



## UNA MIRADA A LA PRODUCCIÓN ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA DE PREGRADO EN EL ÁREA DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL EN COLOMBIA

### *A LOOK AT THE ACADEMIC PRODUCTION OF UNDERGRADUATE FORMATIVE RESEARCH ON THE AREA OF LOGISTICS OPERATIONS OF INDUSTRIAL ENGINEERING IN COLOMBIA*

**Vladimir Balza Franco**

Universidad del Magdalena, Santa Marta (Colombia)

**Ana Paola Caro Ospina**

Seving S.A., Santa Marta (Colombia)

**William Navarro Zúñiga**

C.I Energía Solar S.A, Santa Marta (Colombia)

#### Resumen

Este proyecto se derivó de un producto de investigación formativa sobre el estado del arte del área de operaciones y logística en ingeniería industrial, publicada por la Universidad del Magdalena en el año 2010. Se realizó un análisis cualitativo de una muestra de la producción de monografías de grado de ingeniería industrial enfocadas en esta área en universidades del país. Se prestó especial atención a las monografías de grado posteriormente publicadas en revistas académicas. En contraste, se analizaron algunos artículos publicados en revistas de universidades de la muestra, pertinentes a los temas de O&L. El objeto de la investigación es analizar la tendencia y la relevancia de las propuestas de investigación formativa en pregrado y su potencial para generar documentos de investigación sobresalientes.

**Palabras claves:** investigación formativa; monografías de grado; ingeniería industrial; operaciones y logística; educación en ingeniería.

## Abstract

This project was derived from a undergraduate formative research about the state-of-the-art of operations and logistics area of industrial engineering, published by Universidad del Magdalena on 2010. An qualitative analysis was done about a sample composed by industrial engineering monographs, focused on this area, of colombian universities. Special attention was given to monographs subsequently published as a paper in academic journals. In contrast, some academic papers, published by universities and relevant to O&L area, were analyzed. The research object was to analyze the trend and relevance of undergraduate investigative proposal and their potential to generate relevant research documents.

**Keywords:** formative research; grade papers; industrial engineering; operations and logistics; engineering education

## Introducción

Al considerar el tema de la función pedagógica de la investigación, la de carácter formativo surge como estrategia didáctica en el proceso temprano de consolidación de investigadores. La investigación formativa cuenta con diversos métodos y prácticas, llevados a cabo por las instituciones y los docentes universitarios (Restrepo, 2003). Las prácticas académicas de investigación formativa: ensayos teóricos, trabajos de investigación en el aula, trabajos finales de curso y, por excelencia, monografías de grado (Restrepo, 2003), entre otras, se constituyen en herramienta fundamental para la generación de competencias investigativas y formación de semilleros de investigadores. Al asignarle el apelativo “formativo” a la palabra investigación, de inmediato surge la necesaria diferenciación entre estas modalidades. Según Hernández (2003, p. 185) “La distinción entre lo universal y lo local puede ayudarnos a clarificar las diferencias entre investigación formativa e investigación”. Esta afirmación traza una línea de frontera entre ambas, categorizando el proceso de investigación formativa en un nivel inferior, dado que no genera conocimiento validado por la comunidad académica (Bonilla, Hurtado & Jaramillo, 2009). Pero ¿hasta qué punto puede este primer ensayo investigativo servir de base para generar un proyecto formal de investigación? Por otro lado, si se entiende que las monografías de grado son producto de investigación autónoma del programa académico, estos trabajos deberían reflejar las tendencias de las líneas de investigación de los mismos y constituirse en insumo de primera mano para el diseño curricular. Desde la

perspectiva de maestros y aprendices, estos trabajos son un indicador de las tendencias de la disciplina a la cual tributan.

Dado lo anterior, a partir de un proyecto de investigación formativa en ingeniería industrial de la Universidad del Magdalena, esta investigación analizó una muestra diversa de la producción de monografías de grado de ingeniería industrial enfocadas al área de operaciones y logística (O&L) entre 2000 y 2010. Esta revisión se contrastó con documentos de investigación pertinentes, publicados por universidades de la muestra. El objeto de la investigación fue detectar la tendencia de las propuestas de investigación formativa en pregrado y su potencial para generar investigación relevante.

## Marco referencial

### *Antecedentes históricos del área de operaciones y logística*

La división de la ingeniería industrial en áreas funcionales se origina en una percepción no integrada de la empresa fabril, que dominó en la era moderna, en contraste con el enfoque “sistémico” de la organización contemporánea propuesto por Domínguez et al (1995). Esta tradición funcional se debe a Fayol (1916; 1949) quien dividió las operaciones industriales en seis grupos: técnicas, comerciales, financieras, administrativas, de seguridad y contables, lo que constituyó la primera aproximación al concepto de áreas disciplinares en gestión industrial. A pesar de

la separación por áreas, el corazón de la ingeniería industrial ha sido la producción: analizar, medir, mejorar y optimizar los procesos productivos y logísticos empresariales, actualmente integrados en el área de operaciones y logística (O&L).

El concepto de logística asocia la gestión, la producción y el mercadeo mediante actividades como: transporte, almacenamiento, planeación de la producción, localización de instalaciones y distribución. “La logística representa un conjunto de actividades que aseguran la disponibilidad de los productos correctos en la cantidad correcta, a los clientes correctos en el momento oportuno” (Kasilngman, 2006). La logística es también una herramienta de competitividad empresarial que se ocupa de mover materiales, partes y productos a lo largo de la cadena de suministro: producción, distribución y venta al detal.

### ***Revisión de la producción realizada***

#### *Investigación e investigación formativa*

En el contexto de formación en investigación, la investigación formativa también se denomina aplicada. En ese sentido, las monografías de grado constituyen una importante estrategia para formar nuevos investigadores, dado que: “Aplicada en sus niveles más operativos, permite la vinculación de investigadores en proceso de formación; por ello es muy aprovechable como estrategia para la formación de investigadores, y para el aprendizaje práctico, que está íntimamente conexo con la formación profesional” (Parra, 2004, p. 66).

Se cuestiona mucho el valor de la investigación formativa, al punto de pedir no denominar “investigación” a este proceso. Sin embargo, en algunos casos la monografía de grado es el primer paso en el inicio de una carrera de investigación en cualquier disciplina. “El uso de la misma palabra para nombrar procesos tan distintos puede llevar a grandes confusiones. “Jugar” a la investigación es muy distinto de investigar, por más formativo que sea este juego y por más fascinante que resulte” (Hernández, 2003, p. 184). Sin embargo, este “fascinante juego” es la base de la investigación académica: “Los trabajos de grado son oportunidad

clara para hacer investigación formativa, cuando el estudiante cuenta con la fortuna de un asesor exigente y riguroso que cumple en verdad la función de asesorar la investigación” (Restrepo, 2003, p. 199).

Como mecanismo de graduación profesional, la investigación formativa en ingeniería industrial presenta varias modalidades: (i) orientada a la aplicación teórica específica en la solución de problemas prácticos en empresas y (ii) orientada a servir de base para la construcción de un proyecto de investigación formal. La primera modalidad es más común en las universidades y muy útil para las empresas; por lo general, deriva en una serie de documentos aislados e inconexos, poco consultados luego de ser publicados. La segunda modalidad implica una estrategia diseñada para servir a una línea de investigación que alimente la producción académica del programa, en el sentido que señala Restrepo (2003).

#### *Tendencias de la investigación en el área de operaciones y logística*

La literatura en manufactura reporta que las tendencias mundiales en estrategias de producción se orientan hacia la implementación de *outsourcing*, *offshoring* y *backshoring* (Kinkel & Maloca, 2009). En logística, la literatura sobre diseño curricular plantea áreas temáticas como: diseño integrado de la cadena de suministro, transporte, inventarios, almacenamiento, gestión de materiales, mercadeo, negocios internacionales, gestión estratégica de la cadena de suministro y logística inversa (Universidad de Antioquia, 2006). De igual forma, en operaciones se destacan dos enfoques: manufactura y gestión de operaciones. En manufactura se consideró relevante: materiales, procesos, mantenimiento, producción más limpia, diseño de productos y automatización industrial. En gestión de operaciones los temas pertinentes fueron: planeación estratégica de operaciones, operaciones de servicios y dinámica de sistemas. En diseño curricular se evidencia que el área de O&L está orientada por las siguientes “filosofías gerenciales”: gestión total de calidad (TQM), *Lean manufacturing*, *Just in Time* (JIT), teoría de restricciones (TOC), gestión de la cadena de suministro (SCM) y gestión integrada de la producción, entre otras (Caro & Navarro, 2010).

## Diseño metodológico

El estudio se enmarca en el área temática de educación en ingeniería. La investigación es de carácter analítico-descriptivo con enfoque cualitativo; se pretende mostrar un panorama de la investigación formativa en ingeniería industrial en Colombia, en torno al *área de O&L*.

### Universo y muestra

La selección de unidades de análisis mediante muestreo por criterio (Fernández, 2004), basado en el juicio del investigador, se justifica cuando se busca obtener datos cualitativos más relevantes para el estudio, sin sacrificar representatividad (Rojas Soriano, 1998). Como unidad de análisis se escogió la categoría de monografía de grado de ingeniería industrial. Se analizó un grupo de veinte (20) documentos publicados por universidades colombianas, de una muestra compuesta por quince (15) programas académicos de la modalidad presencial, ampliamente distribuida en el territorio nacional, la cual representa cerca del 20 % de la población, compuesta por 76 programas de este tipo existentes en el país.

### Metodología aplicada

Se realizaron consultas de unidades de análisis publicadas entre 2000 y 2010, en los portales

web de las universidades escogidas. El criterio de selección de las monografías privilegió aquellas que posteriormente se publicaron como artículos en revistas académicas universitarias. En total se analizaron 26 documentos entre monografías y artículos. Los criterios de selección de la muestra fueron (i) universidades del territorio nacional que ofrecen un programa de ingeniería industrial y (ii) con portal web que provea acceso de consulta a la base de datos de monografías de grado. Surtidos estos criterios, la selección de las monografías se enfocó en estos aspectos: (i) identificar el enfoque temático, mediante palabras claves en los motores de búsqueda; (ii) seleccionar las tesis que coincidan con los ejes temáticos propuestos por la revisión de producción (iii) verificar la posterior publicación como artículo académico.

## Resultados de la investigación

### Universidades seleccionadas en la muestra

A continuación se resume la selección de instituciones, las monografías seleccionadas o los artículos publicados en revistas universitarias, derivados de tales monografías.

Tabla 1. Universidades seleccionadas en la muestra

	Universidad	Sede	Monografías consultadas	Publicados como artículos
1	Universidad del Cauca	Popayán	1	1
2	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá	2	0
3	Universidad del Norte	Barranquilla	2	2
4	Universidad de los Andes	Bogotá	2	0
5	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá	3	0
6	Universidad Autónoma de Occidente	Cali	1	0
7	Universidad de Caldas	Manizales	1	1
8	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira	1	0
9	Corporación Universitaria de Ibagué	Ibagué	1	1
10	Universidad del Rosario	Bogotá	1	0
11	Universidad Icesi	Cali	1	0
12	Universidad Eafit	Medellín	1	0
13	Universidad Autónoma	Bucaramanga	1	1
14	Universidad del Magdalena	Santa Marta	1	0
15	Corporación Universitaria Lasallista	Caldas (Antioquia)	1	1
	Total		20	7

Fuente: elaboración propia.

**Ejes temáticos en operaciones y logística**

La previa revisión de la producción relacionada con el área de operaciones y logística arrojó como

resultado los ejes temáticos a continuación (tabla 2). En la consulta bibliográfica se seleccionaron 14 monografías de pregrado que se pueden ubicar en estas categorías.

Tabla 2. Documentos consultados por eje temático.

Tema	Monografías	<i>papers</i>
Estudio de métodos y tiempos	2	1
Distribución en planta	1	0
Control estadístico de procesos	2	1
<i>Supply Chain Management</i>	1	0
Gestión de inventarios	1	0
Mejoramiento continuo	2	0
<i>Lean manufacturing</i>	1	2
Logística inversa	2	0
Gestión total de la calidad	1	1
TPM	1	0
<i>Six-sigma</i>	2	0
JIT	1	0
TOC	1	1
ERP	2	0
Total	20	6

Fuente: elaboración propia.

En total, se consultaron 20 monografías, de las cuales siete fueron posteriormente publicadas como artículo en algún tipo de revista académica –indexadas y no indexadas–. Siguiendo la metodología propuesta, se consultaron seis artículos de investigadores adscritos a

las universidades de la muestra que tocan esos temas, con el fin de establecer contrastes entre la producción de investigación formativa y la investigación formal de la universidad.

**Análisis y discusión**

**Análisis de procesos (estudios de tiempos y movimientos)**

Título/ año	Universidad	Análisis
Estudio de métodos y tiempos para obtención de carne de cuy ( <i>Cavia Porcellus</i> ) empacada al vacío. (2007).	Universidad del Cauca. Artículo publicado en Revista <i>Bi-tecnología en el sector agropecuario y agroindustrial</i> .	Estudio de tiempos y movimientos: una de las monografías de Unicauca, el caso forestal, es un ejemplo exitoso de investigación formativa publicable. La estrategia de divulgación en un medio de la misma universidad fue acertada. Obtener el máximo rendimiento de cualquier tipo de trabajo, en cualquier tipo de industria, sigue siendo un principio rector de la ingeniería industrial. Los estudios de T&M son útiles para determinar la tasa óptima de producción y el precio justo del trabajo.

Título/ año	Universidad	Análisis
Estudio de métodos y tiempos para obtención de carne de cuy ( <i>Cavia Porcellus</i> ) empacada al vacío. (2007).	Universidad del Cauca. Artículo publicado en Revista <i>Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial</i> .	Según la consulta, en industrias no convencionales como la forestal, los estudios de T&M, mediante diagramas de recorrido y diagramas hombre-máquina, permiten determinar los ciclos normales de producción y los rendimientos óptimos de los equipos, diagnosticando posibles causas de disminución del rendimiento en máquinas y equipos durante los procesos de cosecha.
Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S. A. (2007).	Universidad Nacional de Colombia. Monografía de grado.	Distribución en planta: el trabajo de esta área es clásico de ingeniería industrial de planta; hace una descripción detallada de todos los procesos de la empresa. Sigue siendo un tema de grado recurrente, dada la utilidad práctica que tienen estos trabajos para pequeñas y medianas empresas. El análisis de <i>layout</i> genera propuestas para mejorar el flujo de materiales y personas, ahorrar tiempo, disminuir el desperdicio de material, detectar actividades improductivas, obtener mayor eficiencia de los recursos y un flujo más continuo de la producción.
Identificación de las causas que alteran el rendimiento de los equipos de extracción de madera. Estudio de tiempos y movimientos (2009).	Universidad del Cauca. Monografía de grado, publicado en Revista <i>Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial</i> .	
Propuesta de mejoramiento de la distribución de la planta en la empresa Distribuciones Brisas del Libertador, mediante el análisis de sus sistemas productivos (2010).	Universidad del Magdalena. Monografía de grado.	

### Control estadístico de procesos

Título/ año	Universidad	Análisis
Evaluación del uso de las cartas de control X, EWMA y Cusum en un sistema de control de calidad para procesos no correlacionados (2006).	Universidad del Norte. Monografía de grado publicada en la Revista <i>Ingeniería y Desarrollo</i>	La monografía de la Universidad del Norte fue publicada en una revista indexada de la propia escuela, lo que constituye un ejemplo de investigación formativa exitosa. Según la consulta, la tendencia de la investigación en este campo se enfoca a teoría de modelación y pronósticos de series de tiempo, tanto de tipo univariado como multivariado; métodos para identificación de señales espaciales relacionadas con defectos en materiales o partes y reconocimiento de patrones; control bayesiano y cartas de control no paramétricas. De acuerdo con la consulta, en estadística aplicada a procesos se requiere más investigación básica y aplicada en métodos de monitoreo multiparamétrico y multivariado. La tendencia detectada en investigación son los métodos no paramétricos para problemas multivariados. En síntesis, en las universidades analizadas en esta área, la investigación formativa va de la mano con la investigación básica y aplicada en ciencia estadística, acorde con el estado del arte.
Una mirada al control estadístico de procesos (2007).	Universidad Nacional de Colombia. Monografía de grado.	
Cartas de control estadístico de procesos en el monitoreo de la mortalidad perinatal (2009).	Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Artículo. Revista <i>Salud Pública</i>	

### ***Supply Chain Management***

<b>Título/ año</b>	<b>Universidad</b>	<b>Análisis</b>
La gestión de aprovisionamiento de la cadena de abastecimiento de los laboratorios farmacéuticos nacionales con sede en Bogotá y su efecto en el desempeño financiero (2008).	Universidad de los Andes. Monografía de grado.	Con enfoque en <i>Supply Chain Management</i> , se evaluó el área de aprovisionamiento de una cadena de laboratorios farmacéuticos, desde la perspectiva de la integración y el desempeño de la cadena de suministro. Se utilizó la metodología de gestión de aprovisionamiento que analiza cuatro temas: gestión de la demanda, gestión del flujo de manufactura, gestión de relación con los proveedores y gestión de devoluciones a los proveedores. El nivel de profundidad de estos trabajos está acorde con el estado del arte.

### ***Gestión de inventarios***

<b>Título/ año</b>	<b>Universidad</b>	<b>Análisis</b>
Elaboración de una metodología para la gestión de inventarios en una comercializadora de insumos hidráulicos industriales (2010).	Universidad de los Andes. Monografía de grado.	Esta monografía presenta un nivel de profundidad aceptable, apoyada en herramientas informáticas. Se propuso una metodología para gestión de inventarios basada en control de pronósticos e inventarios para el ciclo de aprovisionamiento que utiliza un modelo en Excel para probar distintos métodos de pronóstico, minimizando el SME (error cuadrático medio). En la modelación se usó el <i>software</i> de programación no lineal Xpress-MP.

### ***Mejoramiento continuo (Kaizen)***

<b>Título/ año</b>	<b>Universidad</b>	<b>Análisis</b>
Diferencias y similitudes en la aplicación del concepto de mejoramiento continuo en el sector empresarial japonés y estadounidense (2004).	Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá. Monografía de grado.	El enfoque del documento de la PUJ fue de análisis gerencial de nivel profundo. En el caso de la UAO, es un enfoque muy técnico orientado a solucionar un problema empresarial específico. Los planes de mejoramiento continuo en planta, con enfoque práctico, ayudan ágil y eficazmente a detectar y analizar problemas en los procesos productivos, identificar causas operacionales de paradas de equipos, causas mecánicas y otros aspectos del proceso que disminuyen la eficiencia y productividad. Este eje temático se puede catalogar como una metodología práctica de mejora de procesos.
Plan de mejoramiento continuo para productos retornables (vidrio) Línea de envasado #1 en Coca Cola –Femsa. (2009).	Universidad Autónoma de Occidente en Cali. Informe de pasantía de grado.	

**Lean Manufacturing**

Título/ año	Universidad	Análisis
Análisis y evaluación de los elementos generales de la teoría de manufactura esbelta que pueden generar desarrollo en una empresa del sector de transformación de plásticos. Caso: UPR Ltda. (2004).	Pontificia Universidad Javeriana. Monografía de grado.	La tesis de la PUJ está orientada a ser publicable como artículo de análisis gerencial mediante la metodología de estudio de caso. La literatura consultada en este tema muestra que la investigación se orienta hacia los factores críticos de éxito que se deben considerar al establecer las métricas que permitan determinar el avance de la implementación de un programa de este tipo en una instalación industrial. El cruce del impacto de las actividades Lean sobre las métricas propuestas, conduce a mejorar la precisión de los supuestos <i>a priori</i> sobre estos impactos. La investigación en este campo sugiere que la aplicación de la teoría es totalmente viable en el contexto colombiano, a pesar de las diferencias culturales con otros países. La temática <i>lean</i> está enfocada principalmente a la producción manufacturera de ensamble, con alto número de componentes y partes.
Medición en <i>Lean Manufacturing</i> : Relaciones entre actividades <i>lean</i> y <i>métricas lean</i> (2007).	Universidad ICESI. <i>Paper</i> , Revista <i>Estudios Gerenciales</i>	
Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas (2008).	Universidad Tecnológica de Pereira. Artículo en la revista <i>Scientia et Technica</i> .	

**Mantenimiento productivo total (TPM)**

Título/ año	Universidad	Análisis
El mejoramiento productivo total como una herramienta de acercamiento hacia una producción más limpia en Colcerámica S. A. (2007).	Corporación Universitaria Lasallista. Informe de pasantía de grado, publicado en la revista <i>Producción + Limpia</i> .	El informe de grado consultado fue publicado en una revista de la misma institución. Estudio de caso en el cual TPM se utiliza en la gestión ambiental en procesos productivos de fuerte impacto ambiental. TPM se basa en la construcción de indicadores de desempeño ambiental orientados a la reducción de riesgos y emergencias ambientales, generando beneficios en procesos continuos: ahorro de energía y agua, aseguramiento de procesos y cumplimiento de normas ambientales.

**Justo a tiempo (JIT)**

Título/ año	Universidad	Análisis
Justo a tiempo y manufactura modular: una alternativa para mejorar la competitividad en plantas de confecciones. (2000).	Corporación Universitaria de Ibagué. Monografía de grado. Publicado en la <i>Revista de la Universidad Eafit</i> .	Ejemplo exitoso de trabajo de grado transformado en publicación académica. En este artículo se demuestra cómo mediante la implementación de la filosofía JIT, acompañada de sistemas de manufactura modular, las industrias manufactureras de ensamble pueden mejorar sus niveles de competitividad, potencializando el ingreso de sus productos a mercados de talla mundial. JIT se cataloga como una filosofía gerencial, de tipo estratégico, transversal a todas las áreas de la ingeniería industrial.

### Control total de la calidad

Título/ año	Universidad	Análisis
Análisis comparativo de las herramientas estratégicas más conocidas en nuestro medio empresarial (2003).	Universidad del Norte. Artículo. Revista <i>Pensamiento &amp; Gestión</i> .	El artículo publicado por Uninorte es una mirada desde la ciencia social a las filosofías gerenciales japonesas. Argumenta que esta filosofía, con actitud positiva hacia el cambio y como proceso constante e institucionalizado, sirve de herramienta para mejorar el desempeño empresarial. El artículo de la Universidad de Caldas es producto de un proyecto de grado de un estudiante del semillero de investigación del Programa de Ingeniería Industrial y analizó el estado del arte del uso de la calidad total en pymes de la ciudad de Manizales.
Mercado de perecederos: calidad total, herramienta estratégica para la permanencia en Caldas (2009).	Universidad de Caldas. Monografía de grado, publicado en <i>Revista Vector</i> .	

### Six-Sigma

Título/ año	Universidad	Análisis
Seis-sigma: la revolución en los datos y la calidad en las empresas públicas y privadas (2006).	Universidad del Rosario. Monografía de grado.	La tesis de Unirosario explora la aplicabilidad de <i>Six-Sigma</i> en organizaciones del sector público. Con base en gestión de datos, esta herramienta presenta gran potencial para disminuir costos en empresas productivas, de servicios, públicas o privadas. La tesis de Eafit aplicó la metodología <i>Six-Sigma</i> para medir y reducir la variabilidad en áreas específicas del proceso de producción litográfica. Estos productos no se publicaron en revistas. Sus enfoques son opuestos: el sector público y el sector productivo, lo que demuestra la amplia aplicabilidad.
Aplicación de la metodología <i>Six-Sigma</i> en el área de diseño de una empresa de impresiones gráficas (2010).	Universidad Eafit. Monografía de grado.	

### Teoría de restricciones

Título/ año	Universidad	Análisis
Un enfoque gerencial de la teoría de las restricciones (2000).	Universidad Icesi. Artículo, revista <i>Estudios Gerenciales</i> ,	El artículo analiza implicaciones del enfoque TOC en la gestión: al aplicar esta filosofía, surge el peligro de desarrollar una gerencia ambivalente entre el mundo de los costos y el del <i>throughput</i> . Como resultado, se puede perder el foco de la gestión. En contraste, la monografía, no publicada en revistas analiza la aplicación de esta herramienta en pymes del sector plástico de la ciudad de Cali y las técnicas para mejorar el <i>throughput</i> ; compara JIT, MRP y TOC y evalúa las condiciones previas para implementar TOC.
Metodología para la implementación de los conceptos de teoría de restricciones para las pymes colombianas (2002).	Universidad Icesi. Monografía de grado.	

**Logística inversa**

Título/ año	Universidad	Análisis
Logística inversa: herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones (2006).	Universidad del Norte. Monografía de grado publicada en la revista <i>Ingeniería y Desarrollo</i> .	La monografía de Uninorte es un ejemplo exitoso de investigación formativa articulada a investigación formal y publicable en revistas indexadas. Argumenta que la logística inversa logra ventajas competitivas mediante el reciclaje de partes. La logística inversa recupera y aprovecha productos que el consumidor ha dejado de usar, lo cual genera flujo de materiales y partes de regreso al productor. Se orienta hacia manufactura de ensamble y se puede catalogar como metodología de diseño logístico. La monografía de la UAB fue publicada en la revista del Programa de Ingeniería Financiera de la UNAB y analizó la industria del papel reciclado y el manejo de los desperdicios.
Utilización de la teoría de la logística inversa, en el reciclaje, sustitución y reuso de materiales y la disposición de desperdicios (2009).	Universidad Autónoma de Bucaramanga. Monografía de grado publicada en la revista <i>Opciones</i>	

**ERP (Enterprise Resource Planning)**

Título/ año	Universidad	Análisis
Propuesta de rediseño de procesos para la adaptación de un sistema ERP en la Empresa Metalmeccánica Arcos Ltda. (2008).	Pontificia Universidad Javeriana. Monografía de grado.	La monografía de la PUJ –no publicada en revistas– tiene un enfoque acertado en cuanto a la utilidad que presta a la empresa en donde se desarrolló. La implementación de un esquema de cooperación vertical cliente-proveedor requiere el acceso de éste a la información del cliente, apoyado en sistemas ERP, y esto implica la adaptación de los procesos. En la monografía de la UTP, no publicada en revistas, se desarrolló un prototipo que agrega valor a aplicativos ERP utilizados por pymes. El caso de estudio analiza la funcionalidad del ERP Geminus Software de Colombia, dado que estos aplicativos no cuentan con módulo de visualización de información.
Desarrollo de prototipo de visualización de información para aplicativos tipo ERP enfocado en pequeñas empresas (2010).	Universidad Tecnológica de Pereira. Monografía de grado.	

El anterior análisis conduce a plantear una división de las áreas temáticas asociadas a operaciones y logística en dos categorías conceptuales: (i) métodos y técnicas de solución, y (ii) filosofías gerenciales. En forma general, pero no exclusivo, los métodos de solución se desarrollan en un entorno productivo-manufacturero,

se enfocan en microprocesos; mientras que las filosofías gerenciales son transversales a toda la organización empresarial, su enfoque es en macroprocesos; implican un compromiso de la alta dirección y son aplicables a organizaciones tanto productivas como de servicios.

Tabla 3. Métodos de solución y filosofías gerenciales del área de O&L.

Métodos y técnicas de solución de operaciones y logística	Filosofías gerenciales transversales a la ingeniería industrial
Estudio de métodos y tiempos Análisis de procesos Distribución en planta Control estadístico de procesos Diseño experimental Mejoramiento continuo Logística inversa Mantenimiento productivo total ERP	<i>Six-Sigma</i> <i>Lean Manufacturing</i> Justo a tiempo Control total de la calidad TOC Supply Chain Management

Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

La investigación formativa en los programas consultados se orienta más hacia propuestas de solución a problemas empresariales específicos que a articularse a un proyecto de investigación de largo plazo. La estrategia de publicación de tesis de pregrado de programas como los de Uninorte, Cauca, Caldas, UNAB, Ibagué y Lasallista evidencia una política de promoción de graduados vinculada a la investigación, con diversos niveles de exigencia. No se evidencia la articulación de otras monografías con proyectos de investigación más ambiciosos.

Métodos: según la muestra, la mayor parte de las monografías se orientó a la aplicación de métodos tradicionales de ingeniería industrial como estudios de T&M, estudios de *layout*, control estadístico de procesos, pronóstico de la demanda, modelación de procesos y diseño de métricas e indicadores. No obstante, las críticas de escuelas humanistas de gestión al “taylorismo” (Aktouf, 2009), los estudios de T&M y muestreo del trabajo siguen siendo herramientas útiles en el entorno manufacturero, determinando el método más eficiente y económico para hacer un trabajo y estandarizar el tiempo de la labor. En la muestra se evidenció el uso de nuevos enfoques como TPM, ERP y TOC. Fue escasa la aplicación de TOC a problemas de planta quizá debido a la dificultad de acceso a información financiera empresarial para estudiantes de pregrado. TOC es una filosofía para afrontar decisiones gerenciales y requiere compromiso de la alta dirección; sin embargo, como herramienta de análisis de solución de problemas también se puede catalogar como “método de solución”.

Técnicas: las cartas de control estadístico de procesos son muy utilizadas. En la producción se reportó el creciente uso de diseño experimental, método estadístico usado en control de procesos, no evidenciado en la consulta, sin que esto signifique que no se desarrolle en otros programas. No se hallaron otras técnicas estadísticas como Anova y DEA. Se destaca el uso de *software* especializado en modelación de procesos.

Ejes temáticos: la mayoría de los temas propuestos por la literatura fueron cubiertos en la bibliografía consultada, sugiriendo que la tendencia temática de la investigación formativa en O&L es amplia y diversa. Los ejes temáticos más recurrentes son: análisis de procesos, control estadístico de procesos, gestión de la calidad, *Supply Chain Management*, gestión de inventarios, mejoramiento continuo, *Lean Manufacturing*, logística inversa, TOC y ERP. El enfoque varía según las fortalezas y recursos de cada programa: unos se inclinan por modelación matemática y simulación; otros por el enfoque de gestión, siendo todos totalmente válidos, de acuerdo con la estrategia curricular del programa.

La línea que separa los temas de manufactura y de calidad es difusa; se puede afirmar que calidad es un tema transversal a toda la ingeniería industrial, incluyendo O&L. Las “filosofías gerenciales” como TQM, *Kaizen*, JIT, *Lean Manufacturing*, *Six-Sigma*, propias de manufactura de talla mundial, no deben encasillarse en ejes temáticos específicos, pues se fundamentan en la aplicación integral de “principios rectores” de ingeniería industrial como minimización del desperdicio, economía de movimientos, eficiencia y productividad. La estrategia de investigación formativa en trabajos de grado debe ser interdisciplinaria entre áreas problemáticas.

La investigación formativa es la herramienta pedagógica por excelencia para formar nuevos investigadores. Apoyados en ésta, los programas académicos deben articular: formación disciplinar, mecanismos de promoción, grupos de investigación, posgrados e investigación formal. De lo contrario, se desestimularía el esfuerzo de los docentes-investigadores y este mecanismo caería en desuso, ante otras opciones de promoción académica.

## Reconocimientos

Agradecimientos a la Universidad del Magdalena por el apoyo brindado a este trabajo.

## Referencias

- Abad, D., Díaz, E., Giraldo, U. et al. (2003). *Lineamientos para la acreditación de programas*. Consejo Nacional de Acreditación. Bogotá: CNA.
- Aguilera, C. (2000). Un enfoque gerencial de la teoría de restricciones. *Estudios Gerenciales*.
- Aktouf, O. (2009). *La administración: entre tradición y renovación*. Cali: Coedición Universidad del Valle, Universidad Libre y Artes Gráficas del Valle.
- Alvis, J. & Sotelo-Muñoz, M. (2009). Identificación de las causas que alteran el rendimiento de los equipos de extracción de madera. Estudio de tiempos y movimientos. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(2), pp. 15-23.
- Arboleda, J. (2009). *Análisis de la gestión del cambio en implantaciones de soluciones ERP en algunas empresas de Colombia y México*. Monografía de grado (ingeniería industrial). Bogotá D.C., Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Argote, Velasco & Paz. (2007). Estudio de métodos y tiempos para obtención de carne de cuy (cavia porcellus) empacada al vacío. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 5(2), pp. 103-111.
- Arias, N. (2008). *La gestión de aprovisionamiento de la cadena de abastecimiento de los laboratorios farmacéuticos nacionales con sede en Bogotá y su efecto en el desempeño financiero*. Monografía de grado (ingeniería industrial). Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.
- Ballesteros, P. (2008). Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas. *Scientia et Technica*, 14(38), pp. 223-228.
- Bonilla, E., Hurtado, J. & Jaramillo, C. (2009). *La investigación. Aproximaciones a la construcción del conocimiento científico*. México: Alfaomega.
- Caicedo Solano, N. (2009). Uso del diseño experimental y el control estadístico para la optimización y el monitoreo de las operaciones de cargue y descargue de contenedores en una sociedad portuaria. Bogotá, D.C.: Universidad de los Andes.
- Caro, A. & Navarro, W. (2010). *Estado del arte del área problemática de operaciones y logística en programas de ingeniería industrial en Colombia*. Monografía de grado (ingeniería industrial). Santa Marta, Colombia: Universidad del Magdalena.
- Castro, A. (2006). Monografía de grado (ingeniería industrial). *Seis Sigma: la revolución en los datos y la calidad en las empresas públicas y privadas*. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario.
- Cure, Meza & Amaya. (2006). Logística inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones. *Ingeniería y Desarrollo*, 20(20), pp. 184-202.
- Domínguez Machuca, J., García González, S., Ruiz Jiménez, A. & Álvarez Gil, M. (1995). *Dirección de operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. Madrid: Mc Graw-Hill Interamericana de España, S.A.
- Eljach, Penagos & Peña-Baena. (2006). Evaluación del uso de las cartas de control X, EWMA y Cusum en un sistema de control de calidad para procesos no correlacionados. *Ingeniería y Desarrollo*, 20(20), pp. 35-44.
- Estrada & Tovar. (2008). *Propuesta de rediseño de procesos para la adaptación de un sistema ERP en la empresa metalmeccánica Arcos Ltda*. Monografía de grado (ingeniería industrial). Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Fayol, H. (1949). *General and industrial management*.
- Fernández, A. (2004). *Investigación y técnicas de mercado*. Esic Editorial.
- García, P. & Tabares, J. (2010). *Desarrollo de prototipo de visualización de información para aplicativos tipo ERP enfocado a pequeñas empresas*. Monografía de grado (ingeniería industrial). Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Giraldo, J. (2008). Utilización de la teoría de la logística inversa en el reciclaje, sustitución y reuso de materiales y la disposición de desperdicios. *Opciones*, 2(4).
- Giraldo, J. (2009). *Utilización de la teoría de la logística inversa, en el reciclaje, sustitución y reuso de materiales y la disposición de desperdicios*. Monografía de grado (ingeniería industrial). Bucaramanga, Colombia: Universidad Autónoma de Bucaramanga.
- González & Yáñez. (2007). *Una mirada al control estadístico de procesos*. Monografía de grado (ingeniería industrial). Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Hernández, C. (2003). Investigación e investigación formativa. *Nómadas*(18), pp. 183-193.
- Kasilingman, R. (1998). *Logistics and transportation*. Great Britain: Kluwer Academic Publishers.
- Kinkel, S. & Maloca, S. (2009). Drivers and antecedents of manufacturing offshoring and backshoring-A German perspective. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 15(3), pp. 154-165.

- Lafaurie, M. (2003). Análisis comparativo de las herramientas estratégicas más conocidas en nuestro medio empresarial. *Pensamiento&Gestión*(15), pp. 111-157.
- Manotas & Rivera. (2007). Lean manufacturing measurement: the relationship between lean activities and lean metrics. *Estudios Gerenciales*, 23(105), pp. 69-83.
- Martínez, J. F. (2010). *Elaboración de una metodología para la gestión de inventarios en una comercializadora de insumos hidráulicos industriales*. Monografía de grado (ingeniero industrial). Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.
- Mera, S. (2004). *Diferencias y similitudes en la aplicación del concepto de mejoramiento continuo en el sector empresarial japonés y estadounidense*. Monografía de grado (ingeniero industrial). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Monroy, F. (2009). *Plan de mejoramiento continuo para productos retornables (vidrio) línea de envasado #1 en Coca Cola-Femsa*. Informe de pasantía de grado (ingeniería industrial). Cali, Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.
- Montoya-Restrepo, N. & Correa-Morales, J. (2009). Cartas de control estadístico de procesos en el monitoreo de la mortalidad perinatal. *Revista de Salud Pública*, 11(1), pp. 92-99.
- Parra, C. (2004). Apuntes sobre la investigación formativa. *Educación y Educadores*, 7, pp. 56-77.
- Restrepo, B. (2003). Investigación formativa e investigación productiva de conocimiento en la universidad. *Nómadas*(18), pp. 195-202.
- Rojas Soriano, R. (1998). *Investigación social: teoría y praxis* (9.ª ed.). Plaza y Valdés.
- Sarache-Castro, W. & Tovar, N. (2000). Justo a tiempo y manufactura modular: una alternativa para mejorar la competitividad en plantas de confecciones. *Revista Universidad Eafit*, 36(117), pp. 49-58.
- Serrano & Suárez. (2004). *Análisis y evaluación de los elementos generales de la teoría de manufactura esbelta que pueden generar desarrollo en una empresa del sector de transformación de plásticos*. Monografía de grado (ingeniería industrial). Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Suárez, Tamayo, Mejía & Pérez . (2009). Mercado de perecederos: calidad total, herramienta estratégica para la permanencia en Caldas. Monografía de grado (ingeniería industrial). *Vector*, 4, pp. 72-82.
- Universidad de Antioquia. (2006). *Transformación curricular del Programa de Ingeniería Industrial*. Medellín: UdeA.
- Ustate, E. (2007). *Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S.A.* Monografía de grado (ingeniería industrial). Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Vasco Restrepo, L. (2007). El mantenimiento productivo total como una herramienta de acercamiento hacia una producción más limpia en Colcerámica S. A. *Producción+Limpia*, 2(1), pp. 39-44.

## Sobre los autores

---

### **Vladimir Balza Franco**

Universidad del Magdalena, Santa Marta (Colombia)

### **Ana Paola Caro Ospina**

Seving S.A. Santa Marta (Colombia)

### **William Navarro Zúñiga**

C.I Energía Solar S.A, Santa Marta (Colombia)

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