

uct v.14 n.54 Puerto Ordaz mar. 2010

**MODELO DE FORMACIÓN DE ESTUDIANTES INVESTIGADORES EN EL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
ANTIOQUIA MEDELLIN COLOMBIA**

Pérez Rave, Jorge Iván Morales Gualdrón, Silvia Teresa Pineda Zapata, Uriel Fernando

Grupo de Investigación Gestión de la Calidad, Dpto. de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. Medellín Colombia. gcalidadudea@gmail.com.

Resumen:

Debido a la incipiente investigación en el pregrado de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia, se trazó como objetivo diseñar e implementar un modelo, que de manera sistemática, interrelacionada y con orientación al cliente, permita iniciar estudiantes de Ingeniería Industrial en procesos de investigación científica, actuando como coproductores de su propia formación. Bajo análisis sistémico y haciendo un símil con un proceso productivo, otra de las directrices de diseño fue trascender del enfoque investigativo tipo "Push" hacia el "Pull". La gestión por procesos, aplicada al ámbito investigativo, fue la metodología utilizada, en la cual se siguieron las etapas: misión, modelo de procesos, descripción, documentación, validación y elaboración final. Como resultado, se desarrolló un modelo que cumple los criterios predefinidos y está integrado por los procesos misionales: oferta de plazas, selección, motivación hacia la investigación, formación de aprendices, selección de intereses, profundización conceptual y procedimental. Este artículo ofrece el diseño completo y la implementación de los cuatro primeros procesos, logrando principalmente: mejor direccionamiento, continuidad de estudiantes, satisfacción de directivos, cooperación entre docentes, enfoque proactivo y satisfacción de estudiantes sobre variables de desempeño de los procesos. Se provee información y elementos metodológicos que sirven de guía para demás entidades académicas que deseen fortalecer la investigación en el pregrado.

Palabras Clave: Gestión por Procesos/ MOFI/ Formación de Investigadores/ Semillero de Investigación/ Ingeniería Industrial.

**TRAINING MODEL IN RESEARCH FOR UNDERGRADUATE STUDENTS AT
INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT AT THE UNIVERSITY OF ANTIOQUIA
MEDELLIN COLOMBIA**

Abstract:

The Industrial engineering Department at the University of Antioquia has designed and is implementing a training model in research for undergraduate students using a process management focus. The objective of this model is to introduce the students in scientific research processes where students act as co-producers of their own learning. Using systemic analysis and making an analogy with a manufacturing process, we propose to change a "Push research model" for an "Pull research model". We apply a methodology of processes management to the investigative field, so we follow these stages: mission,

process model, description, documentation, validation and finalization. As a result, our model is composed of these missional processes: call for places, selection, motivation towards research, apprenticeship training, selection of interests, conceptual understanding and procedural. This article presents the full design and the implementation of the first four missional processes, achieving mainly: better process addressing, low desertion rates, director satisfaction, cooperation between teachers, proactive approach and student's satisfaction on performance variables of processes. Also, we provide information and methodological elements that serve to guide other academic institutions wishing to strengthen research at the undergraduate level.

Keywords: Process Management/ MOFI/ Research Training/ Seed Research/ Industrial Engineering.

I. INTRODUCCIÓN

El Departamento de Ingeniería Industrial (IIN) de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia) es reconocido como uno de los mejores del país, entre otros, por la excelente formación de sus titulados. No obstante, en la búsqueda insaciable de la excelencia organizacional, las autoevaluaciones realizadas han evidenciado necesidad de fortalecer la investigación desde los primeros niveles de la academia, pues la política de inserción de estudiantes de pregrado en estos procesos, ha tenido un desarrollo incipiente, que a su vez, ha limitado, el crecimiento de los grupos de investigación y la reproducción del saber académico para solucionar problemas del medio empresarial y de la sociedad en general. Tanto es así, que no más del 1% de los estudiantes de últimos semestres, se han inclinado por la modalidad de proyecto de investigación como trabajo para optar al título profesional.

Por otra parte, la forma en que se han incorporado tradicionalmente los estudiantes a procesos de investigación, puede asemejarse a un proceso productivo tipo “push”, en el cual, el profesor o grupo de investigación, sin tener en cuenta al estudiante, concibe la idea del proyecto, se introduce en el campo de conocimiento de donde ésta proviene, formula el problema, plantea los objetivos, construye el marco teórico, propone una metodología, entre otros, y somete el proyecto a evaluación. Solamente cuando el proyecto es aprobado, se procede a “venderlo” al estudiante, entendiendo esta venta como el evento de que el estudiante se motive, se identifique con el proyecto, se comprometa, lo sienta propio y decida acompañar al equipo docente durante un año o más, para liberar el potencial humano en la ejecución del proyecto; lo cual no es de esperarse, puesto que desde el inicio no se propició el compromiso, la motivación y la alineación entre los intereses del estudiante y la idea de investigación. Esta típica situación, prevaleciente en las instituciones universitarias, se asemeja a un enfoque tipo “Push”, ilustrado en la [Figura 1](#).



Figura 1. Situación actual, enfoque "Push", inserción tradicional a la investigación.

Igualmente, bajo el enfoque "Push", comúnmente se asume que el estudiante posee los elementos para consultar, producir textos, ensayos o determinados escritos con rigor académico [1], [2], lo cual es una clara falencia en el aprendizaje universitario [3], [4], [5].

Las anteriores circunstancias pueden estar contribuyendo a generar altos niveles de deserción en las fases investigativas, rechazo del proyecto de investigación como otra opción de grado y aumento en los esfuerzos que se requieren para nivelar estudiantes de posgrado en procesos investigativos. Conscientes de lo anterior, surge la intención, en el Departamento de IIN, de fomentar la participación activa de los estudiantes en procesos de investigación científica desde los primeros niveles de la academia; a fin de que se fortalezcan los grupos de investigación y a su vez, se posibilite una formación más íntegra del estudiante, de modo que una vez egrese, tenga mayores elementos para aportar, con rigor metodológico, al mejoramiento de las empresas y de la sociedad. Cabe anotar que esta firme intención, esquematizada en la [Figura 2](#), no es solo de interés para el Departamento de IIN, sino también para instituciones de otros ámbitos geográficos [6], [7].

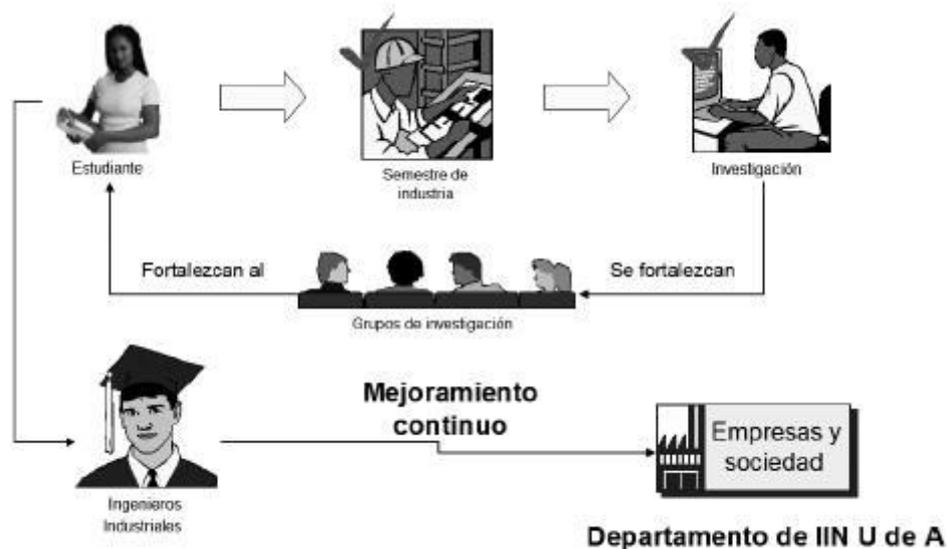


Figura 2. Situación deseada

Con base en la brecha existente entre la situación actual y la deseada, la pregunta que sistematiza el problema de investigación de objeto de estudio, es la siguiente: Cómo

iniciar estudiantes de Ingeniería Industrial de la U de A, de manera sistemática, orientada al cliente y actuando como coproductores de su propia formación, en procesos de investigación científica en las líneas: Calidad, Producción, Logística y Gestión Empresarial?

Para responder a dicho interrogante se siguen siete fases metodológicas. Las primeras forman parte del análisis del contexto y el surgimiento de la propuesta. Allí se toma en cuenta: política básica del Departamento de IIN, situación actual y deseada de la investigación en IIN, enseñanza de la investigación (conceptual, actitudinal, procedimental) por fuera de asignaturas típicas y como un proceso enfocado en la IIN, capacidades, intereses y situación actual de los grupos de investigación del Departamento. Luego, teniendo presente que se desean actividades perdurables, interrelacionadas y con orientación a los resultados, se recurre a la gestión por procesos aplicada al ámbito investigativo como metodología de diseño de un Modelo de Formación de Investigadores en Ingeniería Industrial (MOFI) que permita saldar el interrogante expuesto. Uno de los principales criterios de diseño es el enfoque “Pull”, donde el proyecto nace y se formula considerando al estudiante (en calidad de consumidor) y luego, a través del equipo investigador, se inicia la producción de “valor”, que propicia el aprendizaje conjunto y la liberación del potencial humano.

En el segundo apartado de este artículo se ofrece un marco conceptual que facilita la comprensión de los demás contenidos. En el tercero se socializa la metodología empleada para aportar respuestas a la pregunta de investigación expuesta. Seguido, se presenta el desarrollo del modelo como tal, describiéndolo con detalle. Posteriormente, se comparten algunas de las experiencias de despliegue de los cuatro primeros procesos del modelo, en uno de los semilleros de investigación del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad, destacando los principales resultados obtenidos. Finalmente, se exponen las conclusiones, acompañadas de la discusión y de las referencias bibliográficas.

II. DESARROLLO

1. Marco conceptual

A continuación se introducen diversos conceptos fundamentales, adaptados al ámbito de interés, que facilitan la comprensión de los demás apartados.

1.1. Enfoque de Procesos: Concibe el fenómeno de estudio como un sistema compuesto por procesos interrelacionados y con un objetivo global que cumplir. Se basa en identificar los procesos y sus interrelaciones para hacer girar continuamente el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) sobre ellos y mejorar su efectividad, a fin de satisfacer las necesidades de las partes interesadas [8].

1.2. Sistema Push Se parte de que primero se produce y luego se vende [9]. En el escenario de interés, el grupo de investigación o el docente concibe la idea, formula el proyecto, busca financiación, etc., y posteriormente convoca al estudiante (uno de sus consumidores) a que se convenza y se motive con el proyecto. (Ver [Figura 3](#))



Figura 3. Enfoque “Push” en la inserción tradicional de estudiantes a la investigación

1.3. Sistema Pull

Primero se vende y luego se produce [10], [11]. Viendo de nuevo al estudiante como consumidor (no olvidar que posee otros roles), de una vez se le “vende el proyecto”, entendiendo esto como el evento de que tenga la motivación, el interés, las competencias básicas para participar y que la temática a abordar realmente sea acorde con el proyecto profesional del estudiante, pues toda la idea y la formulación inicial nace con el mismo aprendiz, que además, cuenta con elementos conceptuales, actitudinales y procedimentales requeridos para su desarrollo. En la [figura 4](#), mediante un diagrama causal, se muestra la estructura sistémica asociada al tema, en el ámbito de interés, y donde subyace la hipótesis dinámica, que en trabajos futuros, luego de diversas cohortes de MOFI, será posible evaluar.



Figura 4. Estructura sistémica “Pull” con relación al fortalecimiento de la investigación

1.4. Aprendizaje constructivista

Este modelo de aprendizaje se basa en que el conocimiento debe ser construido por el mismo estudiante. Así pues, el alumno juega un papel más activo, en tanto que el profesor actúa como facilitador del proceso, de tal forma que el estudiante es quien genera sus objetivos de aprendizaje y debe ser capaz de alcanzarlos mediante la observación, la experimentación, y la interacción con sus compañeros y compañeras [12]. En el contexto de estudio, se pretende que el estudiante logre “aprender a investigar, investigando”, de modo que se proporcione una fundamentación teórica que le permita posteriormente formular y ejecutar sus propios proyectos de investigación, siempre con la guía de los investigadores asociados a los grupos de investigación del Departamento de Ingeniería Industrial.

1.5. Tiempo de Ciclo (TC)

Aplicado al escenario de interés, representa el tiempo que se tarda un proceso, desde que ingresa una cohorte de estudiantes, se desarrolla la misión del mismo y luego sale preparada para continuar hacia otro proceso.

III. METODOLOGÍA

Los momentos que acompañaron el diseño y la implementación de MOFI fueron:

Tabla I. Fases metodológicas del diseño e implementación de MOFI

Nº	Momento	Nº	Momento
1	Necesidad de fortalecer la investigación en el pregrado (Compromiso de la alta dirección).	6	Diseño del modelo bajo gestión por procesos, con base en Pérez, Ruiz y Parra (2007) como aproximación al contexto investigativo: misión, modelo de procesos, descripción, documentación, validación y elaboración final
2	Análisis contexto (política básica, material Comité de Currículo, grupos de Investigación, participación estudiantil, ...).		
3	Idea, con base en situación actual, deseada, experiencias docentes siendo estudiantes y como profesionales, paralelo sistema productivo, ...	7	Implementación en el Semillero
4	Socialización propuesta inicial y retroalimentación de equipo de currículo.		
5	Designación de docentes para liderar el diseño y la implementación (reuniones semanales).		

Luego de reconocer la necesidad de fortalecer la investigación en el pregrado, de haber analizado el contexto y de proponer la idea del modelo bajo el enfoque “Push” y la gestión por procesos, los criterios de diseño se sometieron a discusión por parte del Comité de Currículo del Departamento de Ingeniería Industrial. Luego de recibir retroalimentación se ajustaron dichos criterios, se conformó un equipo de docentes para liderar el proyecto y se asignaron los recursos requeridos. En la sexta fase de este trabajo (ver [Tabla I](#)), siguiendo los pasos de la gestión por procesos aplicada al ámbito investigativo, se diseñó la primera versión del modelo, que luego fue validada por parte del Comité de Currículo y de expertos en: gestión por procesos, metodología de investigación, pensamiento sistémico y enfoque de producción “Push” y “Pull”. En dicha validación se analizaron requisitos de: estructura, realimentación, documentación de procesos, control, entendimiento, contenidos de aprendizaje, viabilidad de implementación y propósito del proyecto. Luego de ajustes, el modelo fue implementado en un semillero de investigación del Departamento de Ingeniería Industrial, socializándose en esta oportunidad, aparte del diseño completo, el despliegue de los cuatro primeros procesos misionales.

Los subtemas que a continuación se presentan, hacen referencia al despliegue de los cuatro primeros procesos misionales de MOFI en un semillero de investigación de Ingeniería Industrial, denominado Semillero MOFI en honor al modelo de formación. Para facilitar la comprensión, dicho despliegue se socializa siguiendo las etapas metodológicas de Pérez, Ruiz y Parra [13], que acompañaron el diseño del modelo.

1. Misión del Semillero MOFI

Es un semillero de investigación, basado en el Modelo de Formación de Investigadores en Ingeniería Industrial (MOFI), construido bajo la la gestión por procesos, que busca iniciar estudiantes de IIN de la Universidad de Antioquia, de manera sistemática, orientada al cliente y actuando como coproductores de su propia formación, en procesos de investigación científica en las líneas: Calidad, Producción, Logística y Gestión Empresarial, en favor del Departamento de IIN, de la Universidad, del Sector empresarial y de la sociedad en general.

2. Modelo de Procesos del Semillero MOFI

El Semillero puede verse como una organización conformada por procesos interrelacionados y con un objetivo global que cumplir. A ella ingresan necesidades de consumidores, entre ellos: estudiantes, empresas, grupos de investigación, y a través de actividades interrelacionadas, donde intervienen recursos y talento humano, se transforman los elementos de entrada en resultados con “valor” para los mismos consumidores. En la [figura 5](#) se ofrece el modelo de procesos misionales del Semillero MOFI, el cual constituye un ciclo continuo que parte de las necesidades de sus consumidores y busca que finalice con la satisfacción de ellas, antes de iniciar de nuevo el ciclo.

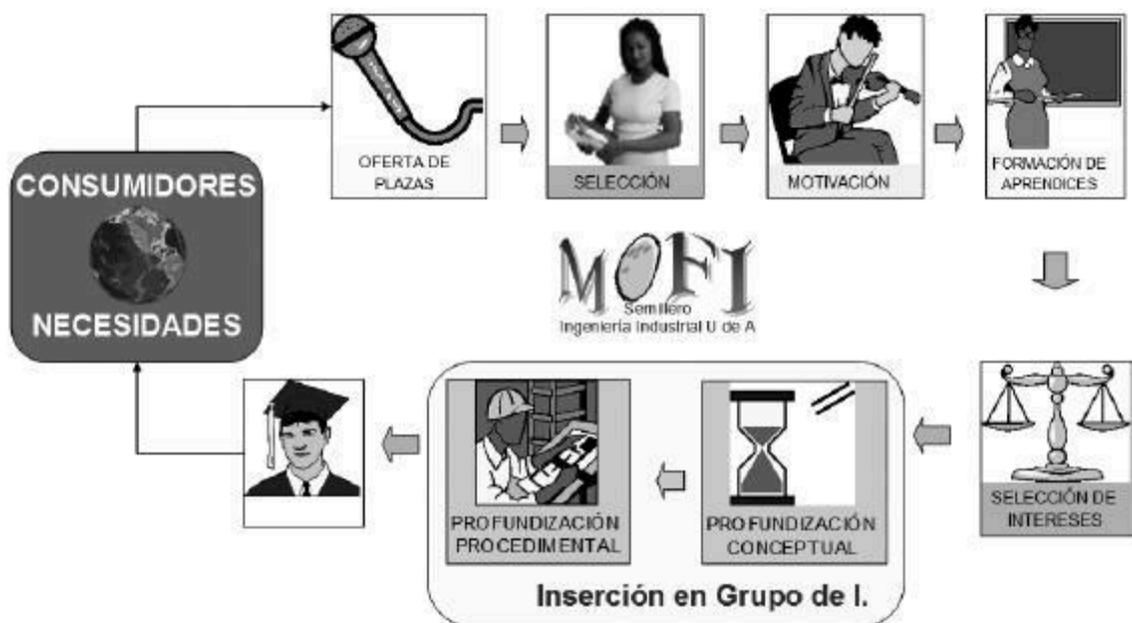


Figura 5. Modelo de procesos misionales del semillero MOFI.

Este modelo está integrado por siete procesos misionales: oferta de plazas, selección, motivación hacia la investigación, formación de aprendices, selección de intereses,

profundización conceptual y procedimental. En el modelo subyace un proceso estratégico encargado del pilotaje y allí participan las directivas del Departamento de IIN y los cuatro docentes que lideran el proceso. Así mismo, se cuenta con procesos de apoyo, entre ellos: gestión de recursos de informática, consecución de aula y evaluación de la eficacia de las sesiones. 3. Descripción de los Procesos

3.1 Oferta de Plazas

Su misión es socializar con la comunidad estudiantil de pregrado en IIN de la U de A, la convocatoria para integrar el Semillero, a fin de proveer al proceso de selección, candidatos que manifiesten interés en conformarlo. Una vez inicia la oferta de plazas, por diferentes medios de comunicación se desarrolla la misión de socializar la convocatoria de MOFI. Transcurrido un mes, se tiene el principal resultado del proceso, el cual constituye una determinada cantidad de estudiantes de IIN, que antes no estaban enterados de la existencia de la convocatoria y ahora, una vez se comunicó, han decidido inscribirse para participar en la selección de aprendices.

3.2. Selección de Aprendices

Su misión es colocar a disposición del proceso de motivación, estudiantes de IIN que reflejan elementos conceptuales, actitudinales y procedimentales, básicos para propiciar continuidad y óptimo desempeño en los demás procesos de Semillero MOFI. Este proceso, con un TC de un mes, tiene dos filtros para la selección de los estudiantes. El primero se enfoca en el semestre académico, el cual contempla desde cuarto hasta octavo; también disponibilidad de cuatro horas/semana como dedicación al Semillero, así como el interés manifiesto, evidenciado en una carta de motivación. El segundo se basa en: entrevista, análisis de hoja de vida del aspirante y del ensayo realizado sobre un tema asignado por el equipo. Por medio de ello, se exploran ocho competencias: formulación de planes, habilidades de lectoescritura, creatividad, capacidad de solución de problemas, habilidades comunicativas, proactividad, adaptabilidad y dinamismo.

3.3. Motivación hacia la Investigación

Su misión es despertar, en el estudiante de IIN, interés y motivación hacia las líneas de investigación del Departamento, mediante la contextualización de la investigación como opción profesional, socialización de experiencias exitosas y proyecciones enfocadas a la Ingeniería Industrial. Este proceso se planeó para ocho sesiones, dos semanales, ejecutadas los sábados cada 15 días, arrojando un tiempo de ciclo de dos meses. Las temáticas que se imparte en las sesiones son: Introducción al mundo de la investigación, investigadores exitosos en Ingeniería Industrial, la investigación en Colombia, particularmente, en el área de Ingeniería Industrial en Colombia, y las tendencias de investigación en las áreas de: Gestión de la Calidad, Logística, Gestión de la Producción, Gestión Empresarial e Ingeniería- Sociedad. En cada una de ellas se trata de combinar: diapositivas, conferencia, videos, sala de cómputo, tablero, talleres y aprendizaje lúdico, procurando apuntarle a los tres sistemas de representación sensorial dominantes: visual, auditivo y kinestésico.

3.4. Formación de Aprendices

La misión es dotar y desarrollar en el estudiante, elementos básicos en las componentes: conceptual, actitudinal y procedimental, asociados a la metodología de investigación con enfoque en IIN, de modo que esté en capacidad de actuar como coproductor de la

elección y formulación inicial de sus intereses investigativos. El TC es de 4 meses, igualmente con sesiones cada 15 días, los sábados de 9am a 12am. La temática impartida es: Introducción a la metodología de investigación, formulación del problema, marco teórico, metodología y demás elementos de la ficha técnica: impactos, resultados esperados, presupuesto, opciones de financiación internas y externas. También, se socializan saberes sobre cómo redactar un artículo científico. Es de anotar que la temática anteriormente descrita puede variar dependiendo de las necesidades del sistema.

3.5. Selección de Intereses

Su misión es propiciar los elementos para que el estudiante identifique claramente, con base en sus intereses, necesidades, fortalezas y debilidades, así como de las capacidades y líneas de los grupos del Departamento de IIN, la idea de investigación que desarrollará durante los demás procesos del Semillero MOFI. Para ello se tiene un TC de 1 mes, donde se parte de las tendencias en IIN, producto de un trabajo del Departamento de IIN con su equipo de Currículo. Estas tendencias se socializan con equipos de investigación y demás profesores para definir, en conjunto, ideas que resulten de interés y que estén en capacidad de asesorarse, que luego, se contrastan con intereses, necesidades, fortalezas y deseos de los estudiantes. Al finalizar, los integrantes del Semillero tendrán claramente definida la idea de investigación en que se profundizará en lo conceptual y procedimental, constituyéndose en el principal producto de este proceso.

3.6. Profundización Conceptual

La misión es desarrollar en el estudiante los elementos conceptuales necesarios para que pueda realizar con efectividad la formulación inicial de su proyecto, enmarcado dentro de las fortalezas y asesoría de un grupo de investigación del Departamento de IIN. Igualmente, propiciar la adopción de conductas acordes al Ingeniero Integral. Este proceso, con un TC de cuatro meses, introduce al estudiante en el campo de conocimiento de donde proviene la idea, para construir la parte inicial de la ficha del proyecto: título, preguntas de investigación, justificación, objetivos, marco teórico e impactos. Allí, el estudiante se integra a un grupo de investigación, y guiado por docentes, adquiere elementos conceptuales para dar inicio a un proyecto atractivo y necesario. En la misión de este proceso interviene una componente actitudinal asociada a un Ingeniero íntegro, que si bien no se tiene total control sobre ella, mientras el estudiante más comparte con su tutor, va adquiriendo, a través del ejemplo, comportamientos que lo ayudan a ser mejor ciudadano. Así pues, es notoria la responsabilidad social del profesor investigador.

4. Profundización Procedimental

Tiene como misión desarrollar en el estudiante habilidades y destrezas necesarias para realizar con efectividad la formulación final de su proyecto (y posteriormente desarrollarlo), enmarcado también bajo la tutoría un grupo de investigación; asimismo, propiciar la adopción de conductas acordes al Ingeniero íntegro. El estudiante se enfrenta a la construcción de la metodología de su proyecto, planificación recursos, cronograma y presupuesto. Seguido, presenta el proyecto en una convocatoria o simplemente al Comité de Carrera según los recursos que se necesiten y, posteriormente, se desarrolla. Esto de nuevo, como integrante de un grupo de investigación. El acompañamiento del Semillero MOFI culmina cuando el estudiante ha

completado la formulación de su proyecto, donde a partir de allí, el desarrollo del mismo, que puede tardar seis meses, un año o más, es el grupo de investigación quien ejerce un rol mucho más activo. Para efectos de control del Semillero, el producto se define tomando el primer momento, con un tiempo de ciclo de cuatro meses; es decir, el producto se materializa cuando el estudiante posee un proyecto aprobado por una instancia de investigación o por el Comité de Carrera.

5. Documentación de los Procesos

Cada uno de los procesos de MOFI fueron documentados mediante un diagrama de flujo integrador, donde se registran: líderes de cada proceso, orden lógico de actividades, interacción entre procesos y responsables de cada actividad. Igualmente, en esta fase se construyeron una serie de formatos e instructivos para el despliegue de los procesos. En la [Figura 6](#) se presenta la documentación de los procesos misionales

6. Validación

La verificación de: estructura, entendimiento, contenidos de aprendizaje, propósito, viabilidad y pertinencia, asociados al diseño de MOFI, partió de una socialización expositiva del modelo, acompañada de panel de preguntas donde participaron diversos profesores que integran el Comité de Currículo del Departamento de Ingeniería Industrial. Asimismo, en otras oportunidades, se sometió a prueba con expertos externos en áreas como, gestión por procesos, entre otras mencionadas en el apartado de metodología. El principal consenso de fondo fue el de incorporar en futuras cohortes, el paso del estudiante a través de MOFI, también con algún incentivo curricular, por ejemplo, la sustitución de una electiva. Igualmente, cuando se tenga mayor madurez en la implementación, buscar la vinculación de otros programas de la Facultad de Ingeniería que también necesitan apoyo en el fortalecimiento de la investigación en el pregrado, lo cual además, posibilitaría trabajo interdisciplinario. Los demás aportes recibidos fueron de “forma”, pues el modelo tuvo muy buena acogida. Lo que más llamó la atención fue la orientación de proceso que se le dio al modelo, donde el ciclo de producción y reproducción del saber académico a través de la investigación en el pregrado es sistemático, debidamente planeado, continuo y donde el estudiante, por medio del enfoque “Pull”, ejerce una participación más activa como coproductor de su propia formación.

7. Implementación

Al finalizar el 2009 fueron implementados, para la primera cohorte, los cuatro primeros procesos: oferta de plazas, selección, motivación hacia la investigación y formación de aprendices, cuyas experiencias de despliegue se procede a describir.

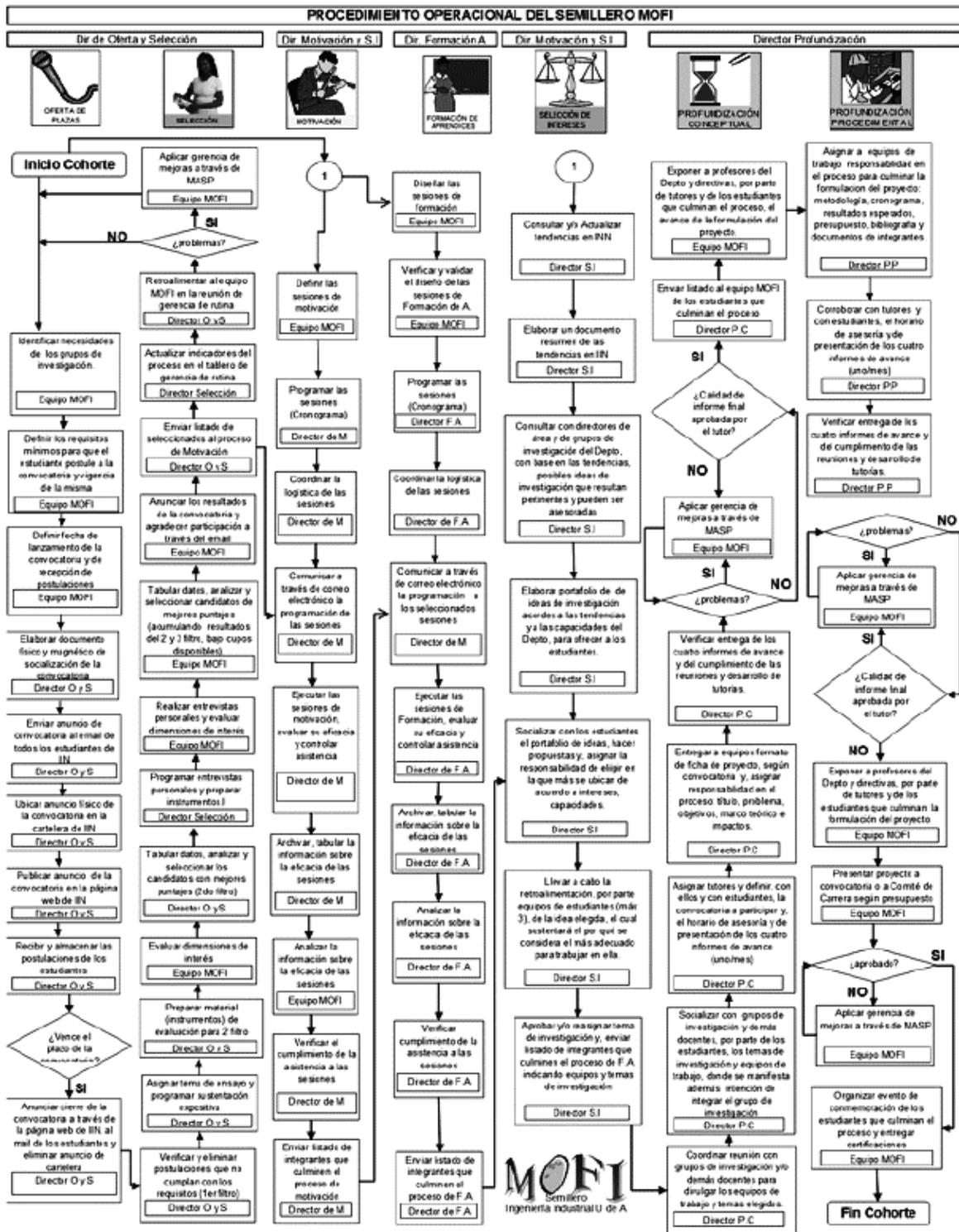


Figura 6. Diagrama de flujo de los procesos misionales.

8. Despliegue del proceso de Oferta de Plazas

La oferta de plazas se llevó a cabo mediante comunicación enviada al email de los estudiantes y de publicación en la cartelera del Departamento de IIN. El periodo de oferta tuvo una duración de un mes y finalizó el 15 de junio de 2009. Los requisitos mínimos para la inscripción fueron los siguientes: cursar entre cuarto y octavo nivel de la

carrera, poseer interés por conocer sobre la investigación y tener disponibilidad de tiempo. Cada postulación se formalizó por medio de un correo electrónico, de asunto “Convocatoria MOFI”, enviado por parte del estudiante a la dirección smofiudea@gmail.com, indicando también sus datos personales. En este primer lanzamiento del Semillero MOFI se postularon 30 estudiantes de Ingeniería Industrial.

9. Despliegue del proceso de Selección

Luego de ejecutar el proceso de selección, 15 aprendices cumplieron con el puntaje mínimo (70/100). Las competencias se evaluaron por medio de: carta de motivación, ensayo sobre ingeniería e innovación, hoja de vida y entrevistas grupales. A continuación se ofrecen extractos de algunas de las cartas de motivación recibidas: “Entrar al semillero sería la oportunidad perfecta para capacitarme como investigador y tener la posibilidad de aprender de la experiencia de los profesores y compañeros, compartir ideas con un grupo de trabajo y utilizar al máximo mis capacidades para cumplir un objetivo, el cual, en este caso, es llegar a ser un buen investigador. Además, me capacitaría como una persona íntegra, la cual pueda afrontar sin miedo todos los problemas laborales y personales con éxito...”. “...Desde hace un tiempo he estado intentando entrar a un grupo de investigación, pero no se ha dado la oportunidad. Pertenecer a éste sería una oportunidad de utilizar los conocimientos aprendidos como estudiante en provecho de una sociedad, además me gustaría contribuir con la formación de otras personas compartiendo con ellos lo aprendido...”

10. Despliegue del proceso de Motivación hacia la Investigación

El proceso de motivación tuvo como objetivo presentar a los estudiantes, la investigación como una opción de vida profesional. Para tal fin, se programaron cuatro bloques de trabajo con dos sesiones cada uno. Las dos sesiones iniciales se realizaron el 18 de julio de 2009 y contaron con la participación del equipo de docentes MOFI y del Jefe del Departamento de IIN, quien fue el encargado de hacer la inauguración del semillero. El ciclo de sesiones se cerró el sábado 29 de agosto. En el despliegue del proceso, además de los profesores del equipo MOFI, se contó con la participación de dos investigadores externos al proceso.

Con el fin de tener instrumentos de mejoramiento de los procesos de MOFI, se diseñó un cuestionario de satisfacción con las sesiones que involucraran capacitación, el cual comprende aspectos sobre: la metodología, el facilitador y la organización. La evaluación por parte de los estudiantes reflejó que los contenidos de las sesiones se percibieron de utilidad, que los objetivos propuestos fueron alcanzados y que el material de apoyo fue adecuado (Calificación media de 4,3 en una escala de 1 al 5). Igualmente, los expositores también fueron evaluados favorablemente (Calificación media de 4,3). El aspecto de menor puntaje fue en torno a la organización y la logística, puesto que, en las primeras sesiones, se presentaron dificultades en el acceso al aula asignada y en la gestión de los refrigerios. Estos aspectos fueron solucionados en las últimas sesiones, producto del aprendizaje tanto del equipo de profesores como de los asistentes. Entre los comentarios generales registrados por los estudiantes en la evaluación de las sesiones, cabe mencionar los siguientes: “Las evaluaciones nos permiten saber el nivel en que estamos, siempre hay cosas que mejorar”, “Contamos con un buen equipo de trabajo, mucha motivación para seguir adelante”, “Excelente motivación para la investigación. Gracias”. En la [Figura 7](#) se presentan fotografías de la sesión de inauguración del

proceso de motivación hacia la investigación, donde asistieron todos los docentes líderes de MOFI y el Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial.



Figura 7. Sesión de Introducción al mundo de la investigación Proceso de Motivación.

13 de los 15 estudiantes que iniciaron la cohorte, han culminado exitosamente este proceso. Los estudiantes faltantes fueron retirados de MOFI por falta de asistencia a dos o más de las sesiones, los cuales manifestaron no tener el tiempo suficiente y cruce con otras actividades.

11. Despliegue del proceso de Formación de Aprendices

Para este proceso se programaron ocho sesiones, que en el transcurso fueron incrementadas a nueve, ya que en el despliegue del marco teórico se consideró necesario emplear una sesión más.

El desarrollado de este proceso abordó contenidos como: elección del tema de investigación, formulación del problema, objetivos, marco teórico, hipótesis y metodología del proyecto. Para dichas sesiones formativas fue necesaria la revisión y/o adaptación de casos aplicables a la ingeniería industrial, a fin de proporcionar elementos para que los estudiantes tengan una perspectiva más pertinente sobre el asocio entre la metodología de la investigación y la disciplina profesional, y también, para que puedan

afrontar con mayor efectividad los siguientes procesos de MOFI. Al igual que en el proceso anterior, se recibieron evaluaciones favorables por parte de los estudiantes, en cuanto al contenido de las sesiones y la calidad de los expositores. Sin embargo, aún se notaron oportunidades de mejora en aspectos de la logística de las sesiones, y se observó la necesidad de emplear espacios más adecuados para próximas experiencias. En la [Figura 8](#) se socializa una fotografía de la sesión sobre la metodología del proyecto.



**Figura 8. Sesión de Metodología del Proyecto
Proceso de Formación de Aprendices.**

IV. CONCLUSIONES

1. Se ha diseñado un modelo, basado en una herramienta gerencial y haciendo un símil con un proceso productivo, que permite iniciar estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia, de manera sistemática, interrelacionada, orientada al cliente y actuando como coproductores de su propia formación, en procesos de investigación científica en las líneas: Calidad, Producción, Logística y Gestión Empresarial. Con ello se responde al interrogante de investigación planteado.
2. El despliegue del Modelo de Formación de Investigadores en Ingeniería Industrial (MOFI) al semillero, ha originado también un procedimiento debidamente documentado a través de un diagrama de flujo integrador, que muestra cómo girar el ciclo PHVA para fortalecer la investigación en el pregrado.
3. Al ejecutar dicho procedimiento hasta los cuatro primeros procesos actualmente implementados, se ha notado en el Departamento de Ingeniería Industrial, una mayor participación, interacción y proyección de: estudiantes, profesores, directivos y grupos de investigación, lo cual puede evidenciarse, entre otros, en la evaluación de los estudiantes respecto al desempeño de los procesos, en la continuidad del semillero, en la dedicación disciplinada y con motivación, de cuatro docentes para el despliegue del modelo, incorporándolo dentro de sus planes de trabajo.
4. También, en el cumplimiento de las metas directivas trazadas en el proceso de renovación de la acreditación y en las constantes preguntas por parte de otros estudiantes sobre ¿Cuándo vuelve a abrir convocatoria MOFI?, situación no vista antes en el Departamento.
5. La aplicación del enfoque por procesos al diseño de MOFI y su materialización en el semillero, disminuyó el enfoque reactivo que ha caracterizado la investigación en el pregrado de Ingeniería Industrial de la U de A.

6. Se propició una mejor integración investigativa de fortalezas del cuerpo docente y hasta con otras disciplinas, se generó una estrategia sin fin alguno que cada año está en capacidad de titular mínimo una cohorte de estudiantes investigadores, que van directamente a fortalecer y aportar a una mejor preparación de los titulados y al crecimiento organizado de los grupos de investigación.

7. En términos específicos, con relación a los procesos motivación y formación de aprendices, la evaluación dada por los estudiantes acerca de la actividad, de los facilitadores y de la organización, reflejó satisfacción de los mismos con el despliegue del modelo (calificaciones superiores a 4,0).

8. No obstante, existen oportunidades de mejoramiento, vinculando elementos de otros tipos de aprendizaje (lúdico, colaborativo,...) que apoyen algunas sesiones donde prevalece el escenario magistral.

V. DISCUSIÓN

1. El enfoque por procesos, si bien su uso es tradicional en el ámbito empresarial, ha reflejado su pertinencia en esferas investigativas, a fin de contribuir a una gestión más efectiva, de modo que se materialice la misión de los procesos, en el momento oportuno y aprovechando los recursos. No obstante, al igual que en el ámbito productivo, para su éxito en esferas investigativas, es imprescindible el compromiso de la alta dirección.

2. MOFI, aún en implementación en el semillero, ha arrojado resultados satisfactorios hasta los cuatro primeros procesos desplegados, y su diseño, completamente culminado, constituye una propuesta novedosa para fortalecer la investigación en el pregrado, ya que no sólo permite a sus integrantes prepararse para asumir procesos de investigación con rigurosidad científica, sino que posibilita la construcción de una cultura investigadora en la comunidad estudiantil, mostrando al estudiante, a través de sus acciones, la investigación como opción profesional.

3. Desplegar, para esta primera cohorte de estudiantes, los procesos faltantes, comenzando por selección de intereses y culminando en profundización procedimental. Del mismo modo, socializar con la comunidad académica los resultados obtenidos.

4. Para futuras cohortes que inicien en el Semillero, se espera apoyar el despliegue de los procesos con la participación de otros investigadores, nacionales e internacionales, así como de los mismos integrantes del semillero MOFI que hayan superado todos los procesos; esto con el fin de fomentar una mayor producción y reproducción del saber académico mediante trabajo interinstitucional; así como motivar aún más a los estudiantes antiguos y nuevos, propiciando planes de carrera en los aspirantes.

5. También, desarrollar un software para la administración de la información del semillero.

VI. REFERENCIAS

1. Marín, E. y Morales, O. Análisis de textos expositivos producidos por estudiantes universitarios desde la perspectiva lingüística discursiva. EDUCERE, Nro. 8(26). 2004. pp. 333-345. [Links]

2. Carlino, P. Alfabetización académica: Un cambio necesario, algunas alternativas posibles. EDUCERE, 6(20). 2003. pp. 409-420. [Links]

3. García, M. y Quintana, H. El auto concepto de los estudiantes en un curso de redacción. En Memorias del VII Congreso Latinoamericano para el Desarrollo de la Lectura y la Escritura. Puebla, México: Consejo de Lectura de Puebla, A. C. 2002. pp. 94-99. [Links]
4. Caldera, R. Escritura y escuela: investigación-acción en el aula. En Memorias del VII Congreso Latinoamericano para el Desarrollo de la Lectura y la Escritura Puebla, México: Consejo de Lectura de Puebla, A. C. 2002. pp. 268-272. [Links]
5. Villalobos, J. La lectura y la escritura: una visión holística. En Memorias del VII Congreso Latinoamericano para el Desarrollo de la Lectura y la Escritura Puebla, México: Consejo de Lectura de Puebla, A. C. 2002. pp. 213-221. [Links]
6. Rodríguez, C. y Gijón, E. Evolución de la formación de investigadores en pregrado en la Facultad de Medicina. Revista Facultad de Medicina UNAM, Vol.44 No.4 Julio- Agosto. 2001. pp. 161-163. [Links]
7. Morales, et al. EDUCRE. Foro Universitario. Artículos Arbitrados. Nro 29, abril-mayo-junio, 2005. pp. 218. [Links]
8. Pérez, J. Aproximación del enfoque por procesos al contexto universitario (Parte I). En: www.entornoempresarial.com , Venezuela. Julio, Vol. 5. 2008. [Links]
9. Sipper, D. y Bulfin, Jr. R. Planeación y control de la producción. McGraw-Hill. México, D.F. 1998. pp. 37- 38 [Links]
10. Karmarkar, U. "Getting Control of Just In Time", Harvard Business Review, Vol. 67, Nro. 5. 1989. pp. 122- 131. [Links]
11. Hoshino, K. "Criterion for choosing ordering policies between fixed-size and fixed Interval, pull-type and pushtype". International Journal of Production Economics. [Links]