ingeniería química para cada una de las asignaturas de los cuatro primeros semestres.
- Con la información que generaron las matrices de comparación, se logró diseñar los dispositivos pedagógicos que permitieron validar los créditos y conocimientos de cada una de las asignaturas de los cuatro primeros semestres. Se logró, de esta manera, obtener un buen mecanismo de validación para los semestres analizados. También se estableció el número de créditos totales validados en el sistema de acople, de donde provienen cada una de las notas de las asignaturas validadas y la manera como se dictarán estos módulos y otras particularidades que hacen posible la articulación de ambos programas.
- Se definieron los requerimientos administrativos necesarios para que sea viable y funcione el sistema de acople, tales como: la creación de un departamento administrativo adscrito al programa de ingeniería química, apoyo de la administración central, apoyo de la planta docente y de la división de bienestar universitario.
- Se recomienda aplicar el sistema de acople diseñado dentro de la Universidad de Cartagena, teniendo en cuenta todas los requerimientos administrativos para el sistema, ya que será un ejemplo piloto a nivel regional, y se lograría demostrar que sí es posible este tipo de proyectos de articulación, siempre que los planes de formación de ambos programas sean muy afines, y exista disposición por parte de las respectivas instituciones.

## Referencias


Asociación colombiana de universidades (2009). *Debate sobre la formación por ciclos propedéuticos en la educación superior en Colombia.* ASCUN. Recuperado de; http://www.micrositios.net/~ascunor/?idcategoria=2206&download.

Coombs, Philip H. (1968). *La crisis mundial de la educación - un análisis de sistemas*, UNESCO/IIPE; pp.2-4.

Corporación Universitaria Centro Superior (2011). *Programas; ingeniería industrial*. Recuperado de http://www.unicuces.edu.co/prueba2/index.php/programas-pregado/facultad-de-ingenierias?id=109:ingenieria-industrial&catid=5.

Corporación Universitaria Centro Superior (2011). *Programas; administración de empresas*. Recuperado de http://www.unicuces.edu.co/prueba2/index.php/programas-pregado/ciencias-economicas-y-administrativas/administraciondeempresas.

Corporación Universitaria Centro Superior (2011). *Programas; contaduría pública.* Recuperado de http://www.unicuces.edu.co/prueba2/index.php/programas-pregado/ciencias-economicas-y-administrativas/contaduria-publica.

Corporación Universitaria Centro Superior (2011). *Programas; ingeniería de sistemas.* Recuperado de http://www.unicuces.edu.co/prueba2/index.php/programas-pregado/facultad-de-ingenierias/ingenieria-de-sistemas.

Funación Universitaria Tecnológico Comfenalco (2011). *Programas: ingeniería de sistemas.* Recuperado de http://www.tecnologicocomfenalco.edu.co/SitiosFutco/programas/index.aspx?sit=77.

Servicio Nacional de Aprendizaje (2011) Directorio *funcionarios SENA responsables programa cadena de formación articulación Sena–IES.* Recuperado de http://mgiportal.sena.edu.co/downloads/2010/snft/DIRECTORIO%20RESPONSABLES%20PCF%20IES.pdf.

Servicio Nacional de Aprendizaje (2011). *Programa cadena de formación articulación Sena - instituciones de educación superior.* Recuperado de http://portal.senasofiaplus.edu.co/index.php/novedades/novedades/468-programas-de-formaciasn-sena-en-articulaciasn-con-el-sistema-educativo.

Servicio Nacional de Aprendizaje (2011). *SENA inscrito en universidades en convenio.* Recuperado de http://www.universitarios.co/category/el-sena.

UNESCO (2010). *Base de datos Word data education: documento país México*; UNESCO, pp 15-16.

UNESCO (2010). *Base de datos Word data education; documento país argentina,* UNESCO pp 12-13. 2010.

UNESCO (2010). *Base de datos Word data education; documento país España,* UNESCO, pp 16-17.

Universidad de Cartagena (2011). CREAD: *Programas; administración agropecuaria*. Recuperado de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-140237_archivo.ppt.

Universidad de Cartagena (2011). CREAD: *Programas administración turística y hotelera.* Recuperado de http://www.unicartagena.edu.co/index.php/administracion-turistica-y-hotelera-a-distancia#.U4-O4_l5NnE.

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA (2011). *Programas: Química pura*. Recuperado de http://www.udca.edu.co/images/quimica.pdf.

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA (2011). *Programas: Química farmacéutica.* Recuperado de http://www.udca.edu.co/es/programa-quimica-farmaceutica.html.

Universidad del Tolima (2011). *Programas: administración de empresas agropecuarias.* Recuperado de http://www.ut.edu.co/administrativos/images/DOCUMENTOS%20ADMINISTRATIVOS/GRADUADOS/An%C3%A1lisis_comportamiento_de_la_vinculaci%C3%B3n_laboral_Admon_de_E._Agropecuarias.pdf.

Universidad del Tolima (2011). *Programas: Administración financiera*. Recuperado de http://www.ut.edu.co/administrativos/images/DOCUMENTOS%20ADMINISTRATIVOS/GRADUADOS/An%C3%A1lisis_comportamiento_de_la_vinculaci%C3%B3n_laboral_Administraci%C3%B3n_Financiera.pdf.

Universidad Distrital Francisco José de caldas (2011). Dependencias: Ingeniería eléctrica por ciclos propedéuticos. Recuperado de http://www.udistrital.edu.co/dependencias/tipica.php?id=161}.