

**ESTADO DEL ARTE DEL ÁREA DISCIPLINAR DE OPERACIONES Y  
LOGÍSTICA EN LOS PROGRAMAS ACADÉMICOS DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL EN COLOMBIA**

**ANA PAOLA CARO OSPINA  
WILLIAM RAFAEL NAVARRO ZÚÑIGA**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTA MARTA D.T.C.H.  
2010**

**ESTADO DEL ARTE DEL ÁREA DISCIPLINAR DE OPERACIONES Y  
LOGÍSTICA EN LOS PROGRAMAS ACADÉMICOS DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL EN COLOMBIA**

**ANA PAOLA CARO OSPINA  
WILLIAM RAFAEL NAVARRO ZÚÑIGA**

**Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial**

**Director  
VLADIMIR BALZA FRANCO  
INGENIERO INDUSTRIAL  
MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTA MARTA D.T.C.H.  
2010**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del Presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**Santa Marta, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2010**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia queremos extender nuestros agradecimientos al Ingeniero Vladimir Balza, director de la investigación, quien con su experiencia y dedicación permitió que este trabajo concluyera de manera satisfactoria.

De igual manera, agradecemos la colaboración de los docentes consultados, quienes con su experticia y buena voluntad respondieron a nuestro llamado por medio de las encuestas y sumado a ello el interés por aportarnos a la investigación con valiosas sugerencias. A cada uno de ellos, Andrés García León; Carlos Castro Zuluaga; Carlos Vidal Holguín; Carlos Paternina Arboleda; Hugo Mercado Cervera; Juan Osorio Gómez; Jairo Pérez Pacheco; Julián Cardona Giraldo; Myriam Niño López y Víctor Ávila Díaz, gracias por su aporte a la investigación.

Por supuesto, el mayor agradecimiento, a Dios por darnos la fortaleza necesaria para alcanzar esta gran meta y poder superar cualquier dificultad. A nuestros padres, por la inmensa confianza y el apoyo incondicional a lo largo de nuestra carrera universitaria.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	10
<b>INTRODUCCIÓN</b>	11
<b>1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b>	12
1.1 PLANTEAMIENTO DE LA PREGUNTA O PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	12
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	15
<b>3. OBJETIVOS</b>	17
3.1 OBJETIVO GENERAL	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
<b>4. MARCO REFERENCIAL</b>	18
<b>5. DISEÑO METODOLÓGICO</b>	23
5.1 TIPO DE ESTUDIO	23
5.2 ÁREA DE ESTUDIO	23
5.3 METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	23
5.4 SISTEMATIZACIÓN DE VARIABLES	25
<b>6. ESTADO DEL ARTE Y TENDENCIAS ACTUALES DE LAS DISCIPLINAS RELACIONADAS CON LAS OPERACIONES Y LA LOGÍSTICA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>	27
6.1 TENDENCIAS ACTUALES DEL ÁREA DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA	27
6.2 DESARROLLO HISTÓRICO DE LAS FILOSOFÍAS EMPRESARIALES Y HERRAMIENTAS RELACIONADAS CON LAS OPERACIONES Y LA LOGÍSTICA	30
6.2.1 Década de 1910	32
6.2.2 Década de 1930	40

6.2.3 Décadas de 1950-1960	42
6.2.4 Década de 1970	56
6.2.5 Década de 1980	57
6.2.6 Década de 1990	70
<b>7. ESTADO DEL ARTE DE LA INVESTIGACIÓN APLICADA EN LAS FILOSOFÍAS EMPRESARIALES Y HERRAMIENTAS RELACIONADAS CON LAS OPERACIONES Y LA LOGÍSTICA</b>	<b>82</b>
7.1 ANÁLISIS DE PROCESOS	82
7.2 CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	84
7.3 KAIZEN – MEJORAMIENTO CONTINUO	87
7.4 LEAN MANUFACTURING	89
7.5 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	91
7.6 JUSTO A TIEMPO	92
7.7 CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD	92
7.8 SEIS SIGMA	94
7.9 TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES	95
7.10 LOGÍSTICA INVERSA	97
7.11 ERP	98
<b>8. ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS NACIONALES DE LAS DISCIPLINAS RELACIONADAS CON EL ÁREA DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA</b>	<b>100</b>
8.1 DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA ACADÉMICA	101
8.2 METODOLOGÍAS DIDÁCTICAS UTILIZADAS	104
8.3 TEMÁTICAS INCLUIDAS EN EL CONTENIDO PROGRAMÁTICO	106
8.4 TEMAS A INCLUIR EN LOS PROGRAMAS DE ESTUDIO	107
8.5 BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA	109
8.6 SOFTWARE UTILIZADO	110
8.7 GRUPOS DE INVESTIGACIÓN A LOS QUE PERTENECEN ALGUNOS ENCUESTADOS	112

8.8 ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN	112
<b>9. MODELO DE INVESTIGACIÓN EN PROCESOS CURRICULARES</b>	115
<b>10. FORMULACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES</b>	119
<b>11. CONCLUSIONES</b>	121
<b>12. BIBLIOGRAFÍA</b>	125
<b>13. WEBGRAFÍA</b>	135
<b>14. ANEXOS</b>	136

## LISTA DE CUADROS

	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1.</b> Principales manifestaciones visibles de los programas de ingeniería industrial con respecto a las tendencias de internacionalización	21
<b>Cuadro 2.</b> Sistematización de variables de la investigación	25
<b>Cuadro 3.</b> PIB de las principales economías del mundo 1954, 2004, 2025	27
<b>Cuadro 4.</b> Resumen Histórico de la Administración de Operaciones	30
<b>Cuadro 5.</b> Resumen del enfoque a un problema del diseño de métodos	34
<b>Cuadro 6.</b> Identificación de causas de desperdicios	52
<b>Cuadro 7.</b> Principales contribuciones a la evolución de la Calidad Total	58
<b>Cuadro 8.</b> Cambio de sistema	62
<b>Cuadro 9.</b> Contraste entre control de calidad y Gestión de la Calidad Total	62
<b>Cuadro 10.</b> Síntesis de la muestra escogida	100
<b>Cuadro 11.</b> Promedios de las intensidades horarias y créditos académicos de las asignaturas del área	101
<b>Cuadro 12.</b> Bibliografía utilizada en el área de operaciones y logística	109
<b>Cuadro 13.</b> Algunos grupos de investigación en operaciones y logística	113
<b>Cuadro 14.</b> Propuesta de orientación de las temáticas del área disciplinar de operaciones y logística	118



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Propuesta de política pública sobre educación superior por ciclos y por competencias	22
<b>Figura 2.</b> Diagrama de Ishikawa	37
<b>Figura 3.</b> Diagrama de Pareto	39
<b>Figura 4.</b> Punto de Equilibrio	43
<b>Figura 5.</b> Bases del Kaizen	48
<b>Figura 6.</b> Tipos de mejora y control	50
<b>Figura 7.</b> Total Productive Manufacturing	54
<b>Figura 8.</b> Reacción en Cadena de Deming	64
<b>Figura 9.</b> La evolución de la calidad. Esfuerzo por la calidad total	65
<b>Figura 10.</b> Créditos del área de operaciones y logística según las universidades observadas	102
<b>Figura 11.</b> Cátedras por nivel de estudio	103
<b>Figura 12.</b> Distribución específica por área	103
<b>Figura 13.</b> Visitas empresariales en los cursos	104
<b>Figura 14.</b> Metodologías de estudio utilizadas	105
<b>Figura 15.</b> Temáticas incluidas en el contenido programático	106
<b>Figura 16.</b> Temáticas a incluir en el contenido programático del pregrado	107
<b>Figura 17.</b> Temáticas a incluir en el contenido programático del posgrado	108
<b>Figura 18.</b> Software utilizado en el área de operaciones y logística	111
<b>Figura 19.</b> Modalidades de extensión en el área de estudio	113
<b>Figura 20.</b> Propuesta de Modelo de Investigación en Procesos Curriculares	115

## RESUMEN

La actualización constante de los contenidos temáticos se ha convertido en una de las necesidades de los programas académicos en pro del mejoramiento continuo de los indicadores para lograr procesos de acreditación por alta calidad de una manera eficiente. De este modo, el objeto de esta investigación consiste en definir las temáticas más actualizadas, prospectivas y pertinentes a incluir en los contenidos programáticos de los cursos del área disciplinar de operaciones y logística en el currículo de ingeniería industrial de la Universidad del Magdalena.

La metodología utilizada para tal fin consiste en analizar las tendencias internacionales y las nacionales de las temáticas desarrolladas en el área de operaciones y logística, mediante revisión de bibliografía actualizada y la opinión de expertos docentes en el área disciplinar en estudio. Por consiguiente, se logran establecer competencias profesionales que deben tener los ingenieros industriales de la Universidad del Magdalena para asumir los retos productivos y logísticos generados por la competitividad actual de la economía. Así logran establecerse como grandes temáticas las estrategias de administración de operaciones y de la cadena de abastecimiento, así como la gestión del almacenamiento de materiales, bajo la óptica de la teoría de restricciones; estas temáticas requieren como apoyo la gestión total de la calidad y el estudio de los sistemas de transporte.

Paralelamente, la investigación arroja que las tecnologías de información y el uso de software para la simulación de procesos complementan en forma transversal las grandes temáticas citadas. Finalmente, se propone un modelo de investigación en contenidos programáticos para un área disciplinar específica que genere actualización a los mismos en pro de la renovación de los programas académicos.

## INTRODUCCIÓN

El diseño y la formulación de los programas académicos implican un marco referencial que apoye las decisiones respecto de lo que es o no pertinente. En este sentido, se hace fundamental conocer las tendencias de las diferentes áreas de estudio con el propósito de establecer bases que funcionen como indicadores de dicha pertinencia.

Profundizar la indagación sobre las temáticas más relevantes tiene un interés primordialmente académico, pues se parte de la idea que dicha investigación sea la materia prima para la reestructuración del currículo académico del programa de ingeniería industrial de la Universidad del Magdalena en pro de un mejoramiento continuo de los indicadores académicos que soportan la acreditación de alta calidad . De otro lado, procurar que la propuesta académica para dicho programa, sea producto de una actualización permanente, entendida ésta como un mecanismo que le genera “vida útil” a los contenidos dentro del marco de acción para el que fueron diseñados. Dicho de otra forma, es el modo y la vía para que, tanto el programa como los estudiantes, estén sincronizados con las necesidades del entorno en pro de un desarrollo congruente con los cambios que genera la realidad misma. De manera que, es preciso dinamizar los procesos de enseñanza con temáticas pertinentes que de alguna manera generen valor agregado y sean compatibles con las metodologías de estudio-aprendizaje-práctica.

Así, la presente investigación se basa en un análisis descriptivo del estado del arte del área de operaciones y logística, trabajo que se apoya en la opinión de expertos consultados (a través de entrevistas) y referencias académicas elaboradas que sugieren temáticas actualizadas de interés para el área bajo estudio. La muestra corresponde a profesionales con niveles de maestría o doctorado pertenecientes a universidades de diferentes zonas geográficas del territorio nacional.

## **1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DE LA PREGUNTA O PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son las temáticas más actualizadas, prospectivas y pertinentes a incluir en los contenidos programáticos de los cursos del área disciplinar de operaciones y logística en el currículo de ingeniería industrial de la Universidad del Magdalena?

### **1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

El programa de ingeniería industrial de la Universidad del Magdalena es un programa académico relativamente nuevo que viene ofreciendo la oportunidad de una formación en ingeniería industrial a los jóvenes magdalenenses desde mediados del año 2000. Esta posibilidad de estudios superiores en esta disciplina solo se daba en universidades privadas de Barranquilla y el interior del país; en el sector oficial únicamente se ofrecía en la Universidad del Atlántico y la Universidad de la Guajira. El programa ha venido creciendo y actualmente tiene alrededor de 230 egresados. Por diversas circunstancias de la dinámica académico-administrativa de las universidades públicas, no ha contado con un *staff* de docentes de planta que orienten su labor académica y solo a partir de la últimas convocatorias ha podido vincular el personal docente que refuerce su labor investigativa y de extensión. Una de las consecuencias de esta situación es que la gestión de orientación curricular se ha soportado en los docentes de cátedra, que a pesar de su valioso aporte no han contado con el tiempo formal de dedicación a esta labor, ni de la oportunidad de realizar un trabajo coordinado, dada la naturaleza itinerante de su trabajo. Esto ha dado como resultado que la guía de la carrera es un plan de estudio (una hoja de ruta de asignaturas a cursar) y no un verdadero currículo académico.

Esta realidad evidencia que el resultado final (el plan de estudio anterior) se obtuvo sin que mediara un proceso de diseño curricular. Esta circunstancia genera problemas de articulación y de integración del currículo, debido a que cada curso o asignatura actúa como un ente aislado y sus contenidos son una construcción individual de cada docente o la consecuencia de una tradición heredada de otros planes de estudio. Esta desarticulación se evidencia en la repetición de temas en distintas asignaturas y en la ausencia de integración del conocimiento. Otras carencias que resaltan es la ausencia de proyectos integradores de semestre o de año.

El programa enfrenta retos inmediatos como la acreditación, lo que hace necesario una urgente revisión curricular y el inicio de un verdadero proceso de diseño curricular que contemple las principales tendencias de las distintas áreas disciplinares: Operaciones y Logística, Sistemas de Gestión de la Calidad, Métodos Cuantitativos, por citar las más reconocidas.

El objeto de este proyecto es generar un modelo de investigación en la tendencia actual de las áreas disciplinares de la ingeniería industrial, iniciando con el área de Operaciones y Logística, que sirva de base para la definición de las competencias más pertinentes hacia el futuro que debe procurar desarrollar el currículo de ingeniería industrial.

Frente al veloz desarrollo de la tecnología actual surge una pregunta en cuanto a la enseñanza en ingeniería industrial: ¿Están nuestros ingenieros en formación preparándose conforme a las últimas tendencias de la disciplina y con la tecnología de soporte que se requiere? ¿Cuáles son las competencias que requieren las empresas colombianas de un ingeniero industrial contemporáneo?

Los programas de educación superior en ingeniería industrial deben responder metódica, rigurosa y colectivamente a estas preguntas, como consecuencia de

una permanente investigación de su propia actuación pedagógica y no como meras interpretaciones individuales de los docentes, realizadas de manera independientemente.

Considerando lo anterior, este proyecto dará inicio a una serie de estudios sobre el estado del arte de la enseñanza de la ingeniería industrial a nivel global, nacional y regional, partiendo del área de operaciones y logística, considerada una de las áreas tradicionales del currículo de ingeniería industrial. Este estudio busca revisar cual es la tendencia mundial de lo que se enseña sobre este tema en las universidades con planes de estudio similares, frente a las necesidades de los empresarios y el desarrollo de la región.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La Universidad del Magdalena se ha trazado altos objetivos institucionales tal como obtener la acreditación institucional de alta calidad. Para lograr este objetivo necesita que al menos cinco de sus programas académicos estén acreditados en cada grupo, conforme con los lineamientos de la Ley 749 de 2002 y el Decreto 2566 de 2003 expedido por el M.E.N. y conforme a los Lineamientos del Consejo Nacional de Acreditación, que textualmente indican:

*Grupo 1: Matemáticas y Ciencias Naturales.*

*Grupo 2: Ciencias Sociales, Derecho, Ciencias Políticas, Economía, Administración y Contaduría y afines.*

*Grupo 3: Ciencias de la Salud, Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines, y Agronomía, Veterinaria y afines.*

*Grupo 4: Bellas Artes, Humanidades y Ciencias Religiosas.*

*Grupo 5: Ciencias de la Educación.*

Teniendo en cuenta la agrupación indicada anteriormente, las instituciones deberán satisfacer uno de los siguientes requisitos: *a) Si la institución de educación superior ofrece programas académicos en los cinco (5) grupos de áreas de conocimiento señalados, deberá tener al menos un programa acreditado por su alta calidad en cada uno de dichos grupos, o un programa de maestría o doctorado en esos mismos grupos.*

En el marco de las directrices y políticas de calidad de la institución, el programa de ingeniería industrial ha iniciado un proceso de autoevaluación con miras a la acreditación voluntaria de alta calidad de acuerdo con los citados decretos regulatorios. A este respecto, el decreto 2566 establece lo siguiente: (Art. 4º, aspectos curriculares): *“La institución deberá presentar la fundamentación teórica, práctica y metodológica del programa; los principios y propósitos que orientan la*

*formación; la estructura y organización de los contenidos curriculares acorde con el desarrollo de la actividad científica-tecnológica; las estrategias que permitan el trabajo interdisciplinario y el trabajo en equipo; el modelo y estrategias pedagógicas y los contextos posibles de aprendizaje para su desarrollo y para el logro de los propósitos de formación; y el perfil de formación.”*

Frente al tema de la acreditación de alta calidad, el C.N.A. elaboró el documento “Lineamientos para la acreditación de programas”, en el cual se presentan un conjunto de 8 factores y 42 características de calidad que deben evaluarse en un programa académico que pretenda obtener acreditación de alta calidad. En ese documento concitamos el factor 4 (características asociadas a los procesos académicos), característica 18: “Integralidad del currículo”

*“El currículo contribuye a la formación en valores, actitudes, aptitudes, conocimientos, métodos, principios de acción básicos y competencias comunicativas y profesionales, de acuerdo con el estado del arte de la disciplina, profesión, ocupación u oficio, y busca la formación integral del estudiante, en coherencia con la misión institucional y los objetivos del programa”*

Por tanto, el proceso de autoevaluación del programa incluye la revisión y actualización del diseño curricular del programa, lo cual requiere la apropiación de información actualizada y validada sobre las tendencias actuales tanto del estado del arte de la disciplina de la ingeniería industrial como de los modelos pedagógicos actuales que se emplean a nivel de educación superior y de la dinámica de los procesos de enseñanza-aprendizaje que mejor se adaptan al tipo de educación que se pretende impartir.

Este proyecto busca recabar la información pertinente que sirva de insumo para orientar la estructuración del área de operaciones y logística en el currículo de ingeniería industrial conforme con el estado del arte y las tendencias prospectivas de la disciplina y posteriormente servir como modelo para validar la información para las otras áreas disciplinares.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Identificar las principales tendencias en la enseñanza del área de operaciones y logística en los principales currículos académicos de ingeniería industrial del país mediante un estudio exploratorio que sirva de insumo y de base para la construcción del currículo en el programa de ingeniería industrial en la Universidad del Magdalena

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar el estado del arte y las tendencias actuales de las disciplinas relacionadas con las operaciones y la logística en ingeniería industrial.

Identificar y sintetizar las competencias a desarrollar en el área de operaciones y logística, siguiendo la tendencia internacional.

Generar un modelo de investigación en procesos curriculares que se aplique a otras áreas disciplinares de la carrera.

#### 4. MARCO REFERENCIAL

*La Accreditation Board For Engineering and Technology -ABET-* define la Ingeniería como: “*la profesión en la cual el conocimiento de las matemáticas y las ciencias naturales, adquirido mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se aplica con buen juicio al desarrollo de maneras de utilizar, económicamente, los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad*”. La administración de las operaciones y logística es un área tradicional de la ingeniería industrial. Desde sus comienzos, la ingeniería industrial ha enfocado sus esfuerzos en analizar, medir, mejorar y optimizar los procesos productivos de las empresas.

El desarrollo de la ingeniería industrial se inicia con la aplicación de técnicas, métodos y procedimientos modernos en la dirección, producción y distribución de bienes y servicios. Históricamente se considera que son dos los padres de la ingeniería industrial en el mundo: Frederick Taylor y Henri Fayol. Taylor, ingeniero y economista norteamericano, fue el promotor de la organización científica del trabajo. En 1878 efectuó sus primeras observaciones sobre el trabajo en la industria del acero, a ellas le siguieron, una serie de estudios analíticos sobre tiempos de ejecución y remuneración del trabajo; sus principales aportes fueron: determinar científicamente el trabajo estándar, crear una revolución mental y la idea de un trabajador funcional, esto a través de diversos conceptos que se intuyen a partir de un trabajo suyo publicado en 1903 llamado “*Shop Management*”.

Por su parte, Henri Fayol, ingeniero de minas nacido en Constantinopla, hizo grandes contribuciones a los diferentes niveles administrativos. En su obra “*Administration industrielle et générale*”, describe su filosofía y sus propuestas. Fayol dividió las operaciones industriales y comerciales en seis grupos: técnicas, comerciales, financieras administrativas, seguridad y contables. Frederick Taylor y Henri Fayol, con sus revolucionarias teorías y principios lograron darle un nuevo

enfoque a la producción, haciéndola más eficiente y menos artesanal lo que sin duda contribuyó a importantes cambios en la industria de su tiempo y a la creación y desarrollo de la ingeniería industrial en el mundo. Es así como se sientan las bases de lo que hasta bien avanzado el Siglo XX constituyó el corazón e identificación de los ingenieros industriales. En 1943 el Comité de Racionalización del Trabajo de la Dirección de la Sociedad Americana de Ingeniería Industrial llegó a definir los campos de aplicación de la ingeniería industrial. Ante los continuos avances tecnológicos y del conocimiento científico, la definición de estos campos, va adecuándose y posicionándose hacia un rol más integrador, de exigencias de mercado y adaptaciones al cambio. (Aparece en <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Runway/7048/ingenieria/ingindustriak1.htm>)

En forma general, los programas académicos de ingeniería industrial en Colombia, se han venido planteando diversos cuestionamientos para intentar definir las competencias pertinentes en las distintas áreas disciplinares de la carrera, entre ellas el área de operaciones. Algunas de estas preguntas son:

*“¿Cómo diseñar y administrar las operaciones en organizaciones de bienes y servicios, orientados a la satisfacción del cliente, de tal forma que se consiga la mayor productividad y competitividad en un mercado globalizado, un marco productivo, competitivo, de responsabilidad social y un mínimo impacto ambiental? ¿Cuáles son las competencias profesionales y técnicas que le permiten al ingeniero industrial diseñar y administrar las operaciones en organizaciones de bienes y servicios? ¿Cuáles son los conceptos, técnicas y herramientas que desarrollan en el estudiante estas competencias?”* (Universidad del Atlántico, Documento Curricular Programa de Ingeniería Industrial, 2003)

El estado del arte de la investigación en tendencias curriculares nos presenta una diversa gama de investigaciones sobre el currículo de ingeniería industrial que incluye enfoques como la internacionalización del currículo hasta el desarrollo de

las competencias. Un estudio reciente publicado por ACOFI, y liderado por la Universidad de la Sabana, sintetiza algunas conclusiones referentes al tema:

*“En Colombia se tienen registrados alrededor de 916 programas de ingeniería impartidos por 116 instituciones de educación superior. En el área de la ingeniería industrial, el número de programas asciende a 76 en modalidad presencial, y sólo en Bogotá el número de programas corresponde a 17”. (ACOFI, 2009). (...) La primera revisión se hizo sobre las universidades acreditadas para establecer cuáles de éstas tenían programas de ingeniería industrial. En el mismo periodo, marzo de 2008, se contaba en el país con 13 universidades acreditadas distribuidas así: 5 de Bogotá, 3 de Medellín, 1 en Barranquilla, 1 en Cali, 1 en Bucaramanga, 1 en Pereira y 1 en Manizales.*

Como se puede observar, a 2009 el número de programas de educación superior en ingeniería industrial, modo presencial, es considerable (76 programas) ofrecidos por 116 instituciones, de las cuales solo 13 ostentan acreditación de alta calidad. Actualmente, 14 programas de ingeniería industrial en el país cuentan con acreditación de alta calidad.

En cuanto a la formación por competencias, la investigación de la Universidad de la Sabana concluye que: *“Es quizás el término competencia el que se menciona actualmente con mayor frecuencia en la mayoría de los discursos relacionados con los procesos de internacionalización de la educación superior académico-curricular. Al parecer, no existe duda alguna sobre los retos que desde la globalización se imponen a la educación superior, queriendo hacer notar que el profesional que se forma hoy en las universidades debe ser distinto al que se ha venido tradicionalmente formando. El profesional de hoy debe tener profundas bases humanísticas, que van más allá de la técnica y la ciencia y, por ello, estar mejor preparado para entender el entorno y desempeñar el papel que le corresponde en la sociedad”.*

El estado del arte de la formación en ingeniería industrial parece entonces converger hacia el desarrollo de competencias profesionales. Este estudio de internacionalización del currículo buscaba establecer características comunes en los programas académicos acreditados que aspiran a ser reconocidos allende las fronteras nacionales. Uno de los aportes más valiosos que nos brinda el estudio son las características deseables en un programa de ingeniería industrial frente a las características encontradas en los programas analizados. Estas conclusiones se resumen en el siguiente cuadro (Paipa, De Zan y Parra, 2009):

ID.	DESCRPTORES O DIMENSIONES DE VISIBILIDAD	MANIFESTACIONES GENERALES EN LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
1	Existencia de un perfil profesional expresado en términos de competencia	En el perfil profesional se incorporan elementos deseables, expresados en términos de capacidades.
2	Planes de asignaturas en los que se refleje las competencias a desarrollar.	No se aprecia un desarrollo del concepto de competencia en los planes de las asignaturas.
3	Presencia de asignaturas en el plan de estudios orientadas a favorecer el manejo de una segunda lengua.	Se aprecian diferencias significativas entre los diferentes programas. En el caso de los que pertenecen a universidades privadas, la tendencia se orienta a exigir la presentación de exámenes de certificación en el dominio de una segunda lengua, independientemente que se incluyan cursos en el plan de estudios. Por otro lado, se observa que en los programas pertenecientes a universidades oficiales no se exige el dominio de una segunda lengua.

Cuadro 1. Principales manifestaciones visibles de los programas de ingeniería industrial con respecto a las tendencias de internacionalización. Fuente: ACOFI: "Avances en los procesos de internacionalización de los currículos de ingeniería industrial en Colombia". Luis Alfredo Paipa G., Arturo T. De Zan y Ciro Hernando Parra Moreno. Revista Educación en Ingeniería. 2009.

En el campo del diseño curricular, la tendencia actual se orienta cada vez más al enfoque de competencias profesionales, con un componente muy fuerte de una formación para el trabajo. Este enfoque ha tenido un impulso decidido de parte del Estado a través del Ministerio de Educación Nacional. El modelo general que plantea este enfoque es el siguiente:

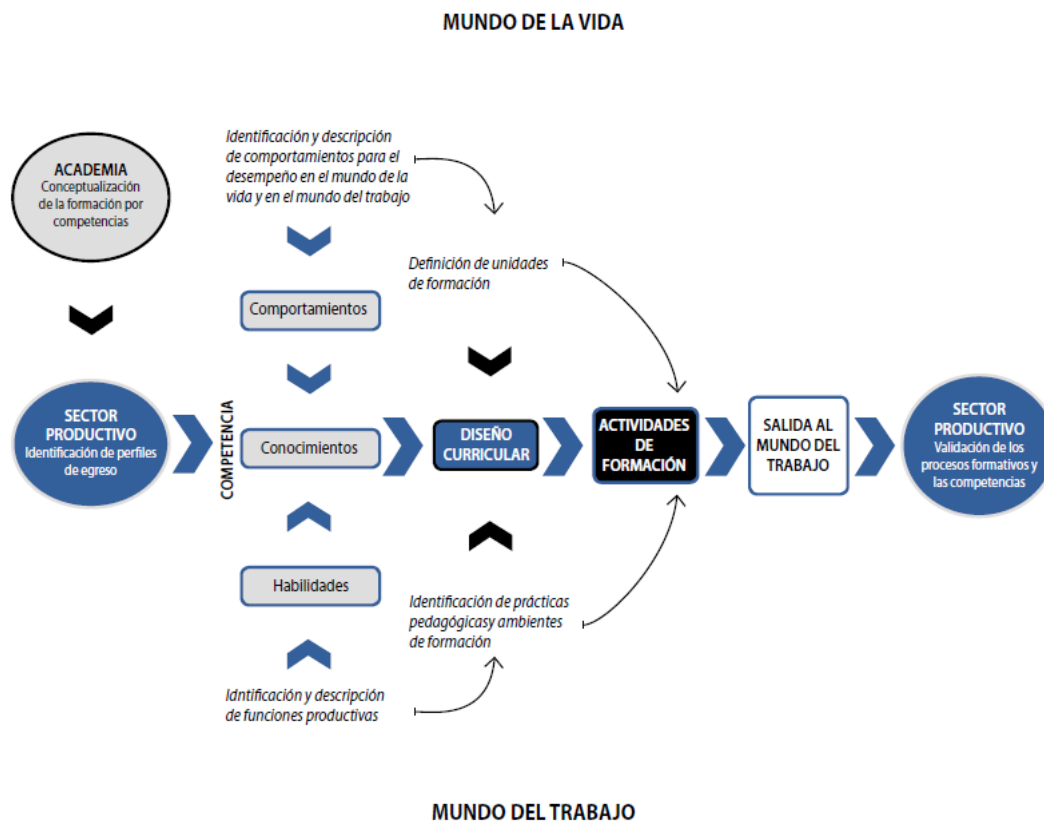


Figura 1. Propuesta de política pública sobre educación superior por ciclos y por competencias. Fuente: Documento preparado para el Ministerio de Educación Nacional por Convenio de Asociación E-learning-Colombia 2.0. Bogotá, 2007.

Como se puede colegir, este enfoque parte de la premisa de que la formación profesional en educación superior tiene como fin último formar empleados para el mundo laboral, soslayando la dimensión investigativa, de liderazgo y emprendimiento que está en capacidad de asumir la educación superior.

## **5. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **5.1 TIPO DE ESTUDIO**

La investigación que se plantea es de carácter descriptivo, por cuanto se pretende dilucidar como están estructurados los programas de ingeniería industrial en Colombia, en torno a las tendencias del desarrollo del conocimiento y la tecnología asociadas a las actividades productivas, operativas y logísticas de las organizaciones productoras de bienes y servicios en la economía posmoderna.

De igual forma, la investigación que se plantea es de carácter explicativo (Hernández, 2004), por cuanto busca establecer cómo debe responder la propuestas curricular del programa de ingeniería industrial de la Universidad del Magdalena a las tendencias actuales y prospectivas esta área disciplinar.

### **5.2 ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio se define como Educación en Ingeniería, específicamente, el análisis del diseño curricular del área disciplinar de operaciones y logística en los programas de ingeniería industrial de Colombia.

### **5.3 METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **Universo y Muestra**

Como se ha dicho anteriormente, Colombia cuenta con 76 programas de ingeniería industrial en la modalidad presencial repartidos en diferentes ciudades en todo el territorio nacional. Esta investigación analizará los conceptos de una muestra de mínimo diez (10) docentes expertos en el área de estudio. La población estudiada se limita a profesionales de la ingeniería industrial que hayan

alcanzado estudios de maestría o doctorado y que desarrollen actividades de tipo investigativo y/o de docencia en cualquier universidad en Colombia.

### **Metodología Aplicada**

Según Fernández Nogales (2004), este tipo de selección de muestra se define como Muestreo por Criterio, es decir, que se basa en el criterio o juicio del investigador para seleccionar unidades muestrales representativas. La experiencia del investigador y su conocimiento del tema y del colectivo implicado sirven de base para determinar el criterio a seguir en la selección muestral. Se justifica la escogencia de este método no aleatorio e intencional teniendo en cuenta la proposición que si bien este muestreo no es probabilístico, permite, en cambio, la obtención de datos relevantes para el estudio, como afirma Rojas Soriano (1998).

### **Instrumentos de recolección de datos**

La investigación se desarrollará en dos grandes fases. En la primera fase, se sintetizará un estado del arte sobre los temas de acreditación de alta calidad, diseño curricular orientado por competencias y tendencias de las disciplinas asociadas a las operaciones y la logística.

- **Información primaria:** Para esta elaboración se escogerá una muestra de universidades acreditadas y no acreditadas que actualmente ofrecen el programa de ingeniería industrial en Colombia, tanto del interior como de la Costa Caribe. A partir de este *state-of-the-art*, se formularán las principales tendencias en materia de competencias a desarrollar en el área de operaciones y logística desde el enfoque académico-curricular y se construirán los indicadores correspondientes, que permitan verificar el avance gradual de dichas competencias en el despliegue del currículo.



- **Información secundaria:** En la segunda fase, y mediante una propuesta de carácter descriptivo – explicativo, se investigará si la propuesta actual en el área disciplinar estudiada coincide con las tendencias mundiales y el estado del arte de la práctica de la ingeniería industrial como profesión.

#### 5.4 SISTEMATIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR
Principales tendencias en la enseñanza del área de operaciones y logística en los principales currículos académicos de ingeniería industrial del país	Estado del arte y las tendencias actuales de las disciplinas relacionadas con las operaciones y la logística en ingeniería industrial	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comparativo de conceptos y teorías desde la óptica de autores de diferentes nacionalidades.</li> <li>2. Investigaciones desarrolladas desde la academia relacionadas con las temáticas actuales del área de operaciones y logística.</li> </ol>
	Competencias a desarrollar en el área de operaciones y logística en los programas de ingeniería industrial en Colombia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carga académica, según los créditos y horas de estudio.</li> <li>2. Metodologías de enseñanza y estudio.</li> <li>3. Temáticas incluidas en los contenidos programáticos.</li> <li>4. Temáticas a incluir en los contenidos programáticos.</li> </ol>

		<p>5. Bibliografía a utilizar.</p> <p>6. Software.</p> <p>7. Grupos de investigación.</p> <p>8. Actividades de extensión.</p>
	<p>Modelo de investigación en procesos curriculares de áreas disciplinares para un programa académico.</p>	<p>1. Flujograma para la investigación en procesos curriculares.</p> <p>2. Conceptualización de actividades del proceso de investigación.</p>

Cuadro 2. Sistematización de variables de la investigación. Fuente: Elaboración propia.

## 6. ESTADO DEL ARTE Y TENDENCIAS ACTUALES DE LAS DISCIPLINAS RELACIONADAS CON LAS OPERACIONES Y LA LOGÍSTICA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

### 6.1 TENDENCIAS ACTUALES DEL ÁREA DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA

La Universidad de Antioquia (2006), plantea que es necesario señalar algunas tendencias en el mundo que afectan significativamente los criterios de definición y diseño curricular, teniendo en cuenta aquellos acontecimientos y sucesos que en la actualidad son considerados como los de mayor impacto al evaluar cuál sería el futuro y el rol que ha de ser afrontado por los ingenieros industriales. En este sentido, este mismo estudio propone como principales acontecimientos que causan afectaciones de las tendencias en el mundo del trabajo los siguientes, entre otros:

- El fenómeno chino y su economía, pues como lo registra la Revista *Newsweek*, China es la segunda economía del mundo y para el año 2025 se proyecta como la primera potencia económica del planeta, con casi el doble del PIB de la Unión Europea y un 30% más que la norteamericana tal como lo muestra la siguiente figura:

<i>Millones de dólares</i>								
1954			2004			2025		
1	EE.UU.	1.456	1	EE.UU.	10.871	1	China	25.155
2	Reino Unido	348	2	China	6.436	2	EE.UU.	18.881
3	Rusia	315	3	Japón	3.583	3	Unión Europea	13.993
4	Alemania	265	4	India	3.096	4	India	9.808
5	China	240	5	Alemania	2.279	5	Japón	4.592

Cuadro 3. PIB de las principales economías del mundo 1954, 2004, 2025. Fuente: *Revista Newsweek. Edición especial Dic 2004 – Feb 2005*

- El caso Enron en Estados Unidos, que en síntesis es la demostración de que una empresa de tamaño grande puede llegar a la quiebra, a pesar de la solidez del sector económico o su rentabilidad, si su estilo de administración es poco transparente y carente de ética. Esto hace pensar que la ingeniería industrial deberá enfrentar no solo retos técnicos, sino también del ámbito humano, en la formación ética y la responsabilidad social empresarial, sin importar el tamaño de la organización, tratando de minimizar estas posibilidades.
- Los avances y desarrollo tecnológicos, como propuestas para nuevos megaproyectos, relacionados con nanotecnología, ingeniería de tejidos, software altamente confiable, ante los cuales la ingeniería industrial deberá responder con el desarrollo de procesos flexibles y adaptables a la mayoría de los campos del conocimiento.

Con base en lo anterior, el área de operaciones y logística como parte de la ingeniería industrial cuenta con una amplia gama de posibilidades de respuesta a estos retos, valiéndose de filosofías empresariales y herramientas aplicadas en cada una de estas.

El documento publicado por el Ministerio de Comercio de Colombia (1999) como marco para la Semana del Exportador, expresa que para el área de operaciones y logística se han desarrollado filosofías gerenciales cuyas bases se centran en la eliminación del despilfarro, la preocupación y la ocupación permanente en el cambio, los productos con calidad desde el principio del proceso, la satisfacción del cliente, la producción exacta de lo demandado en cada momento, el equilibrio y la aceleración constante del trabajo en la empresa, la organización orientada al trabajador y su autonomía, la integración proveedor-empresa-cliente, el trabajo en equipo, la eliminación del inventario, innovación del producto, la gestión por

procesos y la autogestión. De este modo, se pueden enunciar las siguientes filosofías gerenciales modernas:

- Gestión Total de Calidad
- Teoría de las Restricciones
- Enfoque Logístico
- Administración de la Cadena de Suministros
- *Outsourcing*
- *Lean production*
- *Just in time*
- Gestión Integrada de la Producción

Entre otras

Paralelamente, la Universidad de Antioquia (2006) propone específicamente para la línea de profundización en logística, temáticas como: diseño integrado de cadenas de abastecimiento, transporte, inventarios, almacenamiento y manejo de materiales, mercadeo y negocios internacionales, administración de la cadena de suministros y logística inversa. Igualmente, para la línea de profundización en operaciones se definen dos enfoques: manufactura y gestión de operaciones. En cuanto al enfoque en manufactura se definen como temáticas relevantes: materiales, procesos de ingeniería, mantenimiento, producción más limpia, diseño de productos y automatización industrial; para el enfoque en gestión de operaciones los temas se relacionan con teoría de restricciones, manufactura esbelta, sector servicios, dinámica de la planta y estrategias de operaciones.

## 6.2 DESARROLLO HISTÓRICO DE LAS FILOSOFÍAS EMPRESARIALES Y HERRAMIENTAS RELACIONADAS CON LAS OPERACIONES Y LA LOGÍSTICA

En el siguiente esquema, se sintetizan los conceptos y herramientas relacionadas con las operaciones y la logística, organizadas cronológicamente de acuerdo con el surgimiento de las mismas.

ETAPA	CONCEPTO	HERRAMIENTAS
Década de 1910	Principios de la administración Científica.	Estudio de tiempo formalizado y conceptos de trabajo-estudio
	Psicología Industrial.	Estudio del movimiento
	Avance de la línea de ensamble.	Gráfica de programación de la actividad
	Volumen Económico del Lote.	La EOQ aplicada al control del inventario
Década de 1930	Control de Calidad	Muestra de inspección y tablas estadísticas para el control de la calidad
	Estudios de Hawthorne de la motivación del trabajador	Muestras de actividad para el análisis del trabajo
Década de 1940	Métodos del equipo multidisciplinario para problemas de sistemas complejos	Método simplex para la programación
Década de 1950-1960	Extenso desarrollo de herramientas para la investigación de operaciones	Simulación
		Teoría de la línea de espera
		Teoría de las decisiones
		Programación matemática

		Técnicas de programación del proyecto de PERT y CPM
Década de 1970	Utilización difundida de las computadoras en los negocios	Programación del taller
		Control del inventario
		Pronósticos
		Administración del Proyecto
		MRP
	Calidad del servicio y productividad	Producción masiva en el sector de servicios
Década de 1980	Paradigma de la estrategia de fabricación	Fabricación como un arma competitiva
	JIT, TQC y automatización de la fábrica	<i>Kanban</i>
		<i>Poka-yokes</i>
		CIM
		FMS
		CAD/CAM
		Robots
	<i>Synchronous Manufacturing</i>	Análisis de <i>Bottleneck</i>
		OPT
		Teoría de restricciones
Década de 1990	Administración de la calidad total	Premio de calidad Baldrige
		ISO 9000
		Desarrollo de la función de calidad
		Ingeniería del valor y concurrente
		Paradigma del mejoramiento continuo
	Reingeniería del proceso de negocios	Paradigma del cambio radical
	Empresa electrónica	Internet

		<i>World Wide Web</i>
	Administración de la cadena de suministro	Software SAP/R3 Cliente/servidor
Primera Década de 2000	Comercio electrónico	Internet
		<i>World Wide Web</i>

Cuadro 4. Resumen Histórico de la Administración de Operaciones. Fuente: *Chase, Jacobs y Aquilano (2005)*.  
ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIONES PARA UNA VENTAJA COMPETITIVA

### 6.2.1 Década de 1910

#### Análisis de Métodos y Tiempos

Según Meyers (2000), la historia de los estudios de tiempos y movimientos no es larga, pero está llena de controversias. Los estudios de tiempos surgieron aproximadamente en 1880. Se dice que Frederick W. Taylor fue el primero que utilizó un cronómetro para medir el contenido del trabajo. Su propósito fue definir “la jornada justa de trabajo”. Hacia 1900, Frank y Lillian Gilbreht empezaron a trabajar con estudios de métodos. Su meta era encontrar el mejor método. En 1928, Elton Mayo inició lo que se conoce como el movimiento de las relaciones humanas. Por accidente, descubrió que las personas trabajan mejor cuando tienen mejor actitud.

La mano de obra siempre ha sido uno de los factores principales del costo de un producto. Conforme se mejora la productividad de la mano de obra, los costos se reducen, los salarios suben y las utilidades se elevan. Desde los primeros días de la historia industrial, la gerencia ha buscado técnicas de ahorro de mano de obra. El objetivo y la razón de ser de la tecnología industrial es incrementar la productividad y la calidad. El volumen producido por hora de mano de obra es la medida más común de la productividad. Las técnicas de los estudios de tiempos y



movimientos dan a la gerencia las herramientas para medir y mejorar la productividad.

La aplicación de conocimientos de ingeniería en la solución de problemas del entorno, parte precisamente del “diseño” de dicha solución. Krick (1999), asegura que la familiarización con los atributos generales de un problema con los fundamentos de los métodos generales de solución, facilitará la comprensibilidad y apreciación del diseño y del procedimiento que implica, ya que el diseño, en esencia, es solución de un problema relacionado con una clase especial de problemas que la compañía, por tradición, confía al ingeniero.

De la misma manera, Krick (1999) afirma que el caso general incluye la búsqueda de un método para ir de un estado físico (forma, condición o estado) a otro, así como también de un lugar a otro. Entonces un problema puede implicar la búsqueda de un método de ir de “pan sin tostar” a “pan tostado”, de un nivel de temperatura a otro, así como de una ciudad a otra. En cualquier problema existe un conjunto de circunstancias iniciales (entrada o punto de partida), al que se le denomina “estado A”. Similarmente existe un conjunto de circunstancias (salida, objetivo, o resultado para cuyo logro se busca un método), y que se denomina “estado B”.

Krick (1999) asegura también que el Ingeniero Industrial se ocupa principalmente de la transformación de materiales a un estado diferente y más aplicable con respecto a forma, lugar o tiempo. Su responsabilidad consiste en diseñar el mejor medio (método) de lograr esta transformación, de manera que maximice la ganancia en la inversión.

<b>RESUMEN DEL ENFOQUE A UN PROBLEMA DE DISEÑO DE MÉTODOS</b>	
El enfoque del diseñador de métodos se finca alrededor del proceso de diseño	Suplementado por
<b>Formulación</b>	
<b>Análisis</b>	Ciertas técnicas analíticas exclusivas de esta especialidad.
<b>Investigación</b>	Los principios concernientes a las capacidades relativas del hombre y de las máquinas con respecto a los diferentes trabajos de producción, y los principios concernientes a los métodos preferidos para usar al hombre en el proceso de producción, distribución, equipo y procedimiento.
<b>Evaluación</b>	Las técnicas y los procedimientos especiales para la evaluación de los diversos métodos de trabajo posibles.
<b>Especificación</b>	Los medios especiales, el lenguaje y los símbolos asociados con la descripción y comunicación de los métodos de trabajo.

Cuadro 5. Resumen del enfoque a un problema del diseño de métodos. Fuente: *Krick (1999). INGENIERÍA DE MÉTODOS Y TIEMPOS.*

La ingeniería de métodos se ocupa de la integración del ser humano dentro del proceso de producción. También puede describirse como el diseño del proceso productivo en lo que se refiere al ser humano. La tarea consiste en decidir en dónde encaja el ser humano en el proceso de convertir materias primas en producto terminado y en decidir cómo puede el hombre desempeñar más efectivamente las tareas que se le asignan. Además, el ingeniero de métodos tiene que ver con operaciones que cubren un amplio límite de tiempos de ejecución, volúmenes, grados de mecanización, niveles de habilidad, tipos de

condiciones de trabajo y grados de repetición en tiempo de producción es muy importante ante los ojos de la mayoría de las gerencias.

En este sentido, Caso Neira (2006), define el estudio del trabajo a ciertas técnicas, y en particular estudio de métodos y medida del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficacia y en la economía de la situación estudiada, con el fin de mejorarla. De acuerdo con el autor, la definición indica dos técnicas a utilizar; el Estudio de Métodos y la Medición del Trabajo. Se define al estudio de métodos al registro y al examen crítico y sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces de reducir costos.

El campo de estas aplicaciones comprende: el diseño, formulación y selección de los mejores métodos, procesos herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para fabricar un producto después de que haya sido proyectado.

De acuerdo con Caso Neira (2006), los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayoría de los casos se refieren a técnicas que tienden al aumento de la producción en la unidad de tiempo eliminando movimientos innecesarios.

El objetivo final del estudio de métodos es el aumento de los beneficios de la empresa analizando:

- Materias primas, herramientas, consumibles.
- Espacios, edificios, depósitos, almacenes, instalaciones.
- Tiempos.
- Esfuerzos, tanto mentales como físicos, a fin de utilizar racionalmente todos los medios disponibles.

Retomando a Krick (1999), los seres humanos tienen un papel crucial en la operación exitosa de una organización manufacturera, por lo que, justificadamente, la gerencia se interesa en el desempeño efectivo de su personal, ya que el costo de la mano de obra continúa en aumento.

El diseño culmina cuando se especifica la solución del problema en cuestión, refiriéndose gran parte de dicha especificación a postulados de las características de rendimiento esperadas, para la solución dada. En el diseño de métodos, esto requiere especificar entre otras cosas, el tiempo de producción esperado para el método especificado. La determinación del tiempo de producción es muy importante ante los ojos de la mayoría de las gerencias, pues realmente es una parte tan decisiva de las responsabilidades del ingeniero de métodos que se le da un nombre y una atención especiales, denominándose esta fase de la ingeniería de métodos, como la medición del trabajo (estudio de tiempos), cuya finalidad productiva, y el tiempo estimado resultante, se conoce como el estándar de tiempo, para la actividad en cuestión. Este estándar es importante para propósitos de programación, presupuestos, establecer precios, pago de salarios, previsión de instalaciones, y otros.

### **Algunas herramientas para el análisis de procesos**

- **Diagrama de *Ishikawa* o de Causa y Efecto**

El diagrama de causa-efecto o “espina de pescado” es un valioso aporte del ingeniero japonés Dr. Kaoru Ishikawa en 1943. Autores como García et al. (2006) afirman que el diagrama de causa y efecto se utiliza para desglosar los problemas en sus componentes elementales, y lograr una mayor comprensión y manejo de los mismos. De esta forma, el diagrama ayuda a determinar el porqué del problema o efecto que se ha identificado. Esta herramienta es de gran utilidad en

grupos de trabajo, ya que, facilita la aportación de ideas y datos. A este diagrama también se le conoce como espina de pescado, debido a la similitud con la estructura ósea de los peces.

Este análisis cuenta con una serie de fases para la realización del diagrama. Inicialmente, se debe definir y determinar el problema causante de la falta de calidad en los procesos, es decir, el efecto; es lo que constituye la espina dorsal del diagrama. Luego, se identifican los factores que influyen en el problema. Según Heizer y Render (2004), el administrador de operaciones analiza las siguientes categorías: material, maquinaria/equipo, mano de obra, métodos y medio, como puede observarse en la siguiente figura.

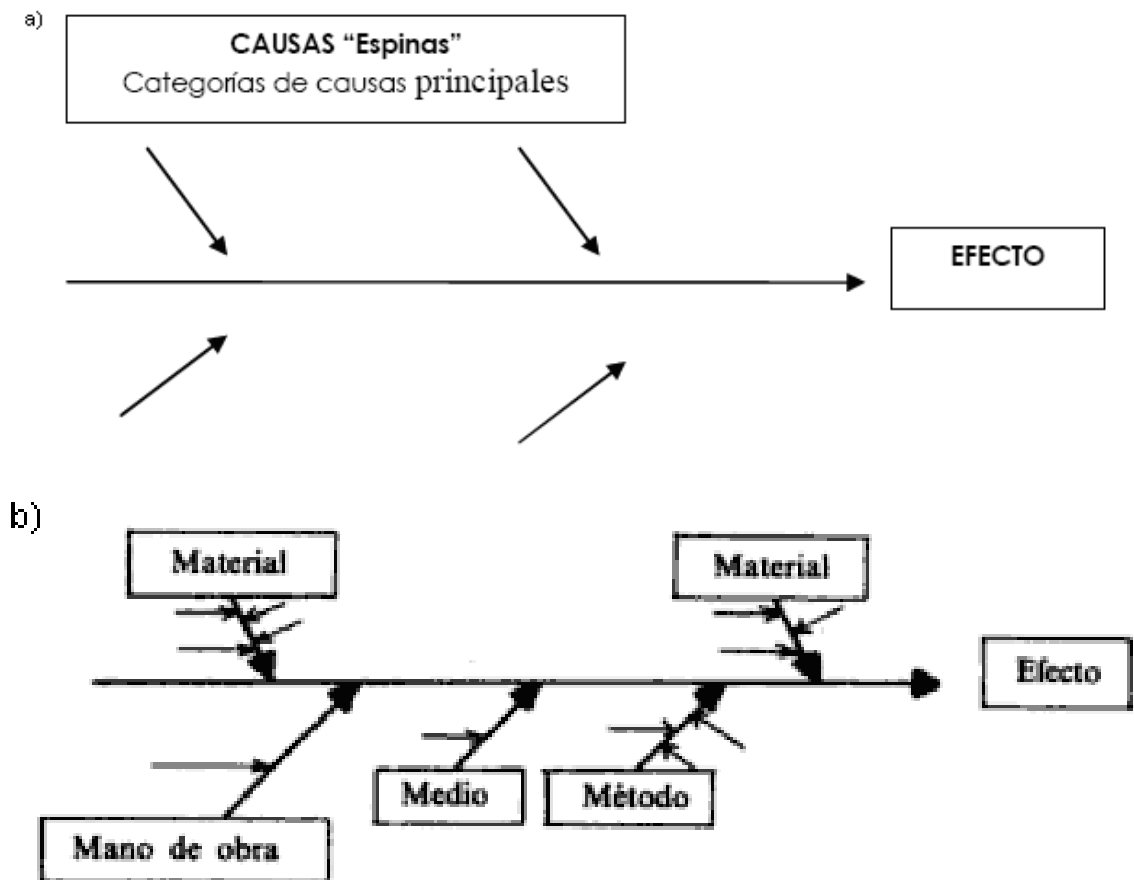


Figura 2. Diagrama de Ishikawa. Fuente: a) <http://www.actiongroup.com.ar/download/ishikawa.pdf>. b) Lyonnet (1987). LOS MÉTODOS DE LA CALIDAD TOTAL.

Esas “M” son las causas y representan una buena lista de revisión para el análisis inicial. Las causas individuales asociadas con cada categoría se enlazan como huesos separados a lo largo de esa rama, a menudo a través de una lluvia de ideas.

Finalmente, como expone Lyonnet (1987), una vez situada cada causa en el diagrama, sólo queda por comprobar la validez y la importancia. No se puede experimentar todo de modo inmediato, sino que hay que crear jerarquías. Cada participante de la lluvia de ideas atribuye una calificación a las diferentes causas y aquellas que reciben una mayor puntuación son las que se examinan en primer lugar.

- **Diagrama de Pareto**

Esta herramienta se incorporó a la ingeniería industrial a partir de los conceptos y postulados del sociólogo y economista italiano Vilfredo Pareto, creador del concepto de “Eficiencia de Pareto”. El ingeniero norteamericano Joseph Juran acuñó en 1950 el concepto “Principio de Pareto”, como una herramienta muy utilizada en la ingeniería industrial actual. Para Heizer y Render (2004), este tipo de diagramas son un método para organizar errores, problemas, o defectos con el propósito de ayudar a enfocar los esfuerzos para la solución de problemas. Es definitiva, son una forma gráfica de identificar los pocos elementos críticos en oposición con los muchos elementos menos importantes. También, según García et al. (2006), es una herramienta que permite tomar decisiones sobre qué causas hay que resolver prioritariamente para lograr una mayor efectividad en la resolución de problemas, partiendo de una regla que plantea que el 80% de los problemas se debe al 20% de las causas, pues el diagrama permite identificar el porcentaje de causas sobre el que se debe actuar.

Lyonnet (1987), describe con la siguiente figura la utilidad que esta herramienta permite al servicio de la calidad para determinar las prioridades (estudio de los rechazos más costosos). Se trata igualmente de la mejora de una técnica (por comparación de dos curvas ABC realizadas en momentos diferentes).

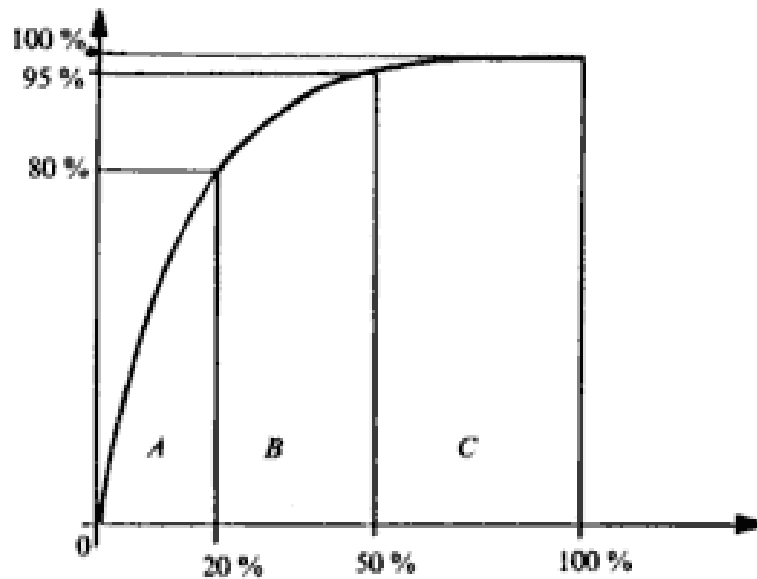


Figura 3. Diagrama de Pareto. Fuente: Lyonnet (1987). LOS MÉTODOS DE LA CALIDAD TOTAL.

- **Diagrama de Gantt**

El diagrama que lleva su nombre se debe al ingeniero norteamericano Henry L. Gantt quien introdujo esta herramienta entre 1910 y 1915. Hasta la actualidad es un recurso muy utilizado en el control y seguimiento de proyectos. Varo (1994) indica que este tipo de diagrama permite indicar el tiempo previsto y el tiempo real de cada una de las tareas de un proyecto y facilita la visualización del programa de los trabajos. Sirve de calendario de las operaciones. El camino crítico marca la duración del proyecto y viene determinado por aquellas actividades que retardan el proyecto si ellas se retrasan, puesto que no tienen holgura. De este modo, proporciona la duración del proyecto y el solapamiento de actividades. Facilita el

cálculo de los recursos materiales y humanos e indica cuál es el momento más temprano de inicio de una actividad, que coincidirá con el instante en que acaba la precedente.

Por otra parte, Gaither y Frazier (2000) afirman que los diagramas de Gantt se usan en la mayoría de las fábricas y de las operaciones de servicio, y son muy útiles para coordinar una diversidad de programas de equipos de trabajo, centros de trabajo y actividades de proyectos.

- **Diagrama hombre-máquina**

Se denominan diagramas hombre- máquina o de actividades múltiples porque presentan las actividades de una o más personas y de una o más máquinas. Para Tompkins et al. (2006) tales diagramas sirven para analizar varias relaciones de actividades cuando máquinas que no son idénticas son atendidas por uno o varios operarios. El diagrama de actividades múltiples es útil para evaluar las actividades o cada operario y cada máquina durante condiciones “transitorias” y “de estado estable”.

### **6.2.2 Década de 1930**

#### **Control estadístico de procesos (SPC)**

Vilar (2005) describe al control y mejora de procesos como un método de mejora continua de la calidad que se basa en la reducción sistemática de la variación de aquellas características que más influyen en la calidad de los productos o servicios. Las herramientas utilizadas para la reducción de la variación son, fundamentalmente, el seguimiento, el control y la mejora de los procesos causantes de estas características.



Con los métodos tradicionales, la adecuación del producto o servicio a las necesidades y exigencias del cliente está asociada a la actividad de evaluación del producto final para separar las unidades que no cumplen tales exigencias.

Esta actividad implica una estrategia que asigna recursos para ser invertidos en productos o servicios que posiblemente no van a ser utilizados. Desde todos los aspectos, y en particular desde el económico, esta actividad no es eficaz.

Siempre es mucho más eficaz la actividad que, teniendo el mismo fin, está enfocada hacia la prevención, es decir, no producir defectos. El control y mejora de los procesos es una actividad enfocada hacia la prevención y, por lo tanto, los gastos que implica su implantación más que un costo son una buena inversión.

Ahora bien, la actividad de controlar los procesos requiere de aplicaciones específicas, para este caso la estadística. Krajewski y Ritzman (2000) definen el control estadístico de procesos (SPC, por sus siglas en inglés) como la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si el resultado de un proceso concuerda con el diseño del producto o servicio correspondiente.

Complementando la definición anterior, Yazici y Şentürk (2001) aclaran que el control estadístico de proceso se utiliza para describir la variabilidad que se puede controlar o no se puede controlar. Esta variabilidad también se conoce como causa común o causa especial. La causa común se produce con la naturaleza del proceso; existe en todos los procesos y es la variabilidad del sistema. La causa especial no es la parte del proceso. Esta existe en casi todos los procesos debido a algunas razones.

Si no hay una gran variabilidad, debido a causas especiales, eso significa que el proceso está bajo control estadístico. Para que un proceso que es

estadísticamente bajo control, el investigador puede concluir que, se tiene una identificación definibles y una capacidad de definir. En un proceso que está bajo control, mediante la eliminación de todas las causas especiales que se cuenta hasta entonces, la variabilidad restante provendría de causas comunes. Después de tener el proceso bajo control, la siguiente etapa del proceso de mejora.

El control estadístico de proceso cuenta con una poderosa colección de herramientas de resolución de problemas útil para lograr la estabilidad del proceso y la mejora de la capacidad a través de la reducción de la variabilidad. Estas herramientas, a menudo llamados siete magníficos son: Histograma de Frecuencias, Hoja de Control, Diagramas de Pareto, Diagrama de Causa y Efecto, Diagrama de Concentración, Diagrama de Dispersión y los Gráficos de Control.

En el SPC, según Krajewski y Ritzman (2000), las herramientas conocidas como gráficas de control se usan principalmente para detectar la elaboración de productos o servicios defectuosos, o bien para indicar que el proceso de producción se ha modificado y los productos o servicios se desviarán de sus respectivas especificaciones de diseño, a menos que se tomen medidas para corregir esa situación. El SPC también suele usarse con el propósito de informar a la gerencia sobre los cambios introducidos en el proceso que hayan repercutido favorablemente en la producción resultante de dichos procesos.

### **6.2.3 Décadas de 1950-1960**

#### **Herramientas para el análisis de alternativas**

- **Relaciones de Costo-Volumen-Utilidad**

De acuerdo con Gómez (2005), el modelo CUV se ha elaborado para servir como herramienta de apoyo a las funciones de planeación y control de las

organizaciones. Según el autor, toda empresa debe considerar tres elementos esenciales para proyectar su futuro: los costos, el volumen de producción y ventas, y el precio.

Dada la interdependencia de los tres factores, la estructura de la relación costo-volumen-utilidad se basa en el estudio de los efectos del volumen de producción sobre las ventas, los costos y la utilidad neta. El control de los costos es la única de las tres variables que tendrá la empresa bajo su dominio para tomar decisiones correctas a partir de las variaciones que éstos presenten, o no, por los cambios en la actividad. El saber en qué forma los costos se afectan por cambios en el volumen de actividades implica clasificar dentro del costo total sus componentes en fijos y variables.

El estudio de las relaciones de *costo-volumen-utilidad* se denomina frecuentemente *análisis del punto de equilibrio*, término que según Horngren (1969), resulta inapropiado a causa de que el punto de equilibrio a menudo es tan solo incidental en esta clase de estudios. El punto de equilibrio es aquel punto de la actividad (volumen de ventas) en donde los ingresos totales y los gastos totales son iguales; es el punto en el que las utilidades son cero.

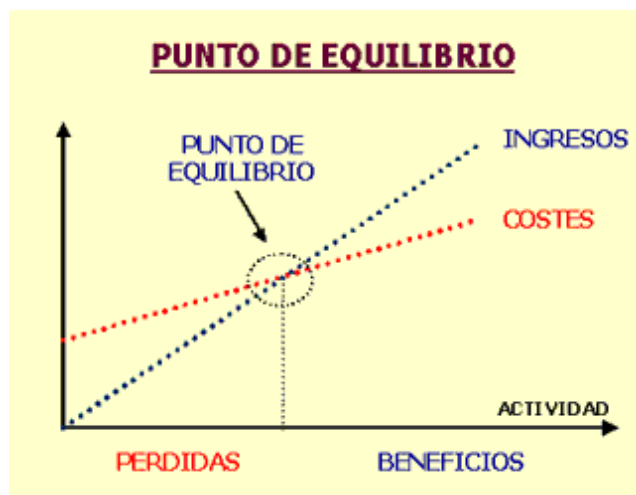


Figura 4. Punto de Equilibrio. Fuente: Horngren (1969). LA CONTABILIDAD DE COSTOS EN LA DIRECCIÓN DE EMPRESAS.

La exactitud de los instrumentos para medir las relaciones de costo-volumen-utilidad depende de la validez de ciertos supuestos, en los que generalmente se apoya el análisis del punto de equilibrio:

1. El análisis de los costos y de los ingresos se ha determinado basados en comportamiento lineal de las variables cantidad, costo y precio, en un rango adecuado de fluctuación de la actividad. Puede usarse el comportamiento del punto de equilibrio aun cuando el comportamiento no es lineal.
2. Los costos pueden descomponerse en elementos fijos y variables.
3. Los costos fijos permanecen constantes ante las fluctuaciones del volumen, en la gráfica del punto de equilibrio.
4. Los costos variables fluctúan proporcionalmente al volumen.
5. Los precios de ventas han de ser invariables.
6. Los precios de los factores del costo han de ser invariables.
7. La eficiencia y la productividad han de ser invariables.
8. La composición de las ventas será constante.
9. Los ingresos y los costos se comparan con una base común de actividad (por ejemplo, valor de la producción a precio de venta o unidades producidas).
10. Todos los factores han sido establecidos sobre la base del negocio en marcha, a la luz de las situaciones previstas (económicas, de la industria y de la propia compañía).
11. Los cambios en los niveles de los inventarios inicial final son insignificantes en importe.

El autor asegura que la confiabilidad del análisis del punto de equilibrio depende de la representación gráfica razonablemente exacta del comportamiento de los costos. El primer paso en el análisis de los costos es dividirlos en las categorías de fijos y variables. El propósito es determinar los costos fijos totales, así como la

proporción en que los costos variables cambian con las fluctuaciones en el volumen. El comportamiento de los costos se ve afectado por la intervención de numerosos factores. El volumen es sólo uno de estos factores; otros son los precios unitarios, la composición de las ventas, (importancia relativa de las ventas de las distintas líneas de productos de una compañía), la eficiencia y los cambios en la metodología de producción. En otras palabras, las utilidades se afectan por los cambios en otros factores, además del volumen.

- **Relaciones entre el costo, el volumen y la utilidad. Costo variable y Margen de contribución**

En el análisis del punto de equilibrio, el costo variable generalmente se expresa como un porcentaje del valor de las ventas o bien como una cantidad dada por unidad. Cuando se conoce la proporción del costo variable, se calculan fácilmente los costos variables a cualquier nivel de la actividad. Pero la proporción de estos costos puede verse alterada por cambios en los precios de los materiales, en los niveles de salarios y en el precio de ventas.

El margen de contribución es el complemento de la razón del costo variable. Es la proporción de la unidad monetaria de ventas destinada a cubrir los costos fijos y la obtención de una utilidad. Se calcula restando del 100 por ciento la razón del costo variable. Esta relación puede expresarse en unidad monetaria como el margen de contribución (la diferencia entre el ingreso total y el total de costos variables, a cualquier volumen).

La razón del margen de contribución puede suministrar a la administración alguna información útil. Si una empresa está operando con pérdida, la razón del margen de contribución indica cuánto disminuirá o aumentará la pérdida neta por cada unidad monetaria de cambio en las ventas. Una elevada razón del margen de

contribución originará mayores utilidades que una razón baja, a medida que el volumen (en unidad monetaria) asciende por encima del punto de equilibrio.

- **Análisis de Valor de un Producto**

Partiendo del planteamiento de Maqueda Lafuente (1992), trata de identificar de una manera eficiente los costes que se consideran innecesarios, como pueden ser todos aquellos que no aporten un cierto nivel de calidad o un grado de atracción para el consumidor. Es una técnica de reducción de costes que trata de eliminar la influencia negativa de los costes derivados del diseño erróneo y de las cualidades no óptimas del producto.

La identificación de los costes innecesarios se determina ya en la fase misma del diseño del producto, dando origen a lo que se conoce como la ingeniería del valor. El autor define el *valor* de un producto o de un servicio como la cantidad mínima que es necesaria emplear para obtener o fabricar un producto o un servicio, asegurando en todo momento la totalidad de las funciones previstas.

El análisis del valor presenta las siguientes características:

- El producto o servicio se considera fundamental al representar la razón de ser de la empresa.
- Se analizan las funciones, olvidando la estructura del producto.
- Se estudia permanentemente a la competencia.
- Se relacionan las funciones con su valor estableciendo un objetivo a optimizar que tiene un contenido técnico y económico-
- El estudio de los costes se delega a los técnicos especializados.

La metodología del análisis del valor se fundamenta en estas cinco preguntas:

¿En qué consiste el producto? Definición del producto.

- ¿Para qué sirve el producto? Funciones que realiza.
- ¿Cuánto cuesta el producto? Valor actual
- ¿Qué opciones pueden realizar la misma función? Alternativas.
- ¿Cuánto costarían estas opciones? Valor comparativo. Ahorro

### ***Kaizen* – Mejora continua**

Para Alonso García (1998), el *kaizen* trata de la mejora continuada y planificada en todos los rincones de la organización, empezando a “barrer” por la cúpula y terminando por los resquicios más escondidos. Los cambios que se irán produciendo a lo largo del tiempo en el mercado, el producto o la propia organización, obligarán a barrer sobre lo ya barrido. El final de dicha misión sólo se alcanzará cuando se alcance el utópico objetivo de la perfección.

Para el *kaizen* un problema es también una oportunidad de mejora. Alonso García (1998) afirma que si se parte de esta base, no tiene fundamento la actitud clásica de la empresa que trata siempre de ocultar los problemas para evitar males mayores. Sin embargo, para el *kaizen*, cualquier problema se encuentra asociado a una solución eficaz que lo neutraliza. *Kaizen*, en japonés, significa mejora en el sentido más amplio de la palabra. Este concepto en la empresa puede entenderse como mejora organizada y continuada.

El autor afirma que si no existe coordinación y un objetivo común, sólo cabe esperar logros parciales. La filosofía de mejora continua se encuentra respaldada por todo un planteamiento formal de sus principios, metodologías y metas, por lo que sostiene que el *kaizen* se basa en cuatro pilares: **Convencimiento, Método, Disciplina y Estándar.**

### Bases del kaizen

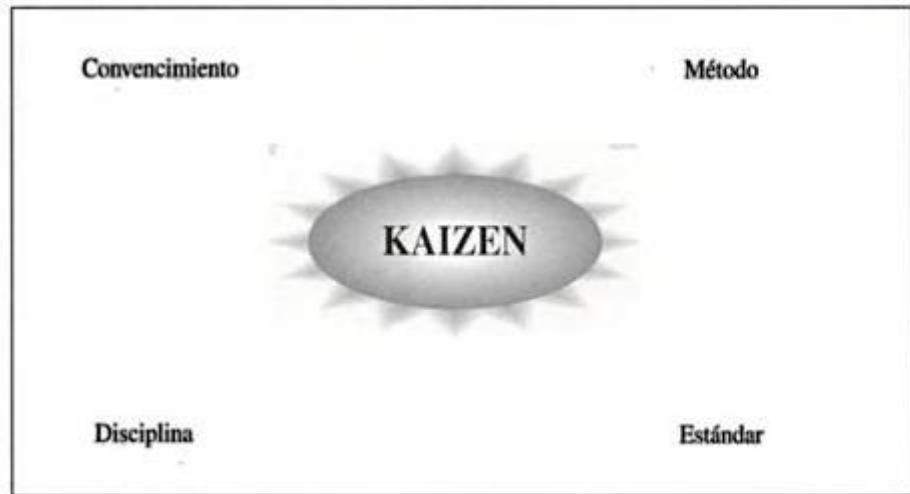


Figura 5. Bases del Kaizen. Fuente: *Alonso García, Ángel. (1998). CONCEPTOS DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL.*

Estos cuatro pilares del Kaizen pueden complementarse con algunos conceptos adicionales. Uno de ellos es el enfoque al proceso y no al resultado. Para el Kaizen los resultados finales son muy importantes, pero no tanto como para consentir desaciertos en los pasos intermedios. La valoración de una mejora se realiza siempre contemplando la organización en su conjunto, por lo que no es de extrañar que en determinadas ocasiones una buena mejora pueda originar un mal resultado a corto o largo plazo.

El Kaizen entiende como verdad axiomática que cualquier mejora, con independencia de su importancia o campo de aplicación, tarde o temprano terminará redundando en beneficio de toda la organización. Por ello, no es aconsejable desestimar ninguna oportunidad de mejora, cegados por los resultados del corto plazo.

De otro lado, De la Fuente García (2006) hace un paralelo entre los enfoques de control y mejora que se aplican en Japón y Occidente. En el primer caso, el control tiende a potenciar al máximo las capacidades existentes y a producir una mejora gradual con la introducción de diversas medidas de prevención de



defectos, manteniendo los estándares actuales. En Occidente, en cambio, se tiende a pensar que control y mejora son funciones separadas, con distintos responsables. En Japón, cuando se intenta ejercer el control, la mejora ocurre naturalmente, ya que cuando se tienen intenciones de producir mejoras de forma natural, se comprende mejor la necesidad del control. Esa mejora natural se refiere a la del entorno inmediato, realizado por individuos que en cada puesto de trabajo, se dedican a cazar activamente problemas para tratarlos de uno en uno. Este es el tipo de mejora promovido mediante las actividades de los círculos de calidad, sistemas de sugerencias y otras formas de promover la creatividad en el puesto de trabajo. Tal como afirma el autor, el concepto equivalente no existe en nuestra lengua, por lo que lo designa por el término japonés Kaizen, que viene a traducirse como “Mejora Continua”.

De otra naturaleza muy distinta, se tiene la mejora a gran escala, del tipo de avance brusco o radical, que es la mejora prioritaria para la empresa, y se lleva a cabo mediante innovación tecnológica, por lo que precisa inversión en investigación, desarrollo y equipos. Este tipo de mejora es realizada por equipos de proyecto, equipos de calidad u otras organizaciones funcionales. Sin embargo, los problemas que surgen son a menudo sorprendentemente parecidos a los de mejora del entorno inmediato, y aun en muchos casos corregidos y aumentados.

En la siguiente gráfica, De la Fuente García (2006), muestra los tipos de mejora y control según los estilos occidental y japonés.



Figura 6. Tipos de mejora y control. Fuente: De la Fuente García, David. (2006). ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INGENIERÍAS

- **El Ciclo de Mejora**

Existen dos herramientas de mejora continua muy importantes: el Ciclo de Mejora o Ciclo Deming, creado por Walter A. Shewart en 1920 y bautizado en honor al ingeniero norteamericano Edward W. Deming, quien introdujo el concepto de la calidad en Japón. El ciclo Deming es un concepto genérico y ampliamente utilizado en muchos contextos empresariales y con frecuencia se canaliza hacia técnicas más específicas. Otra técnica muy potente es el Diseño de Experimentos (DEE).

- **Puntos del Ciclo Deming**

1. ¿Qué se ha de conseguir?, ¿Qué datos se pueden recoger?, ¿Se necesitan nuevas observaciones? Si es así, PLANEAR y decidir cómo obtener más datos.
2. REALIZAR el cambio planeado, preferiblemente a pequeña escala.
3. OBSERVAR los efectos del cambio.
4. ESTUDIAR los resultados. ¿Qué podemos aprender o predecir?

Basado en lo anterior, se ha extendido el uso del ciclo PDCA.

1. PLANEAR (*Plan*). Determinar objetivos y métodos para alcanzar los objetivos propuestos.
2. REALIZAR (*Do*). Formar a los empleados e introducir el cambio
3. COMPROBAR (*Check*). Comprobar o controlar los efectos del cambio. ¿Se han logrado los objetivos? En caso contrario regresar a PLANEAR.
4. ACTUAR (*Act*). Tomar la acción apropiada para establecer y formalizar el cambio.

### ***Lean manufacturing – Manufactura Esbelta***

Bernárdez (2009), define en su obra a la manufactura esbelta como una metodología de mejora de la performance en manufactura desarrollada por la empresa Toyota y sistematizado por Taiichi Ohno, director y consultor de la empresa pionera, Toyota.

Habiendo ingresado a Toyota hacia 1937, Ohno observó que antes de la guerra, la productividad japonesa era muy inferior a la americana: *“recuerdo todavía mi sorpresa al oír que hacía falta 9 operarios japoneses para hacer el trabajo de un operario americano”*

Tras la guerra, Ohno visitó los Estados Unidos donde estudió los principios de pioneros en productividad y reducción de desperdicio como Frederick Taylor y Henry Ford. Ohno se mostró sobretodo impresionado, sin embargo, por el énfasis a su juicio excesivo que los americanos ponían en la producción en masa de grandes volúmenes en perjuicio de la variedad, y en el nivel de desperdicio que la industria en el país más rico de la postguerra exhibía.

Sin embargo, el autor continúa afirmando que la visita a supermercados, por el contrario, tuvo un efecto inspirador inmediato: Ohno encontró en ellos un ejemplo perfecto de su idea de manejar inventarios reducidos, eliminar pasos innecesarios, y dar control al que hace el trabajo –en este caso el cliente- de la cadena de valor. En este orden de ideas, Bernárdez (2009) cita a Ohno para definir la metodología de producción de Toyota como “*un sistema de producción cuya base es la absoluta eliminación del desperdicio. Los dos pilares necesarios para sustentar este sistema son: Just in Time y Autonomation, o Automatización con un toque humano*”.

En la década de 1990, investigadores de MIT dieron al método Toyota el apodo de “*lean manufacturing*”- aproximadamente traducido como “*manufactura esbelta*” por su concentración en la eliminación de desperdicios y costos.

- **Eliminación de Desperdicios**

El método Toyota se centra en siete tipo de desperdicios o *muda*, descubiertos a través del método TPS en las etapas de *muri* o preparación y diseño del trabajo, y *mura* o diseño del trabajo específico. Otros especialistas han agregado fuentes adicionales de “*muda* “, sumando un total de 11 factores que se presentan en el siguiente cuadro:

Tipo de desperdicio	Ejemplo	Su caso
Complejidad	Pasos innecesarios, excesiva documentación, demasiados permisos requeridos	
Trabajo	Operación ineficiente, exceso de personal	

<b>Sobreproducción</b>	Producir más que lo que el cliente demanda. Producir antes que el cliente lo demande
<b>Espacio</b>	Almacenamiento para inventarios, partes esperando uso, retrabajos o desperdicio ocupando almacenamiento. Pasillos excesivamente amplios y otros desperdicios de espacio cubierto o costoso.
<b>Energía</b>	Desperdicio de energía eléctrica, térmica o humana.
<b>Defectos</b>	Reparaciones, retrabajos, servicios repetidos, múltiples llamadas para solucionar problemas.
<b>Materiales</b>	Desperdicio, ordenar más de lo requerido.
<b>Materiales ociosos</b>	Material que simplemente ocupa inventario.
<b>Tiempo</b>	Desperdicio de tiempo
<b>Transportación</b>	Movimiento que no agrega valor
<b>Riesgos de seguridad</b>	Ambientes inseguros o promotores de accidentes

Cuadro 6. Identificación de causas de desperdicios. Fuente: Bernárdez, Mariano L. (2009). DESEMPEÑO HUMANO. MANUAL DE CONSULTORÍA. Vol. I. Estados Unidos de América: Global Bussines Press. Author House.

Por otro lado, Belohlavek (2006), hace un abordaje del OEE como subconcepto del *Total Productive Manufacturing*. Éste es un concepto de Manufactura que

integra lo que en inglés se denomina ***Lean Manufacturing, Total Productive Maintenance y Overall Equipment Effectiveness.***

El *Total Productive Manufacturing* es un sistema de manufactura que aplica el valor de la escasez (*lean thinking*) como objetivo último para lo cual actúa en un proceso de Mantenimiento Productivo Total y se sostiene en la Efectividad Global del Equipo.

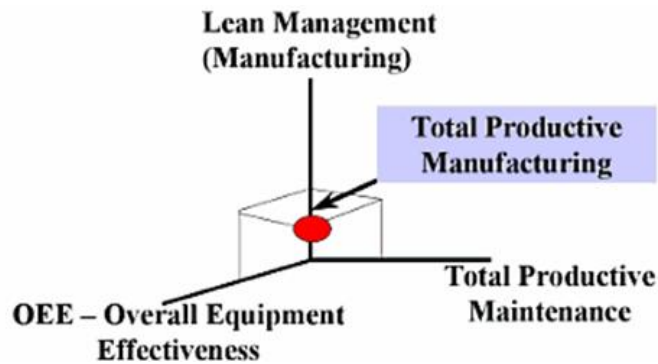


Figura 7. Total Productive Manufacturing. Fuente: *Belohlavek, Peter (2006). OEE. Overall Equipment Effectiveness.*

El autor sostiene que el valor de la manufactura esbelta es eliminar todos los desperdicios, eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio o procesos, eliminando así todo lo que no se requiere para agregar valor al proceso. La medición del valor agregado se hace en función de las necesidades percibidas por el cliente y no en función de un concepto teórico.

Este proceso de manufactura está relacionado con la utilización del *Activity Based Costing* que en su versión original buscó relacionar los costos con los valores que agregaba al cliente.

La Manufactura Esbelta tiene como propósito orientarse a la comunidad interna y externa de la empresa y producir valor agregado para ella dentro de un marco organizacional adecuadamente establecido e institucionalizado.

Para Daft (2007), la manufactura flexible alcanza su nivel culminante para mejorar la calidad, el servicio al cliente y la reducción de costos cuando todas las partes se utilizan de manera interdependiente y están combinadas con procesos de administración flexible en un sistema denominado manufactura esbelta. La manufactura esbelta utiliza empleados muy capacitados en todas las etapas del proceso de producción, los cuales asumen un enfoque meticuloso hacia los detalles y la resolución de problemas para reducir el desperdicio y mejorar la calidad. También incorpora elementos tecnológicos como CAD/CAM y PLM, pero el corazón de la manufactura esbelta nos son las máquinas o el software, sino las personas. El autor continua aseverando que la manufactura esbelta requiere cambios en los sistemas organizacionales, como en los procesos de toma de decisiones y administrativos, así como una cultura organizacional que sustente la participación activa de los empleados quienes están entrenados para pensar de manera esbelta, es decir, atacar el desperdicio y esforzarse por mejorar de manera continua en todas las áreas.

Los sistemas de manufactura esbelta y manufactura flexible han trazado el camino para la fabricación personalizada en masa, lo cual se refiere al uso de la tecnología de la producción en masa para ensamblar de manera rápida y efectiva con respecto a los costos, bienes que fueron diseñados para ajustarse a las demandas individuales de los clientes, caso puntual Toyota y Autoliv. Sin embargo, la fabricación personalizada en masa, tuvo lugar primero cuando *Dell Computer Corporation* comenzó a construir computadoras sobre pedido, y desde entonces se ha expandido a productos tan diversos como maquinaria agrícola, calentadores de agua, vestidos y detergentes industriales.

#### 6.2.4 Década de 1970

##### ***Total Productive Maintenance – TPM (Mantenimiento Productivo Total)***

Robinson y Ginder (1995) expresan que TPM es una metodología de mejora de plantas, que permite la mejora continua y rápida del proceso de fabricación mediante el uso de implicación de los trabajadores, la capacitación de los empleados, y la medición de circuito cerrado de los resultados.

*Japan Institute of Plant Maintenance* (1992) describe que el objetivo del TPM es construir una empresa sólida para maximizar la eficiencia del sistema de producción (eficacia general). TPM se refiere a la producción total de ciclos de vida del sistema y construye un hormigón, sistema basado en pie de máquina para evitar todas las pérdidas. Sus objetivos incluyen la eliminación de todos los accidentes, defectos, averías. TPM involucra a todos los departamentos, desde la producción a la evolución, las ventas y la administración. Todos participan en el TPM, desde altos ejecutivos a los empleados de taller. TPM logra a través de cero pérdidas de superposición de las actividades del equipo.

Alarcón González (1999) explica que Mantenimiento Productivo Total es un medio necesario para aumentar la disponibilidad de equipos industriales, cuyo objetivo esencial es la reducción de los costos de fabricación. TPM, a su vez, es una combinación de prácticas habituales de mantenimiento predictivo y preventivo con el fin de incrementar la participación del personal de producción en las tareas de mantenimiento. De este modo, TPM consiste en establecer un sistema de mantenimiento dividido en varios niveles, de manera que el personal de producción realiza las tareas de mantenimiento de los niveles más inmediatos, y los especialistas internos y externos las tareas más complejas.



Ahora bien, el *Japan Institute of Plant Maintenance* (1992) propone que aplicar TPM en la empresa se justifica en que como equipo se vuelve más sofisticada y automatizada, sin ser exagerados al decir que las máquinas fabrican el producto. El papel de la gente, entonces, es mantener las máquinas para que funcionen correctamente - sin averías ni defectos. Pero esto no puede suceder cuando especialista en mantenimiento sólo se ven involucrados como en el pasado. TPM requiere la participación de los usuarios de equipos y equipos y los diseñadores de productos. Es especialmente importante para los usuarios (operadores) para tomar un papel activo en el cuidado de su propio equipo para evitar averías y defectos.

Teniendo en cuenta la aplicación de TPM en las empresas, Robinson y Ginder (1995) aclaran que la cultura de una planta no evoluciona únicamente de TPM, pero también puede ser un reflejo de otros procesos de mejora que se están realizando como la gestión de la calidad total, la evaluación comparativa de forma o de fabricación en flujo continuo (CFM). TPM no es necesariamente la estrategia de mejoramiento óptimo para todos.

### **6.2.5 Década de 1980**

#### ***Just In Time – JIT (Justo a Tiempo)***

Para Chase et al. (2005) la operación justo a tiempo (JIT) incluye una serie integral de actividades que pretende alcanzar una producción de gran volumen, empleando inventarios mínimos de materias primas, producción en proceso y bienes terminados, sustentada en la idea de que no se produce nada sino hasta que se necesite. De este modo, la compañía Toyota, que adoptó esta filosofía en su sistema de producción, considera que todo lo que exceda la cantidad mínima necesaria representa un desperdicio, porque el esfuerzo y el material invertidos en algo que no se necesita de inmediato, no podrán ser empleados enseguida.

Del mismo modo, Stamatis (1997) expresa que el sistema JIT se originó en Japón y su propósito es eliminar los residuos y mejorar el respeto a las personas dentro de la organización. Toyota describe los residuos como otra cosa que la cantidad mínima de materiales, mano de obra, maquinaria o herramientas necesarias para la producción. Con el uso de JIT para ser eficaz, una empresa debe recibir y producir el número adecuado de piezas de calidad, entonces, las partes deben estar disponibles en el lugar y el tiempo correcto y, el uso de un mínimo de mano de obra, equipos e instalaciones. A diferencia de muchos otros sistemas, JIT no requiere un paquete de software.

Reafirmando las posiciones anteriores, Cheng y Podolsky (1996) indican que la administración Justo a Tiempo consiste en la aplicación de las ideas más antiguas de gestión, sin embargo, su adaptación a la empresa de fabricación moderna es una práctica relativamente nueva. En la actualidad, muchas empresas están estudiando y aplicando el enfoque justo a tiempo en respuesta a un entorno cada vez más competitivo. Organizaciones de América del Norte son conscientes de la presión ejercida sobre ellos por el éxito de sus competidores japoneses a la obtención de los niveles fenomenales de la productividad. Para seguir siendo competitivas y tener éxito económico, estas empresas se han centrado en aumentar la productividad, mejorar la calidad de sus productos y elevar el nivel de eficiencia dentro de sus empresas. La capacidad de alcanzar mayores niveles de productividad sin sacrificar la calidad es también un objetivo importante de una empresa de fabricación. En el largo plazo, la aplicación de la fabricación justo a tiempo puede ayudar a estas empresas en la consecución de estos objetivos de excelencia en la manufactura.

### **Control Total de la Calidad – TQC**

<b>AÑO</b>	<b>CONTRIBUCIÓN</b>	<b>USA</b>	<b>JAPÓN</b>	<b>UE</b>
<b>1918</b>	Inspección.	*		

<b>1920</b>	Aportaciones de W. Shewart	*		
<b>1930</b>	Se inicia el control estadístico en la <i>Bell Telephone Co.</i> Introducido por Shewart.	*		
<b>1945</b>	Constitución de la <i>Sociedad de Ingenieros de la Calidad (SIC)</i> .	*		
	Inspección.		*	
<b>1946</b>	La SIC pasa a ser la <i>Asociación Americana para el Control de Calidad (ASQC)</i> .	*		
	Constitución de la <i>Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE)</i> .		*	
<b>1950</b>	La JUSE invita a Deming para impartir el primer seminario sobre <i>Control de Calidad</i> .		*	
<b>1951</b>	Juran escribe la primera edición del <i>Manual de Control de Calidad</i> , introduce los conceptos de <i>economía de la calidad</i> y <i>calidad en el diseño</i> .	*		
	Comienza el procedimiento del <i>Premio Deming</i>		*	
<b>1954</b>	Juran dirige seminarios para directivos sobre planificación y establecimiento de <i>objetivos y metas para la mejora de la calidad</i> .		*	
<b>1956</b>	Feigenbaum propone el <i>Control Total de la Calidad (TQM)</i> y, junto con Juran, habla de <i>Ingeniería del Control de Calidad</i> .	*		
	Integración del <i>Sistema de Calidad</i> de Figenbaum casi al mismo tiempo que es desarrollado en EE.UU.		*	
<b>1960</b>	Los encargados son entrenados en las <i>técnicas de calidad</i> .		*	
<b>1961</b>	Se origina el concepto <i>cero defectos</i> en la <i>Cía. Martín</i> desarrollado por Philip B. Crosby. La dirección trata de promover un deseo constante y consciente de hacer el trabajo bien a la primera.	*		
	Se funda en España la <i>Asociación Española para la Calidad (AEC)</i>			*
<b>1962</b>	Se entrenan <i>todos los operarios</i> en las técnicas de calidad, empresas, gobiernos y universidades promueven la calidad.		*	
	Comienzan los <i>círculos de calidad</i> .		*	

<b>1970s</b>	La JUSE, los sistemas de premios Deming y el gobierno estimulan la innovación y el desarrollo de la calidad nacional, como resultado nace el movimiento de <i>Control Total de la Calidad (TQC) o Control de la Calidad en toda la Compañía</i> .		*	
	Se involucran los <i>proveedores</i> en el sistema.		*	
<b>1974</b>	Se implantan los primeros círculos de calidad en la Lockheed.	*		
<b>1975</b>	El TQC se extiende al diseño, surge el <i>Despliegue de la Función de Calidad (QFD)</i> .		*	
<b>1978</b>	Se implanta los <i>círculos de calidad</i> en la <i>Rolls Royce</i>			*
<b>1980s</b>	La alta dirección comienza a interesarse por la calidad como <i>tema estratégico: 3M, Westinghouse, HP, etc.</i>	*		
	Se emite la <i>Carta Blanca de la NBC. "Si Japón puede, nosotros también"</i> .	*		
	Se aplica el sistema de producción <i>Justo a Tiempo (JIT)</i> .		*	
	Se aplica el sistema Taguchi de <i>Diseño de Experimentos</i>		*	
	Se incorporan a fin de la década los <i>métodos Taguchi</i> y el QFD.		*	
	Se extiende el <i>TQC a la I+D</i>		*	
	Se introducen los <i>círculos de calidad</i> en Ford en España.			*
<b>1986</b>	Creación de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR)			*
<b>1987</b>	Aparece la primera versión de las normas sobre <i>sistemas de la calidad ISO 9000</i>	*		
	Se instituye el <i>Premio Malcolm Baldrige Quality Award</i> .	*		
<b>1988</b>	Se firma la carta de la <i>Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (EFQM)</i> .			*
<b>1989</b>	19 de octubre comienza el Movimiento Europeo para la Gestión de la Calidad			*
<b>1990</b>	Masao Kogure introduce el Control de la Calidad Total para la Gestión Estratégica (AMTQC).		*	
<b>1991</b>	Se crea en España el <i>Club Gestión de Calidad</i>			*
<b>1992</b>	Se concede por primera vez el <i>Premio Europeo para la Calidad de la EFQM</i> .			*

<b>1993</b>	Primera convocatoria en España del <i>Premio Príncipe Felipe a la Calidad Industrial</i> .			*
<b>1994</b>	Primera revisión de las normas sobre sistemas de la calidad ISO 9000.	*		
<b>1995</b>	Comienza a extenderse el tratamiento de la calidad al sector servicios, centros sanitarios, educación superior. Aparece en España el <i>Plan Nacional de Evaluación de la Calidad de las Universidades</i> (PNECU).			*
<b>1997</b>	Modelo de la EFQM para PYME.			*
<b>1999</b>	Revisión del Modelo de la EFQM. Modelo EFQM de Excelencia.			*
<b>2000</b>	Tendencia hacia un sistema integrado de gestión que agrupe: calidad, medioambiente y prevención de riesgos laborales. La integración tan sólo puede hacerse desde una filosofía de TQM como la del modelo EFQM de excelencia.	*		*
	Segunda revisión de las normas sobre sistemas de la calidad ISO 9000.	*		
<b>2002</b>	Aparecen en España las normas experimentales UNE 166000 sobre gestión de las actividades I + D + I.			*

Cuadro 7. Principales contribuciones a la evolución de la Calidad Total. Fuente: *Benavides, Cristina Quintana García (2003). Gestión del conocimiento y calidad total.*

El concepto de Control Total de la Calidad fue originado por el Dr. Armand V. Feigenbaum, quien sirvió en los años 50 como gerente de operaciones fabriles y control de calidad en la sede de la *General Electric* en Nueva York.

El control total de la calidad (CTC) puede definirse como *“un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo de calidad, mantenimiento de calidad y mejoramiento de calidad realizados por los diversos grupos en una organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios a los niveles más económicos y que sea compatibles con la plena satisfacción del cliente”*. De la misma manera afirma que el CTC exige la participación de todas las divisiones, incluyendo las de mercadeo, diseño, manufactura, inspección y despacho. Temiendo que la calidad, tarea de todos en una empresa, se convirtiera en tarea

de nadie, Feigenbaun sugirió que el CTC estuviera respaldado por una función gerencial bien organizada, cuya única área de especialización fuera la calidad de los productos, y cuya única área de operación fuera el control de la calidad.

Sin embargo, la modalidad japonesa difiere de la del Dr. Feigenbaum en tanto la primera sostiene que el movimiento del CC no debe ser exclusivo de los especialistas. Así pues, Ishikawa asegura que el CTC o “control de calidad en toda la empresa” significa que todo individuo en cada división de la empresa deberá estudiar, practicar y participar en el control de calidad.

- **Evolución del Control de Calidad a la G.C.T.**

De la Fuente García (2006), expone que cuando se hablaba de Control de Calidad hace un tiempo, se hacía referencia a un control sobre el producto, intentando detectar errores (detección que correspondía hacer al departamento de control de calidad de la empresa)

ASPECTOS	CONTROL DE CALIDAD	G.C.T.
Mantenimiento	Sólo corresponde al depto. Mantenimiento	El operario de producción practica automantenimiento
Logística	Stock elevado	Tendencia a cero Stock. J.I.T (Kanban). Cambio rápido de útiles.
Organización calidad industrial	Detección. Atención sólo en inspección. Sólo corresponde al depto. De Calidad	Prevención. Aseguramiento de la calidad. Autocontrol.
Normalización	Normas de especificación. Parámetros físicos	Normas de gestión de calidad
Organización del trabajo	Taylorismo	Dirección participativa

Cuadro 8. Cambio de sistema. Fuente: *De la Fuente García, David. (2006). ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INGENIERÍAS.*

ASPECTOS	CONTROL DE CALIDAD	GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL
Definición	Orientación al producto	Orientación al cliente
Prioridades	El coste y los resultados	En la calidad del proceso
Decisiones	Énfasis a corto plazo	Equilibrio entre corto y largo plazo
Objetivo	Detección de errores	Prevención de errores
Costes	La calidad aumenta el coste	La calidad reduce costes y aumenta productividad
Errores debidos a	Causas especiales producidas por trabajadores	Causas comunes, originadas por la dirección
Responsabilidad de la calidad	Inspección y departamento de control de calidad	Implica a todos los miembros de la organización
Cultura organización	Metas de cantidad, los trabajadores pueden ser incentivados por sus errores	Mejora continua y trabajo en equipo
Estructura organizativa y flujo de información	Burocrática, rígida, flujo restringido	Enfoque horizontal, información en tiempo real, flexible
Toma de decisiones	Enfoque arriba-abajo	Enfoque de equipo

Cuadro 9. Contraste entre control de calidad y Gestión de la Calidad Total. Fuente: *De la Fuente García, David. (2006). ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INGENIERÍAS.*

En este sentido, el autor continua afirmando que siempre se han identificado como causas del fracaso de la implantación de sistemas de calidad: los costes de puesta en marcha, los costes excesivos, la devaluación del exceso de existencias, la competencia; cualquier cosa excepto la causa real: **“la mala gestión”**. Las causas del fracaso que se mencionan son más bien las consecuencias de la mala gestión. En Occidente, funciona bajo la premisa de que calidad y productividad son incompatibles (no se comprende la actuación en calidad). Desde el punto de vista de los operarios, más calidad implica más productividad debido a “menos recuperaciones”. Las empresas se han preocupado más por el coste y la formalización de los sistemas de calidad, que en mejorar ésta de forma efectiva.

Sin embargo, en Japón, siguen interesados en mejorar directamente la calidad por medio de los métodos que les enseñó el propio Deming en 1950, pues cuando mejoran la calidad, también mejoran la productividad.

#### REACCIÓN EN CADENA DE DEMING

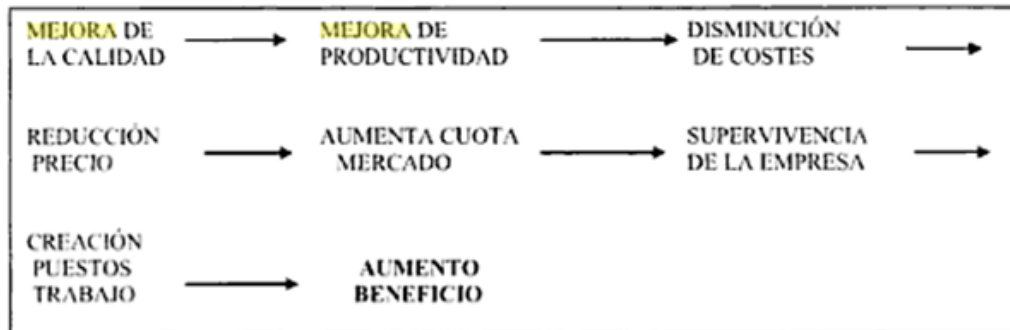


Figura 8. Reacción en Cadena de Deming. Fuente: *De la Fuente García, David. (2006). ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INGENIERÍAS.*

Continúa De la Fuente (2006), asegurando que desde el punto de vista externo de la empresa: una calidad más alta permite aumentar la satisfacción del cliente y su lealtad, consiguiendo la repetición de sus compras; esto aumenta la cuota de mercado y por tanto los beneficios. Alternativamente se puede competir en una base de valor, en cuyo caso se puede cargar un precio más alto por esa mayor calidad que también repercutirá de forma favorable en el beneficio. Como ejemplos relevantes, se puede citar a Sony y a Mercedes-Benz, las cuales están aplicando el principio de competir en una base de valor con muy buenos resultados. El beneficio no sólo debe ser considerado en el ámbito interno según la reacción en cadena propuesta por Deming, sino también en el externo, ya que favorece a la sociedad en forma de contribución en impuestos si se pagan dividendos. Otro beneficio intangible es el aumento del prestigio social de la empresa si ésta obtiene buenos resultados.



**La evolución de la calidad. Esfuerzo por la calidad total.**  
Hitos más importantes:

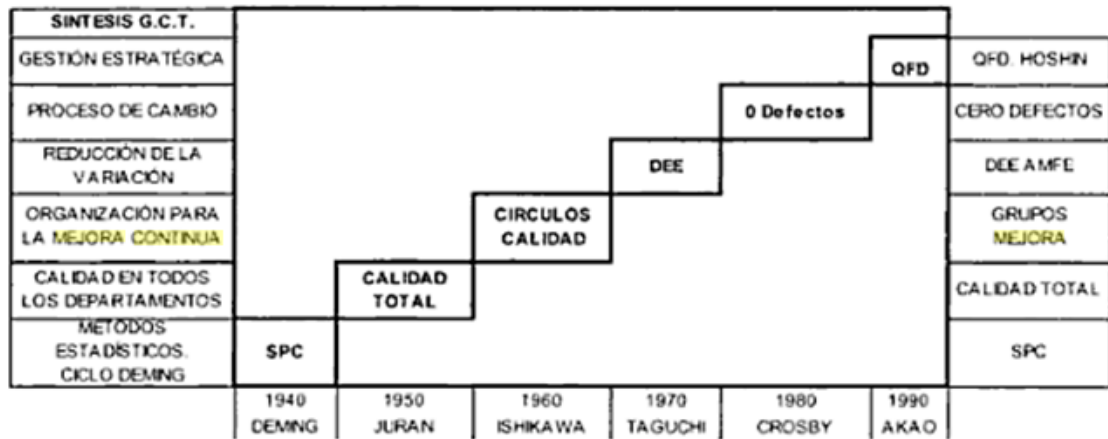


Figura 9. La evolución de la calidad. Esfuerzo por la calidad total. Fuente: *De la Fuente García, David. (2006). ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INGENIERÍAS.*

Los esfuerzos continuos sobre los distintos aspectos de la calidad deben ejercerse bien sincronizados. Este sistema ha de tener presente los siguientes puntos:

- El cliente ante todo (cómo satisfacer al cliente, y si es posible, impresionarle).
- Participación y formación Todos los empleados deben formarse en las técnicas de calidad, asegurando un alto grado de participación en todos los procesos de la empresa).
- La gestión estratégica de la calidad (*Pan Hoshin*).
- La gestión diaria del proceso (Matriz T, QFD, DEE, AMFE).
- La mejora continua y el Kaizen. Ciclo Deming de mejora – Aplicación sistemática de las técnicas de mejora continua de los procesos y de solución de problemas.

Tal como lo asimilan estos autores al hacer mención de la integralidad del concepto de CTC, consecuentemente se asume la influencia del mismo en todas y cada una de las áreas de la organización. En este sentido, Noori y Radford

(1997), hacen referencia a las organizaciones de respuesta sensible rápida<sup>1</sup> (ORSR) y la administración de la calidad en la medida en dicha organización se construye en torno a las seis dimensiones de la competencia; costo, calidad, credibilidad, flexibilidad, tiempo y servicio. Ésta está en capacidad de utilizar diferentes combinaciones de estas dimensiones de la competencia para dirigir las necesidades de sus clientes en diferentes mercados.

Continúan Noori y Radford exponiendo que las ORSR incorporan de manera activa la filosofía de la administración de la calidad total (ACT). En este sentido, afirman que dicho vínculo es importante porque hace fácil diferenciar las empresas que operan con la filosofía de la administración de la calidad total (ACT) de las que aparentan estar de acuerdo con ésta.

Para referirse al este tema del Control de la Calidad Total hoy día se emplean expresiones paralelas que si bien “suenan” diferente, en esencia propenden en sus aseveraciones por la mejora continua, el enfoque sistémico y el enfoque hacia el cliente. En este orden de ideas, Gestión de la Calidad Total (TQM) es quizás el término más usado en Estados Unidos, mientras que el control de la calidad total (TQC) era hasta hace poco el más usado en Japón, según Juran y Godfrey (2001). Sin embargo, el mismo autor sostiene que el término TQC (control de la calidad total) ha empezado a ser sustituido en Japón por el término TQM (Gestión de la calidad total). Otro término que se encuentra a veces es el de mejora continua de la calidad (CQI). En 1997, JUSE anunció el cambio formal del término TQC (control de La calidad total) al de TQM (gestión de la calidad total). Se asegura que este cambio de nombre se hizo tanto para adoptar un término más aceptado internacionalmente como para proporcionar una oportunidad de revisar

---

<sup>1</sup> Respuesta sensible rápida es una descripción abreviada para una entidad operativa que enfoca sus dependencias de un modo fundamentalmente diferente del de sus antepasados y sus homólogos tradicionales. El término no solo implica que una empresa se reactive; para que haya respuesta sensible rápida se necesita más que reflejos rápidos. Otros términos que pueden emplearse son *ágil* y *clase mundial*.

el origen del control de la calidad y volver a construir el concepto para enfrentarse a los nuevos retos del entorno en la gestión del negocio.

TQM es un enfoque de gestión que lucha, en cualquier entorno empresarial por lo siguiente:

- Establecer, bajo un liderazgo fuerte de la alta directiva, una visión y una estrategia claras a medio y a largo plazo.
- Utilizar con propiedad los conceptos, valores y métodos científicos de TQM.
- Considerar los recursos humanos y la información como infraestructuras vitales de la organización.
- Mediante un sistema de gestión apropiado, aplicar eficazmente un sistema de aseguramiento de la calidad y otros sistemas de gestión transversales, como costes, entregas, entorno y seguridad.
- Asegurar unas relaciones sanas con los clientes, empleados, sociedad, proveedores y grupos de interés, con el apoyo de los poderes fundamentales de la organización, como tecnología básica, velocidad y vitalidad.
- Realizar continuamente los objetivos corporativos, consistentes en conseguir la misión de la organización, creando una organización con una presencia respetable y asegurando beneficios continuamente.

## **Seis Sigma**

Chase et al. (2005) afirman que seis sigma hace referencia a la filosofía y los métodos que utilizan compañías como General Electric y Motorola para eliminar los defectos en sus productos y procesos. Para estos, un defecto es simplemente cualquier componente que no tiene cabida dentro de los límites de las especificaciones del cliente. Así, mediante el análisis del hecho de que cada paso o actividad en una compañía representa una oportunidad para que ocurran

defectos, los programas Seis Sigma buscan reducir la variación en los procesos que conducen a esos defectos.

Del mismo modo, Gómez et al. (2003) expresan que Seis Sigma es una metodología rigurosa que utiliza herramientas y métodos estadísticos para Definir los problemas; tomar datos, es decir Medir; Analizar la información, emprender mejoras; Controlar procesos; rediseñar procesos o productos existentes o hacer nuevos diseños, con la finalidad de alcanzar etapas óptimas, retornando nuevamente a alguna de las otras fases, generando un ciclo de mejora continua.

Pande et al. (2000) definen la filosofía de Seis Sigma como un sistema global y flexible para alcanzar, sostener y maximizar el éxito de negocios. Seis Sigma es única, basada en la comprensión estrecha de las necesidades de cliente, el uso disciplinado de hechos, datos y análisis estadísticos y la atención diligente a la gestión, mejorar y reinventar los procesos de negocio.

Töpfer (2004) explica que los conocimientos fundamentales relacionados con la filosofía de Seis Sigma y la aplicación de muchos de sus elementos como un enfoque de gestión de calidad no son totalmente nuevos. Eso es bueno, ya que aumenta las posibilidades de aplicación de Seis Sigma en empresas de gestión de la calidad progresiva avanzada. Sin embargo, el nivel deseado de calidad como una estrategia viable de cero defectos tiene un alto precio como dirección de destino, pues sólo permite 3,4 errores en la posibilidad de un millón de estos en las formas y las características de productos o actividades de servicios.

### **Teoría de las Restricciones (TOC)**

Según Aguilera (2000), la Teoría de las Restricciones es una metodología desarrollada en Israel por el físico Eliyahu Goldratt. Esta teoría se plantea como

una respuesta de Occidente a los crecientes avances de las industrias instaladas en el sudeste asiático.

Para Chapman (2006) el concepto fundamental en que descansa la teoría de restricciones (en cuanto a su impacto sobre la planificación y el control) es que toda planificación hacia la generación de un producto o servicio consiste, básicamente, de una serie de procesos vinculados. Cada proceso tiene una capacidad específica para generar una producción determinada por la operación, y en casi todos los casos existe un proceso que limita o restringe el rendimiento de la operación completa.

Casas (2005) complementa este análisis proponiendo que la teoría de las restricciones o de Cuellos de Botella está basada en el simple hecho de que los procesos de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del paso más lento. La manera de balancear el proceso es utilizar un acelerador en este paso y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo, estos factores limitantes se denominan restricciones, embudos o cuellos de botella.

Esta teoría basa sus explicaciones en el concepto de restricción. Chapman (2006) define que una restricción es, en términos generales, cualquier factor que limita a la compañía para alcanzar su objetivo. En el caso de casi todas las empresas, ese objetivo es hacer dinero, lo que se manifiesta en un incremento del rendimiento, lo cual se logra gracias a las ventas, no sólo a la producción. A lo anterior podemos agregar, como dice Casas (2005), que por supuesto las restricciones pueden ser un individuo, un equipo, la pieza de un aparato, una política local, o la ausencia de alguna herramienta o pieza de algún aparato. Por regla general en toda empresa hay, por lo menos, una restricción pues si así no fuera, generaría ganancias ilimitadas. Siendo las restricciones factores que bloquean a la empresa en la

obtención de mayores ganancias, toda gestión gerencial que apunte a ese objetivo debe focalizarse sobre las restricciones.

Velbedere y Grando (2005) complementan los enfoques anteriores, afirmando que, en cuanto a planificación de la producción se refiere, TOC se ha propuesto como un nuevo enfoque adecuado para gestionar las operaciones de acuerdo con el sistema de arrastre. TOC es un enfoque de gestión basado en un proceso de mejora continua compuesta por siete pasos, el objetivo principal es identificar la restricción de un proceso global y superarla. Dentro de este marco general, un papel fundamental es desempeñado por la técnica de programación DBR, puesto en práctica para las empresas de fabricación a través de software OPT (Tecnología para optimización de la producción). Hasta ahora, la mayoría de las aportaciones que sobre TOC tienen una naturaleza conceptual, ya que tienden a centrarse en el análisis de su filosofía y principios generales. Las evidencias empíricas muestran que las experiencias más relevantes se han hecho en la industria del automóvil y, además, que la aplicación de TOC es más probable que ocurra en orden a que las empresas de producción en lugar de introducir en los valores.

#### **6.2.6 Década de 1990**

##### **Sistemas integrados de gestión. Gestión de la Calidad Total GCT, Gestión Medio Ambiental GMA y Gestión de la Prevención (SI & SO)**

Los Sistemas Integrados de Gestión guardan similitud dado el enfoque a los procesos que manejan y su fundamentación en normativas. El origen de cada uno proviene de ramas diferentes. La GCT, por ejemplo, es el resultado de la necesidad de mejorar, ser más competitivos y lógicamente satisfacer al cliente y/o consumidor.

La GMA y la SI&SO, en cambio, han sido impulsadas por la legislación y la sociedad, en aras de controlar y reducir los riesgos y consecuencias que conlleva la generación de residuos de toda índole en la industria.

Delgado Palomino, dentro de su investigación, sintetiza el enfoque de cada uno de los sistemas de gestión que aplica respectivamente a la calidad, el medio ambiente y la seguridad en el trabajo, de la siguiente manera:

- **Sistema de Gestión de Calidad. Norma ISO 9000:2000**

Un sistema de calidad es un mecanismo de regulación de la gestión de las organizaciones relacionado con la calidad de los productos o servicios suministrados, la economía de los procesos y rentabilidad de las operaciones, la satisfacción de los clientes y de las demás partes interesadas y la mejora continua de las anteriores particularidades. Asimismo, los sistemas de calidad están basados en dos principios fundamentales:

1. Programar previamente las actividades a realizar.
2. Controlar el cumplimiento de la programación.

Lo que se busca es conseguir la calidad de productos o servicios mediante la calidad de los procesos. Es decir, si se obtiene un producto de calidad mediante la puesta en práctica de un proceso definido, la repetición invariable de ese proceso debe dar lugar a productos de calidad, entendiendo por productos de calidad aquéllos que satisfacen plenamente las expectativas del cliente.

Un sistema de calidad será, por tanto, un conjunto de procedimientos que definan la mejor forma de realizar los productos y que puedan ser verificados. Para ello se han establecido ciertos modelos o normas internacionales que regulan las condiciones mínimas que deben cumplir dichos procedimientos, lo cual no significa

que dichas condiciones no puedan ser superadas por voluntad de la organización o por exigencias concretas de sus clientes.

- **Sistema de Gestión Ambiental. Norma ISO 14000:2004**

Un sistema de gestión ambiental es un mecanismo de regulación de la gestión de las organizaciones relacionada con el cumplimiento de la legislación vigente en cuanto a emisiones y vertidos; y el alcance de los objetivos ambientales de la organización. Los sistemas de gestión ambiental están basados en dos principios fundamentales:

1. Programar previamente las situaciones y las actividades.
2. Controlar el cumplimiento de la programación.

Lo que se busca es conseguir la inocuidad de las emisiones y vertidos mediante la adecuación de las instalaciones y de las actividades conseguidas. La primera de ellas mediante un proyecto y un mantenimiento eficiente y la segunda mediante la definición de los procesos a realizar por las personas y la necesidad de que se conviertan en repetibles y mejorables.

Un sistema de gestión ambiental será un conjunto de procedimientos que definan la mejor forma de realizar las actividades que sean susceptibles de producir impactos ambientales. Para ello se han establecido ciertos modelos o normas internacionales que regulan las condiciones mínimas que deben cumplir dichos procedimientos, lo cual no significa que dichas condiciones no puedan ser superadas por voluntad de la organización o por exigencias concretas de sus clientes.



- **Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional (OHSMS)**

Un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional (OHSMS) o Sistema de Prevención de Riesgos Laborales es un mecanismo de regulación de la gestión de las organizaciones en los siguientes aspectos:

Cumplimiento de la legislación vigente en cuanto al estado de las instalaciones en relación con las causas de posibles riesgos.

Eliminación total de riesgos laborales en las actividades de la organización.

Los OHSMS están basados en dos principios fundamentales:

1. Programar previamente las situaciones y las actividades.
2. Controlar el cumplimiento de la programación.

Lo que se busca es conseguir la protección total de la salud y la vida de los empleados y del resto del personal interesado mediante la adecuación de las instalaciones, a través de un proyecto y un mantenimiento eficientes; y de las actividades, a través de la definición de los procesos a realizar por las personas y la necesidad de que se conviertan en repetibles y mejorables.

Un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional (OHSMS) será, por tanto, un conjunto de procedimientos que definan la mejor forma de realizar las actividades que sean susceptibles de producir accidentes o enfermedades profesionales. Para ello se han establecido ciertos modelos o normas internacionales que regulan las condiciones mínimas que deben cumplir dichos procedimientos, lo cual no significa que dichas condiciones no puedan ser superadas por voluntad de la organización o por exigencias concretas de sus clientes.

En consecuencia, asegura el autor, las empresas deben buscar alternativas que garanticen la seguridad y la protección del ambiente aumentando su vez la

productividad y la calidad. Normalmente las empresas con sistemas de gestión de la calidad o ambientales implantados, son más receptivas a los sistemas de gestión de la seguridad y salud ocupacional.

La preparación de un sistema integrado de gestión de la calidad, gestión ambiental y gestión de la seguridad y salud laboral exige adoptar una táctica determinada, ya que, a pesar de que las normas correspondientes a cada uno de los aspectos ofrecen ciertas similitudes, no señalan una metodología común para el desarrollo de un sistema integrado, salvo el modelo PDCA de mejora continua.

Al momento de implementar un Sistema Integrado de Gestión deben tenerse en cuenta tres aspectos fundamentales: los organizativos, los dinámicos y los estáticos.

Los aspectos organizativos son los referidos a la *descripción* de la empresa y a la preparación del sistema. Definen los procesos que han de llevarse a cabo para que la organización cumpla sus fines, los objetivos que debe alcanzar y la forma como está estructurado el personal y los cuadros directivos, así como las condiciones de competencia y formación de dicho personal y las relaciones de comunicación internas.

Los aspectos dinámicos contemplan la preparación y ejecución de los procesos y son característicos de la gestión de calidad, ya que definen las actividades del personal, tanto en la realización de los trabajos como en el control de los resultados.

Los aspectos estáticos son característicos de la gestión ambiental y de la seguridad y salud ocupacional. Describen fundamentalmente la situación en que deben encontrarse las instalaciones a fin de que no sean agresivas para el personal ni para el entorno circundante y las protecciones que han de ser utilizadas para eliminar o disminuir dicha agresividad.

A continuación se enumeran la totalidad de los aspectos a considerar en el sistema, clasificados según las agrupaciones de aspectos que anteriormente se han nombrado:

#### Aspectos Organizativos

- Identificación y secuencia de procesos
- Definición de la organización y de su estructura
- Política y compromiso de la dirección
- Establecimiento de objetivos
- Documentación del sistema
- Comunicación y formación

#### Aspectos Dinámicos

- Compras de productos y servicios
- Diseño y requisitos del producto
- Realización del producto
- Medición y control de los procesos
- Control del producto no conforme
- Auditorías internas
- Acciones de mejora

#### Aspectos Estáticos

- Disposición y aplicación de recursos
- Estado de la infraestructura y las instalaciones
- Control de las emisiones y de los vertidos
- Gestión de los residuos y de la inocuidad del producto
- Análisis, evaluación y control de riesgos
- Dotación de equipos de protección individuales

- Estado de las máquinas y sus dispositivos de protección

## **Logística Inversa**

Bastos (2007) define la logística inversa como el proceso de planificar, implantar y controlar el flujo de productos desde el punto de consumo hasta el punto de origen de una forma eficiente, con el propósito de recuperar su valor o el de la propia devolución. Además, explica que la logística inversa gestiona el retorno de las mercancías en la cadena de suministro, de la forma más efectiva y rentable posible; la recuperación y el reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos; así como los mecanismos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales. En algunas ocasiones, se ocupa también del producto, en su fase de declive, y le da salida en mercados con mayor rotación.

Esta actividad tiene un enorme potencial de crecimiento, también es concebida como un nuevo espacio para la reducción de los costos en las empresas, además de representar una fuente de oportunidades y alternativas. Para ello es necesario que fabricantes y distribuidores participen y se involucren en el proceso.

Teniendo en cuenta los mecanismos de recuperación de residuos es importante diferenciar la logística inversa de otros procesos similares, con el ánimo de no confundir los conceptos. Dekker et. Al. (2004) señalan que la logística inversa es diferente de la gestión de residuos ya que éste se refiere principalmente a la recogida y tratamiento de residuos (productos para los que no hay nuevo uso) eficiente y eficaz. El *quid* de la cuestión es la definición de residuo. Este es un problema importante, ya que el término tiene graves consecuencias jurídicas, se prohíbe la importación de residuos. Logística inversa se concentra en los arroyos donde hay algo de valor que se recupera y el resultado entra en una nueva cadena de suministro. Logística inversa también difiere de la logística verde, que

considera los aspectos medioambientales en todas las actividades de logística y se ha centrado específicamente en logística de avanzada, desde el productor a los clientes. Las cuestiones ambientales importantes en la logística son el consumo de recursos naturales no renovables, emisiones en el aire, la congestión y el uso de carreteras, la contaminación acústica, y peligrosos y no la eliminación de residuos peligrosos. Por último, la logística inversa puede ser vista como parte del desarrollo sostenible. De hecho, se puede considerar que la logística inversa como la aplicación de esta a nivel de empresa, garantizando que la sociedad utiliza de manera eficiente y efectiva todo el valor que se ha puesto en los productos.

La logística inversa como filosofía empresarial de recuperación de productos encuentra diferentes aplicaciones según las necesidades del mercado y las empresas. Diener et al. (2004) expresan que la logística inversa (también conocida como la cadena de suministro inversa) en el mundo de los negocios comerciales se basa en el interés predominante, sobre todo sector comercial minorista, de analizarla como el proceso de la devolución de la mercancía no deseada por parte de un cliente. El cliente no tiene que ser una persona - el cliente puede ser un punto de venta, un punto de distribución, o en un depósito de almacenamiento. Las razones para el regreso incluyen insatisfacción con el producto, el artículo incorrecto fue ordenado, un daño o producto defectuoso, o un error de pronóstico, entre otros. Entonces, el enfoque de la compañía es para recoger el envío, devolver el dinero al cliente, y luego "deshacerse" de la devolución en su caso, regresar a las existencias útiles para la reventa, reparación del producto y devolverlo a las existencias, envíe el producto a un mercado secundario para venta a un precio más bajo, disponer de él por completo, etc.

Algunas industrias se basan en las necesidades de remanufactura de sus productos fuera de servicio y la reventa. Ejemplos típicos son arrancadores y alternadores del automóvil, donde del 50 al 95 por ciento de los artículos se venden como piezas de repuesto han sido reconstruidos o remanufacturados.

## **ERP – *Enterprise Resource Planning***

- **Planeación de los Recursos de la Empresa**

De Pablos Heredero et al. (2006), define los sistemas de **planificación de recursos empresariales**, o **ERP** (por sus siglas en inglés, *Enterprise Resource Planning*) como sistemas de información integrales que permiten la ejecución y automatización de los procesos de negocio de todas las áreas funcionales de un modo coordinado. Asimismo, afirma que estos sistemas necesitan de una plataforma de tecnología de la información común para toda la empresa y se concretan en paquetes de software a caballo entre un software hecho a medida y una aplicación estándar.

Según afirma González Riesco (2006), el origen de los ERP se puede encontrar en una derivación del MRP (*Manufacturing Resource Planning*), que es una técnica utilizada para planificar la producción y que pretendía proporcionar una solución al departamento de producción. De la misma manera, el autor afirma que la gran diferencia con una aplicación informática de gestión, es el hecho de poder simular distintas situaciones y poder tomar decisiones. Así se podrán recrear distintos escenarios futuros que se puedan producir en función del mercado, de la economía, de las inversiones que se hagan, de la competencia, que faciliten, en cada caso, la adopción de las decisiones acertadas.

Estos autores afirman que dos de los aspectos clave que determinan un ERP son, la integración de la información y de los procesos de negocio, pues con ese SI se crea un único almacén de datos que es capaz de alimentarse de datos de cualquier proceso de negocio y al tiempo proporcionar su acceso a cualquier otro proceso que lo necesite. Con esto se elimina la posible redundancia y falta de congruencia de la información. Y en segundo lugar, la modularidad, dado que

estas aplicaciones empresariales ofrecen la posibilidad de ir implantando el sistema por módulos, casi siempre identificados con áreas funcionales, sin perder integridad ni independencia en el funcionamiento.

De acuerdo con Course Technology (1999), el elemento fundamental para la ERP es la supervisión en tiempo real de las funciones de la empresa. Esto permite el análisis en tiempo real de temas básicos como son la calidad, disponibilidad, satisfacción del cliente, desempeño y rentabilidad. Los sistemas financiero y de planeación reciben información “accionada” de producción y distribución. Cuando ocurre algo en línea de producción que afecta a una situación de la empresa, se acciona un mensaje para la persona apropiada en compras. Además de producción y finanzas, los sistemas ERP también pueden dar apoyo a recursos humanos, ventas y distribución. Este tipo de integración está cruzando los límites corporativos tradicionales.

Los sistemas ERP se adaptan a las formas diferentes en que cada compañía maneja sus negocios al proporcionar muchas más funciones de las que podría llegar a necesitar una empresa o incluyendo herramientas de adaptación que les permitan perfeccionar lo que para éstas ya es un buen ajuste. En este sentido, De Pablos et al (2006), asegura que debido a su naturaleza mixta entre software a medida y de mercado no son complejos de manejar pero es necesaria una adecuada formación del personal y una ajustada personalización del software a las características específicas de la empresa para obtener un resultado efectivo.

- **Ventajas y Beneficios de ERP**

De acuerdo con Krajewski et al (2000), la ERP permite que la empresa alterne directamente con los proveedores para evaluar las disponibilidad de sus recursos. Permite, incluso, que la compañía administre a los proveedores igual que si fueran un proceso externo de la empresa.

Para Course Technology (1999), entre los principales beneficios de poner en operación la ERP se cuentan la eliminación de sistemas ineficientes, facilitamiento de la adopción de mejores procesos de trabajo, mejoramiento del acceso a los datos para tomar decisiones operacionales y la estandarización de la tecnología.

La adopción de un sistema ERP le permite a la organización eliminar cantidad de sistemas por separado y reemplazarlos con un solo grupo integrado de aplicaciones para toda la empresa. De la misma manera, puede proporcionar mejores procesos de trabajo, dado que la competencia exige que las compañías estructuren sus propios procesos de negocios para que sean tan efectivos y orientados hacia los clientes como sea posible. Los proveedores de ERP realizan una gran cantidad de investigaciones para definir los mejores procesos de negocios.

- **Proveedores de ERP**

- *SAP* (Alemania) es Software propietario, es uno de los máximos exponentes del ERP mundial. El de mayor expansión.
- *ORACLE (USA)* es Software propietario, desde 1987 desarrolla y vende aplicaciones basadas exclusivamente en su motor de base de datos. Dispone de varias aplicaciones que podrían ser consideradas dentro de esta categoría. No obstante no es un software ERP al uso. El principal cometido de Oracle es la promoción y uso de su sistema de gestión de base de datos.
- *Navision financials* de Microsoft es Software propietario, posiblemente uno de los más utilizados después de SAP. Obviamente no tan complejo y completo, pero con una gran campaña de marketing detrás.
- ERPBox (México) Software propietario. Especializado en empresas de comercialización, mayoristas y distribución.



- IECS (España) Software propietario.
- META4 (España) Software propietario
- SIP-G4 (México) Software propietario
- *Skynet* ERP - Perú Software propietario
- Nauron IT (Argentina) Software propietario
- GACI Group (Argentina) Software propietario.
- *E-Flexware* ERP (Argentina) Software propietario.
- Ofimática (Colombia-México) Software propietario
- BAAN, es otra multinacional del software especializada en ERP con una cuota de mercado del 6%.
- SSA Global

## **7. ESTADO DEL ARTE DE LA INVESTIGACIÓN APLICADA EN LAS FILOSOFÍAS EMPRESARIALES Y HERRAMIENTAS RELACIONADAS CON LAS OPERACIONES Y LA LOGÍSTICA**

### **7.1 ANÁLISIS DE PROCESOS**

#### **Estudio de Métodos y Tiempos para Obtención de Carne de Cuy (*Cavia Porcellus*) Empacada a Vacío**

Esta investigación desarrollada en la Universidad del Cauca, se publicó en el año 2007, expresando que las tendencias del mercado sugieren productos de fácil y cómoda preparación, así lo demostraron investigaciones de mercado en la ciudad de Pasto, con una aceptación del 86% para la presentación de carne de cuy empacada en bandeja a vacío, por la comodidad para los consumidores al momento de su preparación. El objetivo de la presente investigación fue el diseño del proceso de empacado al vacío. La metodología empleada fue la observación directa con cámara de filmación y el registro de los tiempos de las operaciones con cronometro, calculando los tiempos promedios de las observaciones (TR), el tiempo normal (TN) y el tiempo tipo o estándar (TP). Como resultado se diseñaron nueve operaciones, en las cuales se identificaron las variables del proceso, maquinaria y equipos, así mismo se logró determinar la capacidad de producción para un operario en tiempo tipo (TP), la cual fue de 128 cuartos de carne de cuy empacada a vacío en una jornada laboral de 8 horas.

#### **Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S. A**

En este trabajo de pregrado desarrollado en la Universidad Nacional de Colombia en 2007, se realizó un estudio para el aprovechamiento de los recursos existentes de mano de obra, equipos, materia prima y material, partiendo de un estudio de

métodos y tiempos hasta el análisis de la distribución física de la planta de la empresa C.I Metales y Derivados S.A

La tendencia mundial de incrementar el rendimiento de cualquier tipo de trabajo se ha traducido en un interés más amplio acerca del estudio de métodos y tiempos, donde quiera que se realice un trabajo manual existe siempre el problema de hallar el medio más económico de hacerlo y de determinar la cantidad de trabajo que debería hacerse en un periodo de tiempo dado.

Al realizar un análisis de la distribución actual de la planta, se presentan propuestas con el fin de realizar mejoras para obtener un mejor flujo de los materiales y personas, se muestra el ahorro en el recorrido de materiales y por consiguiente un menor desperdicio de tiempos improductivos en la planta, con esta propuesta se trata de obtener una mayor eficiencia de la producción y el flujo mas continuo del material.

### **Identificación de las causas que alteran el rendimiento de los equipos de extracción de madera. Estudio de tiempos y movimientos**

Este proyecto fue presentado en la Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca en el año 2009, exponiendo que los estudios de tiempos y movimientos permiten determinar las causas por las cuales se disminuye el rendimiento en los equipos de extracción forestal durante los procesos de cosecha, diagramando los movimientos rutinarios que permiten determinar los ciclos (unidad de producción), para conocer los rendimientos óptimos de cada equipo estudiado. Se realizó un análisis estadístico por medio de una regresión lineal múltiple, pudiendo predecir el comportamiento de variables y formular un modelo matemático que permite predecir el rendimiento de cada equipo, dependiendo de diferentes variables como pendiente, distancia de madereo y carga transportada. Se diseñó un modelo matemático que permite

predecir rendimientos en operaciones de madereo hasta una distancia media de 250 metros, pendientes entre 30 y 45%, en plantaciones de *Pinus Tecunumanii*, *Pinus oocarpa*, *Pinus patula* y *Eucalyptus grandis*.

## 7.2 CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

### **Cartas de Control Estadístico de Procesos en el Monitoreo de la Mortalidad Perinatal**

Esta investigación publicada en 2009 por la Revista de Salud Pública de Medellín tenía como objetivos aplicar la metodología de las cartas de control estadístico de procesos (SPC) en la vigilancia de la mortalidad perinatal, indicador de la salud maternoperinatal. Para su desarrollo, las cartas de control fueron elaboradas utilizando 286 muertes perinatales y los 51 840 nacimientos, ocurridos en la Empresa Promotora de Salud SUSALUD, entre enero de 2004 y diciembre de 2007. Se elaboraron dos cartas de control, la primera se hizo teniendo en cuenta como línea central la proporción de muertes perinatales en cada uno de los meses y como límites superior e inferior de control la proporción de muertes  $\pm 3$  SD, la segunda se elaboró calculando los logits de las proporciones de las muertes perinatales. Como resultados se construyeron dos cartas control para la vigilancia de la mortalidad perinatal. La primera tuvo en cuenta las proporciones de muertes perinatales para cada uno de los meses dando un promedio para el proceso de cinco muertes perinatales por cada mil nacimientos ( $p=0,005$ ), para la segunda carta control se calcularon los *logits* de las proporciones de muertes perinatales. Finalmente, se logró disponer de las cartas SPC para el monitoreo y posterior análisis de la mortalidad perinatal, permitirá detectar rápidamente los cambios en la calidad del servicio, evaluar aspectos de la calidad de la atención materno-infantil y programar intervenciones específicas.

## **Una mirada al control estadístico de procesos**

Esta monografía desarrollada en la Universidad Nacional de Colombia en 2007, expresa que el avance en la implementación computacional de métodos estadísticos avanzados ha propiciado también su uso en aplicaciones en SPC, y si bien no se trata de desarrollos teóricos completamente nuevos, si de una nueva manera de enfrentar los problemas planteados en el cada vez más complejo y exigente mundo de los procesos industriales y de servicios. Entre tales métodos, además de los relativos al control multivariado, se destacan los siguientes:

- Control de procesos con dependencia en el tiempo, en el cual la teoría de modelación y pronósticos de series de tiempo juega un rol importante, tanto a nivel univariado como multivariado.
- Control de procesos con dependencia espacial. Aquí se aplican métodos para identificación de señales espaciales relacionadas con defectos en materiales o partes y reconocimiento de patrones.
- Control bayesiano
- Cartas de control no paramétricas.

En cuanto a las perspectivas y requerimientos en SPC, enunciaron las áreas de investigación necesarias, las cuáles aún siguen teniendo vigencia y son el centro de las investigaciones y discusiones actuales en este campo de la estadística.

Entre lo más destacable se tienen los siguientes requerimientos:

- Se requiere más investigación básica y aplicada en métodos para el monitoreo de múltiples parámetros que resulten en modelos para los casos de una o múltiples variables de proceso y/o autocorrelación.

- En el monitoreo de múltiples parámetros se necesitan métodos para el diagnóstico tanto del punto de cambio como del o los parámetros que han cambiado.
- Se necesita más investigación sobre la robustez de los modelos ajustados a los procesos, y de los procedimientos de monitoreo a la mala especificación de los modelos. En este caso también la investigación en métodos no paramétricos para problemas multivariados constituye un campo con gran potencial.
- Se necesita investigación adicional básica y aplicada en procedimientos que integren las metodologías SPC y APC (Control automático de procesos).

### **Evaluación del uso de las cartas de control X, EWMA y CUSUM en un sistema de control de calidad para procesos no correlacionados**

Esta investigación publicada en la Revista Ingeniería y Desarrollo de la Universidad del Norte en 2006, busca detectar las situaciones fuera de control que se puedan presentar al monitorear un proceso y tomar decisiones orientadas a mejorar la calidad y disminuir los costos asociadas a la misma. Esto se logrará mediante un programa computacional que permite simular el comportamiento de las cartas X, CUSUM y EWMA y el uso de diferentes reglas de detención teniendo en cuenta la magnitud del cambio y los costos de calidad asociados.

### **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**

Es una investigación desarrollada en 2009 en la Universidad de los Andes que de acuerdo con los resultados arrojados por los intervalos estadísticos de confianza, las actividades de cargue y descargue de contenedores es coherente con el día a

día de estas actividades, ya que por las tasas que manejan en la coordinación de operaciones de contenedores indican una coherencia entre los datos tomados.

El número de arrastres utilizados junto al número de *reach staker* es insuficiente muchas veces para las necesidades de las operaciones.

El proceso de preestiba que muchas veces no es recomendado hacer, funciona como un factor que ayuda a mejorar a los tiempos generales de operaciones con contenedores.

El tiempo dedicado a los contenedores de 20" y 40" entre sí no tienen ninguna alteración, sin embargo los tiempos dedicados a los contenedores refrigerados necesitan un poco más tiempo (alrededor del 22% adicional), por el cuidado de la unidad de refrigeración.

El tiempo de uso de los *reach staker* y la respectiva sincronización de las actividades con las grúas, determinan de manera significativa el aumento o la reducción del tiempo de operación de cargue y descargue.

A pesar de las diferencias entre el uso de los equipos de cargue y descargue y la constante variación del entorno de operaciones, para cada actividad los tiempos se mantienen estables y con poca dispersión entre una y otra toma de muestras de tiempo, las condiciones de variación se consideran aleatorias estadísticamente.

### **7.3 KAIZEN – MEJORAMIENTO CONTINUO**

#### **Diferencias y similitudes en la aplicación del concepto de mejoramiento continuo en el sector empresarial japonés y estadounidense**

Esta es una monografía presentada en 2004 en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá que inicia con lo que se conoce en la actualidad como mejoramiento

continuo. Así se pretende establecer y reunir la mayor cantidad de conceptos empleados hoy en día y retroceder en los capítulos siguientes al origen, teniendo en cuenta las variables del entorno en que se desarrollaron. Así mismo, se habla de los factores macro que influyeron en los resultados de la aplicación del concepto en las empresas de cada país.

### **Plan de mejoramiento continuo para productos retornables (vidrio) Línea de envasado #1 en Coca Cola –Femsa**

Presentada en 2009, esta pasantía para optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente en Cali muestra la metodología utilizada para diseñar un plan de mejoramiento continuo para la línea #1 en Coca Cola – Femsa en productos retornables de vidrio (Coca Cola 1.25 Litros). El plan se enfoca en esta línea ya que con estos productos las eficiencias de línea son más bajas que con los otros productos que se embotellan en esta misma línea de envasado que son productos de Pet, mediante la metodología establecida por el sistema integral de calidad (SICKOF) y apoyado en la teoría del mejoramiento continuo se siguen los pasos para identificar, proponer acciones inmediatas, analizar y plantear acciones tendientes a mejorar la situación actual. El plan de mejoramiento en esta línea de envasado ayudará, de una forma ágil y eficaz, a analizar más problemas en el proceso, identificar causas operacionales, paradas de equipos, causas mecánicas y aspectos dentro el proceso que hacen de una u otra forma que la eficiencia y productividad disminuya. Este grupo de mejora se conformará con un pequeño grupo de colaboradores, los cuales realizan tareas semejantes e interdisciplinarias y se reúnen para identificar, analizar y solucionar problemas propios del trabajo, ya sea en cuanto a calidad o productividad; estos a su vez cuentan con un líder o jefe de grupo, apoyado del comité gerencial de la empresa, cuya misión es transmitir a la dirección propuestas de mejora de métodos y sistemas de trabajo. Estos grupos de mejora son el mejor sistema para



aprovechar el potencial creativo e innovador que tienen todos los componentes de la empresa.

## **7.4 LEAN MANUFACTURING**

### **Medición en Lean Manufacturing: Relaciones entre Actividades Lean y Métricas Lean**

Publicada en 2007 por la Revista de Estudios Gerenciales de la Universidad ICESI expone que *Lean Manufacturing* fue desarrollada por Toyota para satisfacer sus necesidades específicas en un mercado restringido y en tiempos de estrechez económica. Estos conceptos han sido estudiados y se ha comprobado su aplicabilidad en una amplia variedad de industrias. El objetivo de este artículo es el de integrar un conjunto de métricas que han sido propuestas por diferentes autores, de tal manera que sean consistentes con las etapas y elementos de implementaciones de Lean Manufacturing. Para lograrlo se presentan dos marcos de referencia para implementaciones Lean y los principales factores de éxito se utilizan como base para proponer métricas que identifiquen el avance en estos factores. Posteriormente se propone una tabla que cruza el impacto de las “Actividades Lean” sobre las métricas, postulando que muchos de los supuestos *a priori* sobre estos impactos deberían ser precisos. Finalmente se proponen algunas ideas para proyectos de investigación hacia el futuro y posibles extensiones de las aplicaciones propuestas aquí.

### **Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas**

La Revista *Scientia et Technica* de Universidad Tecnológica de Pereira en 2008 presenta en este artículo una buena fundamentación del sistema de manufactura esbelta, sus orígenes, la clasificación de los diferentes tipos de desperdicios, sus

objetivos generales y específicos, mostrando una sencilla guía para su implementación. De igual manera, indicar sus distintos niveles de intervención, sus beneficios y desventajas.

Al final, se relacionan algunas conclusiones que pretenden motivar a los lectores y empresarios a profundizar en esta estrategia de producción y su posible implementación en las empresas colombianas.

**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.**

Este proyecto de investigación presentado en 2004 en la Pontificia Universidad Javeriana arrojó como resultados que la aplicación de la teoría de manufactura esbelta a una empresa de manufactura de plásticos netamente colombiana, como es el caso de la UPR Ltda., no tendría obstáculos que impidan su desarrollo dentro de la cultura organizacional que se medirá con el estudio de la firma YANHAAS, en cada trabajo exploratorio que se realizó con el personal de la planta de producción se vio la gran disposición a colaborar con los cambios sugeridos, además si se tiene en cuenta el éxito que tuvo la empresa General Motors cuando trabajó con personal latino en Estados Unidos, fortalece la idea de poder trabajar la teoría en el ámbito colombiano, y sirve para ir desmitificando la idea de que es una teoría sólo para Japón o Estados Unidos, con un fortalecimiento y difusión por parte de la dirección de la compañía en el tema se podrían lograr grandes avances, tal y como lo describe el capítulo de viabilidad financiera.

## **7.5 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

### **El mejoramiento productivo total como una herramienta de acercamiento hacia una producción más limpia en COLCERÁMICA S. A.**

En 2007, la Revista Producción + Limpia publicó este artículo donde se describe que ColCeramica S.A Planta La Estrella es una empresa de la organización Corona, la cual trabaja la eco-eficiencia desde su plan estratégico, buscando el desarrollo sostenible del negocio a través de la implementación de producción más limpia en su proceso productivo y la gestión ambiental enmarcada en la herramienta de Mejoramiento Productivo Total –TPM-. La gestión ambiental en la compañía a través de la implementación del TPM se ha basado en la construcción de indicadores que evidencian el comportamiento ambiental de la empresa, un sistema de rastreo estructurado de pérdidas y la identificación y desarrollo de mejoramientos ambientales encaminados a la reducción de riesgos y emergencias ambientales. La gestión ambiental enmarcada en el TPM al interior de la compañía ha tenido un gran número de beneficios como son: ahorro de energía eléctrica y térmica, ahorro en el consumo de agua, trabajo en la reducción de pérdidas ambientales, reducción de riesgos ambientales, aseguramiento de procesos, cumplimiento de la normatividad garantizando de esta forma el objetivo de cero pérdidas y cero contaminación. A través del desarrollo conjunto de la Producción Más Limpia y la aplicación de herramientas de gestión como TPM se evidencian grandes aportes al mejoramiento de las condiciones de los diferentes procesos productivos en las compañías.

## **7.6 JUSTO A TIEMPO**

### **Justo a tiempo y manufactura modular: una alternativa para mejorar la competitividad en plantas de confecciones**

Este artículo publicado por la revista de la Universidad EAFIT en 2000 afirma que la competitividad se ha convertido en objetivo y condición de la supervivencia para la empresa contemporánea en los mercados globalizados, que caracterizan el entorno en que esta se desempeña. En la actualidad, uno de los sectores productivos de la economía colombiana que ha visto afectada mayormente su participación en el mercado, es de la confección textil. En este artículo, se expone y demuestra la necesidad de adoptar nuevos sistemas de fabricación, acordes con las exigencias actuales que impone la competencia tales como los planteados en la filosofía Justo a Tiempo y, en específico, los sistemas de manufactura modular. De acuerdo con los resultados, se demuestra la ventaja competitiva que conlleva la adopción de un sistema de manufactura modular, reflejada en el aumento de productividad de la mano de obra, la reducción de inventarios en proceso, la reducción del ciclo de fabricación y la economía en el espacio necesario para su operación. Una vez se lleve a cabo su implantación, la organización se acercará a mayores niveles de competitividad, que le permitirán entrar a nuevos mercados con productos no sólo de excelente calidad, sino además de bajo precio y con entregas rápidas.

## **7.7 CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD**

### **Mercado de Perecederos: Calidad Total, Herramienta Estratégica para la Permanencia en Caldas**

Publicada en el volumen 4 de la Revista Vector en 2009, esta investigación inicia con la consecución de la base de datos tomada de la Secretaría de Hacienda

municipal, en la que de 11.883 empresas inscritas bajo el Código de Identificación Internacional Único (CIU), 1.154 pertenecen al código internacional (25219). En la siguiente fase se determinó el tamaño de la muestra y se aplicó el instrumento a ocho (8) empresas que respondieron al llamado, analizando seis áreas relativas al control de calidad.

En este informe se analiza de manera detallada los ítems correspondientes al reconocimiento jurídico de la empresa, el sistema de calidad, y la relación de éste con los proveedores de la compañía; de igual manera se ratifican los resultados con el análisis factorial de correspondencia múltiple, entre el tipo de empresa, su componente educativo, los proveedores y la definición de calidad, mediante el uso del software *SPAD WIN*.

### **Análisis comparativo de las herramientas estratégicas más conocidas en nuestro medio empresarial**

Esta investigación publicada por la Revista Pensamiento y Gestión de la Universidad del Norte en 2003 plantea que la creciente competencia y la gran demanda y exigencias del consumidor en cuanto a calidad, flexibilidad, rapidez, funcionalidad y bajos costos han puesto no sólo a las organizaciones en revolución sino a las personas implicadas en éstas. Tendencias, técnicas y nuevas filosofías apuntan a un futuro en el que las habilidades de las compañías deben responder de manera rápida y decisiva a los cambios, ya que de eso dependerá la permanencia de éstas en el contexto actual. Para contribuir a esto se han desarrollado un sin número de técnicas, herramientas, estrategias y filosofías para mejorar el desempeño organizacional, como son JIT (*Just in Time*), TQC (*Total Quality Control*), Mejoramiento Continuo, *Empowerment*, Planeación Estratégica, *Outsourcing*, Prospectiva Estratégica, *Benchmarking*, etc. las cuales algunas veces son implementadas y forman parte de la organización, mientras que otras sólo son utilizadas mientras están de moda.

Otro punto importante es que las organizaciones están creciendo al mismo tiempo en tamaño y servicios para satisfacer al cliente y se deben conservar como si fueran pequeñas, es decir, flexibles, alertas a las necesidades e interactivas en todo sentido. Lo anterior sugiere la necesidad de un análisis comparativo de las herramientas estratégicas más conocidas en nuestro medio empresarial para destacar sus conceptos, ventajas, desventajas, características, aplicaciones y ejemplos, los cuales se describen en este trabajo.

En general, se puede concluir que el estudio de estas estrategias, si es hecho como un proceso constante y se institucionaliza, servirá como una herramienta que permitirá mejorar el desempeño de nuestro negocio al identificar las mejores prácticas de negocios entre las industrias líderes cambiando las antiguas ideas, enfocándonos hacia la calidad y un mejoramiento sin límites, de manera que se pueda ser más competitivo y tener éxito en un mercado cambiante y global.

## **7.8 SEIS SIGMA**

### **Seis sigma: La revolución en los datos y la calidad en las empresas públicas y privadas**

Esta investigación presentada en 2006 en la Universidad del Rosario afirma que Seis sigma propende en la identidad de metodologías y modelos que permitan no solo a empresas privadas sino también a empresas del Estado, gestionar la calidad para ser más competitivas y de igual forma, evitar los procesos de privatización como consecuencia de la falta de estrategias que permitan minimizar los costos en el Estado y a la vez fomentar el desarrollo competitivo del país y mejorar su gestión.

La decisión está en manos de todos los actores del sistema empresarial colombiano, Seis sigma es una herramienta potencial para disminuir costos y

generar resultados con base en los datos que proporciona la organización y que reflejan la realidad de la forma de operar no sólo en los negocios sino también los clientes, que son los principales beneficiados con los productos y del Estado, la población, que son los principales beneficiados de gobiernos eficientes.

### **Six Sigma. Una estrategia empresarial que está revolucionando al mundo**

Este ensayo publicado en 2008 por la Fundación Universitaria Konrad Lorenz explica que dentro del proceso de conseguir la cultura Seis sigma, una organización deberá tener unos miembros que de acuerdo con el nivel formación van desde el *Yellow Belt*, *Green Belt*, *Black Belt* y *Master Black Belt*, quienes apoyados por un *Champion* quien normalmente es el gerente general de la organización, serán los responsables del desarrollo de los proyectos de mejoramiento. El costo en entrenamiento de una persona en *six sigma* se compensa ampliamente con los beneficios obtenidos a futuro. Motorola asegura haber ahorrando diecisiete mil millones de dólares desde su implantación, por lo que muchas otras empresas han decidido adoptar este método: *3M*, *General Electric*, *Sony*, *Toyota*, *British Airways*, *Tyco*, *Kodak* y *Exxon*, por nombrar algunas. En el caso de Colombia algunas empresas que han trabajado la estrategia son Banco Santander, Fundación Santa Fe, *Schneider* Colombia, *3M* Colombia, Sonría Clínicas Dentales, etc.

## **7.9 TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES**

### **Un enfoque gerencial de la teoría de las restricciones**

Desarrollado en el año 2000 en la Universidad del Valle concluye que después de estudiar los elementos básicos de la TOC, han encontrado que es de suma importancia que los gerentes definan claramente la meta o propósito del sistema empresarial bajo su responsabilidad. La definición de dicha meta ayuda a la

gerencia a tomar decisiones locales y globales que concentren sus energías y recursos en los aspectos críticos que determinan el resultado global.

El gerente debe tomar una posición sobre si su gestión se desarrolla en el mundo de los costos o en el mundo del *throughput*. Dependiendo del paradigma, el resultado en el tiempo (corto o largo plazo) va a ser diferente. Aquí llamamos la atención sobre el peligro del gerente con un pie en cada uno de los mundos, perdiendo el foco o énfasis que debe dar a su gestión.

Los principios básicos de la TOC son elementos de apoyo que contribuyen a mejorar el raciocinio gerencial en el manejo de procesos e interacciones entre recursos, actividades y personas.

Goldratt trata de eliminar el término costo del producto, del vocabulario empresarial, probablemente por ser para muchos gerentes sinónimo de costeo por absorción. Entendemos su punto de vista, no obstante, es difícil discutir asuntos gerenciales sin tal concepto.

Por último, es muy valioso identificar aquellos impedimentos que inciden sobre la consecución del resultado que el sistema empresa pretende alcanzar (restricciones). En especial, es necesario saber si la restricción es interna (en el proceso, los recursos, las políticas), o si es externa (el mercado proveedor, el mercado comprador). Después de identificada la restricción es recomendable aplicar el proceso de mejoramiento continuo propuesto por la TOC.



## **7.10 LOGÍSTICA INVERSA**

### **Logística Inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones**

Revista Ingeniería y Desarrollo de la Universidad del Norte en 2006 presentó este artículo, el cual afirma que el desarrollo de la logística en la empresa durante las últimas décadas ha sido significativo debido a la posibilidad de lograr ventajas competitivas a través de ella.

Hoy día existe la posibilidad de recuperar y aprovechar económicamente aquellos productos que dejan de satisfacer las necesidades del consumidor; esto genera un flujo de materiales y productos hacia el productor denominada Logística Inversa.

El objetivo de este artículo es relacionar algunas formas de aplicación de Logística Inversa de algunas organizaciones con sus estrategias competitivas, lo que se realizará mediante una revisión bibliográfica sobre los aspectos relevantes del tema y de los resultados de una encuesta realizada en una muestra de empresas barranquilleras pertenecientes a cuatro sectores: periódicos, panaderías, químicos y distribuidores de drogas. Los resultados de dicha encuesta no arrojaron evidencia de uso significativo de la Logística Inversa como motor para la estrategia que les permite permanecer en el mercado, lo que sugiere que las condiciones del mercado local no alcanzan aún un nivel de competencia en el que surjan estas competencias como aspectos diferenciadores, o más probablemente, el desconocimiento de sus potencialidades por parte de los empresarios locales trae consigo este aparente abandono.

### **Utilización de la teoría de la logística inversa, en el reciclaje, sustitución y re-uso de materiales y la disposición de desperdicios**

Publicado en 2009 por la Universidad Autónoma de Bucaramanga concluye que el colofón fundamental de la Teoría de la Logística Inversa, es la necesidad

imperante en las empresas de diseñar e implementar sistemas que permitan la recolección de empaques, envases, botellas retornables y cajas reutilizables, a fin de someterlos a procesos de inspección y recuperación o eliminación cuando sea del caso, con el objeto de optimizar los beneficios económicos y atender a las consideraciones del mercado, como también dar cumplimiento con las obligaciones legales de tipo ambiental en cuanto a su transporte y disposición final.

La sensibilización en estos temas debe partir desde los consumidores finales y continuar luego en los ejecutivos de las organizaciones empresariales, quienes se deben empeñar en que sus mandos medios desarrollen habilidades en el empleo de los procesos logísticos de inversa en función de los productos que se elaboren.

## **7.11 ERP**

### **Propuesta de rediseño de procesos para la adaptación de un Sistema ERP en la Empresa Metalmecánica Arcos Ltda.**

Esta investigación de pregrado presentada en 2008 en la Pontificia Universidad Javeriana arrojó los siguientes resultados: Arcos es una empresa bien organizada pero con falencias en el manejo del flujo de información, el implementar un sistema para cada área o proceso específico puede dificultar la comunicación entre las diferentes áreas. Los beneficios para ARCOS de implementar un sistema ERP son en su mayoría una reducción de costos y menos tiempo de respuesta en procesos como aprobaciones y la generación de documentos que el con el ERP, se haría de forma automática. Es indispensable que los proveedores tengan acceso a la información de la compañía para poder tener los productos que esta necesita en menor tiempo, esto lograría que el ciclo productivo de Arcos se redujera gracias a la colaboración de sus proveedores que por medio del ERP pueden tener un pronóstico de las materias primas que Arcos necesitara en el corto, mediano y largo plazo de acuerdo al sistema de inventarios y niveles de

stock que se maneje. Es importante aclarar que aunque todo el trabajo se baso en sistemas ERP como SAP y ORACLE, hay que tener en cuenta que no necesariamente son las que mejor se ajustan a las necesidades de Arcos.

### **Análisis de la gestión del cambio en implantaciones de soluciones ERP en algunas empresas de Colombia y México**

Dentro de las actividades desarrolladas por el grupo de investigación “Cultura Corporativa y Perdurabilidad Organizacional” de la Facultad de Administración de Empresas de la Universidad Externado de Colombia en 2009, recientemente categorizado por Colciencias, se vienen adelantando varios trabajos tendientes a establecer la relación entre cultura y cambio organizacional. El objetivo de la presente investigación es conocer y analizar los procesos de gestión del cambio desarrollados durante y después de las implantaciones tecnológicas en algunas empresas colombianas y mexicanas, con el fin de identificar aciertos y dificultades propias de la gestión que sirvan de referencia para futuros proyectos.

La recolección de la información requerida para el desarrollo de la investigación fue recabada mediante la aplicación de entrevistas y encuestas, aplicadas a 21 empresas entre colombianas y mexicanas, algunas de ellas adquirieron la solución y otras actuaron como firmas consultoras en el proceso de implantación. En cada una de estas empresas se entrevistó y/o encuestó a uno o varios directivos de primer nivel y gerencia media que patrocinaron procesos de cambio o han ocupado las posiciones de gerentes de proyecto o líderes de equipos de cambio. Para presentar los resultados, a nivel cualitativo, se seleccionaron y clasificaron los testimonios más relevantes, con el fin de utilizarlos como ilustración y a nivel cuantitativo, se tabularon los resultados y se crearon gráficas que muestran algunas tendencias.

## 8. ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS NACIONALES DE LAS DISCIPLINAS RELACIONADAS CON EL ÁREA DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA

La información obtenida a través de las encuestas corresponde a la opinión de un grupo de profesionales calificados y especializados en áreas de producción, operaciones, estadística y logística de diferentes universidades del país. La muestra obedece a un grupo de docentes universitarios de planta con título de magíster o Ph.D. Estos docentes se seleccionaron de universidades de la zona norte, centro y suroccidente del territorio nacional con el fin de obtener el rango de respuestas más amplio posible, considerando los recursos disponibles. Este método de acopio de información es intencionalmente sesgado, buscando obtener la opinión de verdaderos expertos en el tema. A continuación se presenta la síntesis y el análisis de la muestra escogida.

UNIVERSIDAD	CIUDAD	NIVEL DE ESTUDIOS DEL ENCUESTADO
U. de Ibagué	Ibagué	M.Sc.
U. EAFIT	Medellín	M.Sc.
U. del Valle	Cali	Ph.D.
U. del Valle	Cali	M.Sc.
U. del Norte	Barranquilla	Ph.D.
U. del Magdalena	Santa Marta	M.Sc.
U. Tecnológica de Bolívar	Cartagena	M.Sc.
U. de los Andes	Bogotá D.C.	M.Sc.
U. Industrial de Santander	Bucaramanga	Ph.D.
U. Simón Bolívar	Barranquilla	M.Sc.

Cuadro 10. Síntesis de la muestra escogida. Fuente: Elaboración propia.

## 8.1 DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA ACADÉMICA

Los resultados obtenidos de la aplicación de las encuestas arrojan que las asignaturas del área de operaciones y logística son impartidas con un promedio de 3,33 horas semanales y su representación media de créditos académicos es de 3,11. Es decir, que aproximadamente, cada hora de clases en la semana garantiza el aprovechamiento de un (01) crédito, teniendo en cuenta que los créditos son semestrales

<b>CATEGORÍA</b>	<b>PROMEDIO</b>
INTENSIDAD HORARIA (Semanal)	3,33
CRÉDITOS ACADÉMICOS (Por asignatura)	3,11
PRÁCTICAS EN LABORATORIOS (Horas por semestre)	6,70

Cuadro 11. Promedios de las intensidades horarias y créditos académicos de las asignaturas del área.

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, el nivel medio de programación de prácticas de laboratorio es de 6,70 horas por semestre. Dentro del conjunto de asignaturas de dicha área (para pregrado y posgrado) encontramos: Diseño de Sistemas de Producción, Pronósticos, Sistemas de Almacenamiento e Inventarios, Sistemas de Transporte y Redes de Abastecimiento, Logística Industrial y Modelación Matemática, entre otras.

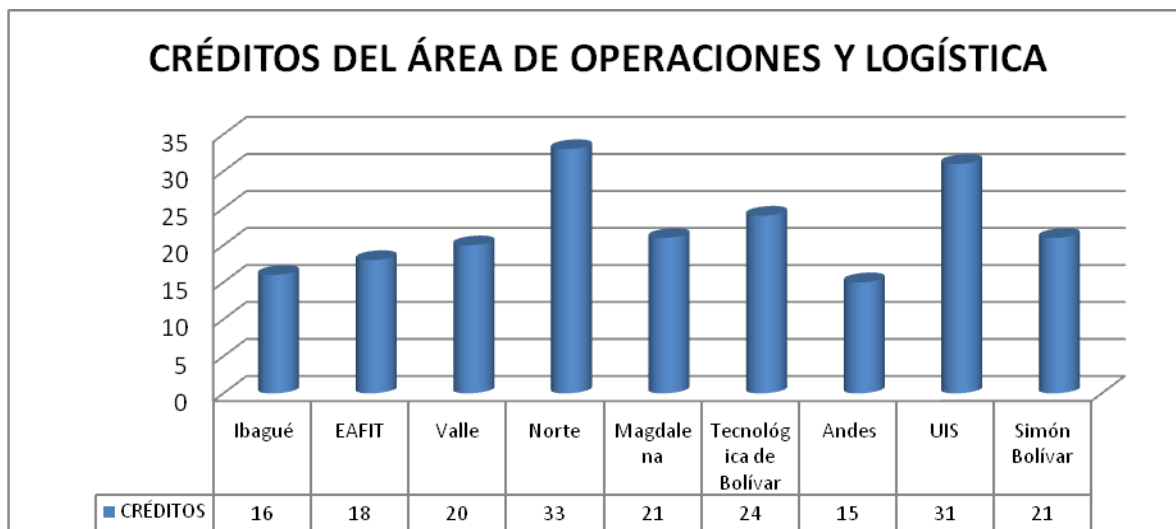


Figura 10. Créditos del área de operaciones y logística según las universidades observadas. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el gráfico de la totalidad de créditos por universidades, puede inferirse que la Universidad del Norte (Barranquilla) y la Universidad Industrial de Santander (Bucaramanga), se encuentran notablemente enfocadas hacia el área de operaciones y logística, mientras que universidades como Ibagué, EAFIT y Los Andes cuentan con una baja representatividad de créditos para esta área, concentrando más el enfoque del plan de estudios en otras áreas. Es de anotar que los créditos reportados corresponden a asignaturas obligatorias del plan de estudios.

De los 10 expertos consultados, quienes imparten en conjunto un total de 23 asignaturas, también puede observarse lo siguiente:

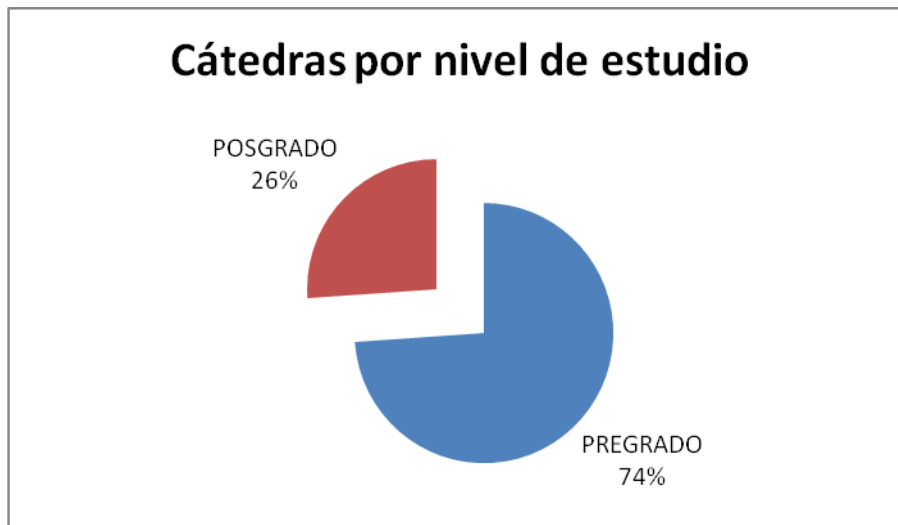


Figura 11. Cátedras por nivel de estudio. Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el grado de educación: un 74% de los cursos son de pregrado y el 26% de posgrado.

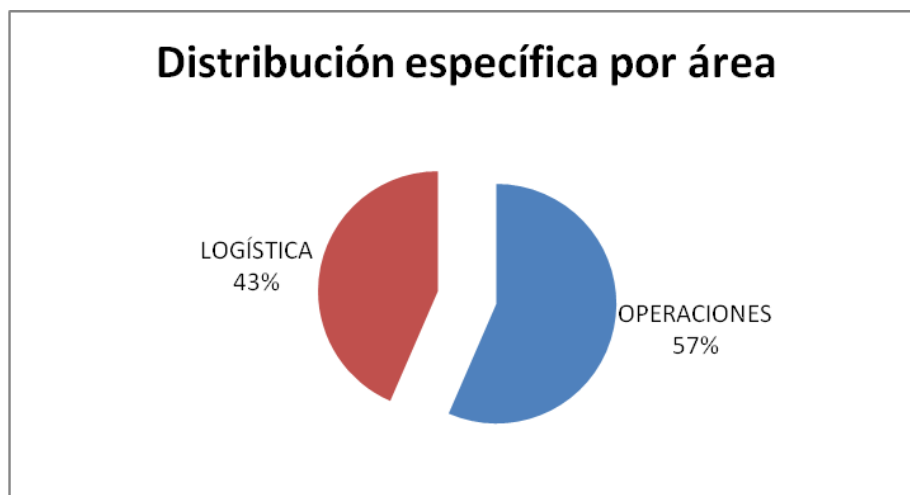


Figura 12. Distribución específica por área. Fuente: Elaboración propia

Así mismo, sin importar el grado de educación, específicamente pueden asociarse 13 asignaturas con las Operaciones, para un 57% y 10 que tratan sobre la logística representando el 43%.

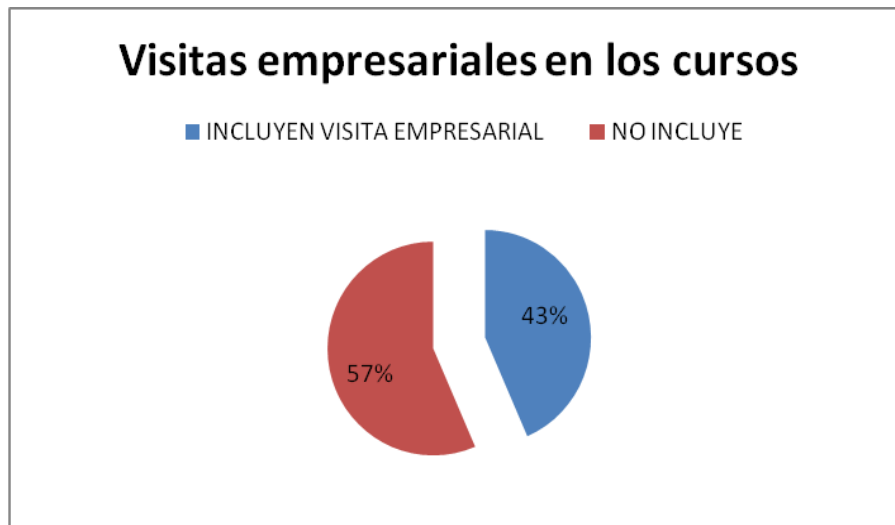


Figura 13. Visitas empresariales en los cursos. Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, obviando el hecho que se impartan en pregrado o posgrado, o que tengan relación específica con la logística o las operaciones, el 57% de los cursos no incluye visitas empresariales.

## 8.2 METODOLOGÍAS DIDÁCTICAS UTILIZADAS

La educación superior contemporánea contempla una amplia gama de posibilidades de espacios y modos de aprendizaje, enmarcados en la autonomía universitaria. Sin embargo, aunque a menudo calificada como monótona, la cátedra magistral sigue siendo un recurso indispensable para la interacción docente-estudiante. Los resultados obtenidos en la investigación muestran las metodologías de enseñanza más utilizadas por los expertos en su proceso de docencia:



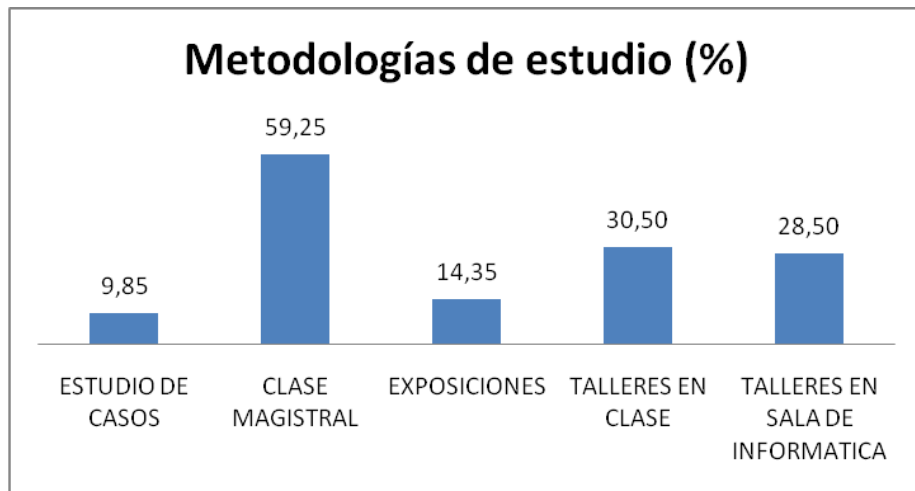


Figura 14. Metodologías de estudio utilizadas. Fuente: Elaboración propia

Del gráfico anterior se infiere que la clase magistral (exposición oral del docente sobre un tema específico) es la metodología más utilizada con una frecuencia del 59,25% de las horas semestrales que exigen las diferentes cátedras. En su orden, se utilizan los talleres en clase (30,50%), talleres en salas de informática (28,50%), exposiciones (14,35%) y los estudios de casos (9,85%).

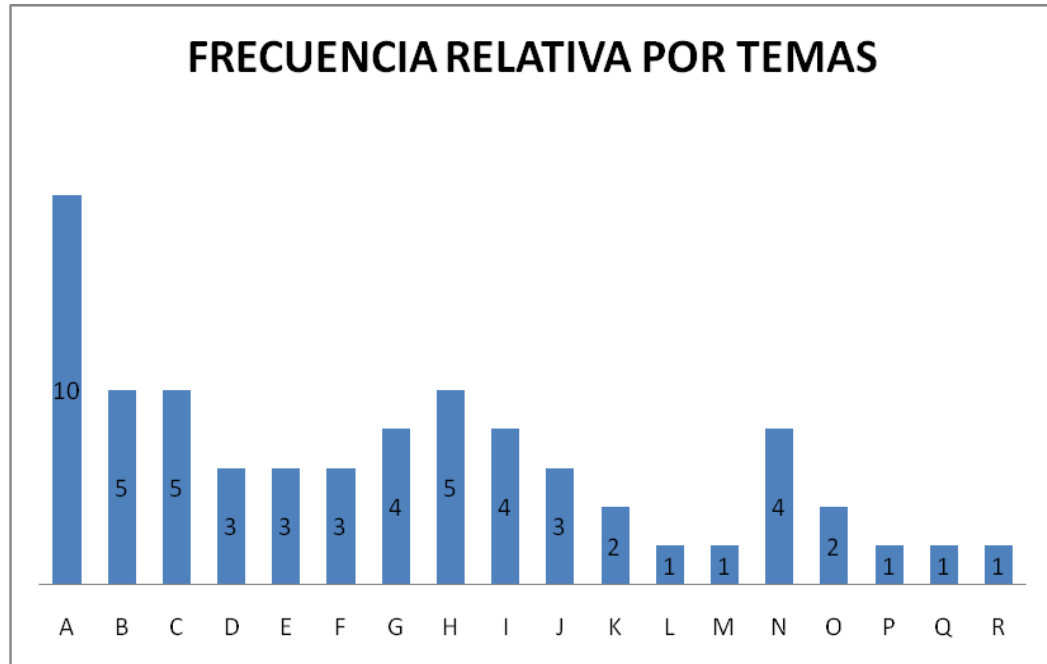
Es de anotar la importancia cada vez mayor que representa el uso de recursos informáticos (computador, software especializado, software genérico) en la metodología de enseñanza de los cursos del área. Conforme a los medios disponibles por las universidades, se hace cada vez más evidente una configuración teórico-práctica en la modalidad de enseñanza de estas asignaturas.

Paralelamente, los expertos proponen de manera particular la utilización de las siguientes metodologías:

- Visitas a las empresas para ilustrar las temáticas en clase
- Lectura, análisis, crítica y presentación de artículos científicos
- Investigación en aula
- Trabajo práctico en empresa

- Videos de procesos industriales y logísticos

### 8.3 TEMÁTICAS INCLUIDAS EN EL CONTENIDO PROGRAMÁTICO



<b>CONVENCIONES</b>	
<b>A</b>	Diseño del sistema productivo y planeación de operaciones
<b>B</b>	Pronósticos
<b>C</b>	Metodología del estudio del trabajo (Métodos, tiempos y movimientos)
<b>D</b>	Planeación y control de la capacidad
<b>E</b>	Planeación agregada
<b>F</b>	MRP
<b>G</b>	Gestión de inventarios
<b>H</b>	Gestión de almacenes
<b>I</b>	Cadenas de suministros
<b>J</b>	Investigación de operaciones aplicada
<b>K</b>	Sistemas de transporte y ruteo de vehículos
<b>L</b>	Control estadístico de la calidad
<b>M</b>	Dinámica de sistemas en problemas de logística y producción
<b>N</b>	Gestión logística
<b>O</b>	Teoría de restricciones
<b>P</b>	Logística inversa

Q	E-commerce
R	APS ( <i>Advanced Planning and Scheduling</i> )

Figura 15. Temáticas incluidas en el contenido programático. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la distribución que muestra la gráfica, el *diseño del sistema productivo y planeación de operaciones* es la temática que tocan todos los contenidos programáticos, abarcando un total de 10 coincidencias en las respuestas obtenidas. No es un resultado inesperado, dado que esta temática se constituye en la base del conocimiento en producción y logística. De igual manera, los temas que se reflejaron como relevantes de acuerdo con la opinión de los encuestados corresponden a pronósticos, *metodología del estudio del trabajo (Métodos, tiempos y movimientos)*, *gestión de almacenes* con una frecuencia común equivalente a 5 cada uno. Así, se observa también que dentro del grupo consultado temas como el *control estadístico de la calidad*, *la logística inversa*, *dinámica de sistemas en problemas de logística y producción*, tiene un mínimo de frecuencia correspondiente al 1.

#### 8.4 TEMAS A INCLUIR EN LOS PROGRAMAS DE ESTUDIO



Figura 16. Temáticas a incluir en el contenido programático del pregrado. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos, temas como *tecnologías de la información y la comunicación (TICs)* y *simulación y lenguajes de programación en problemas de producción* presentan la mayor frecuencia con una representación del 40% respectivamente. Es de anotar, que al mencionar TICs y simulación entre las temáticas, los encuestados reflejan la necesidad de incluir estas herramientas como parte de los recursos de enseñanza-aprendizaje y no como un tema en sí.

Esto se verá reflejado en las respuestas sobre los tipos de software (más adelante) que utilizan en el desarrollo de sus clases, los cuales deben ser un soporte y no un contenido temático en sí mismo.

Asimismo, el análisis gráfico muestra que la mayoría de los temas como manufactura sincrónica, gerencia de manufactura, sistemas de transporte, logística inversa y diseño de centros de distribución presentan una frecuencia común igual al 1 cada una.

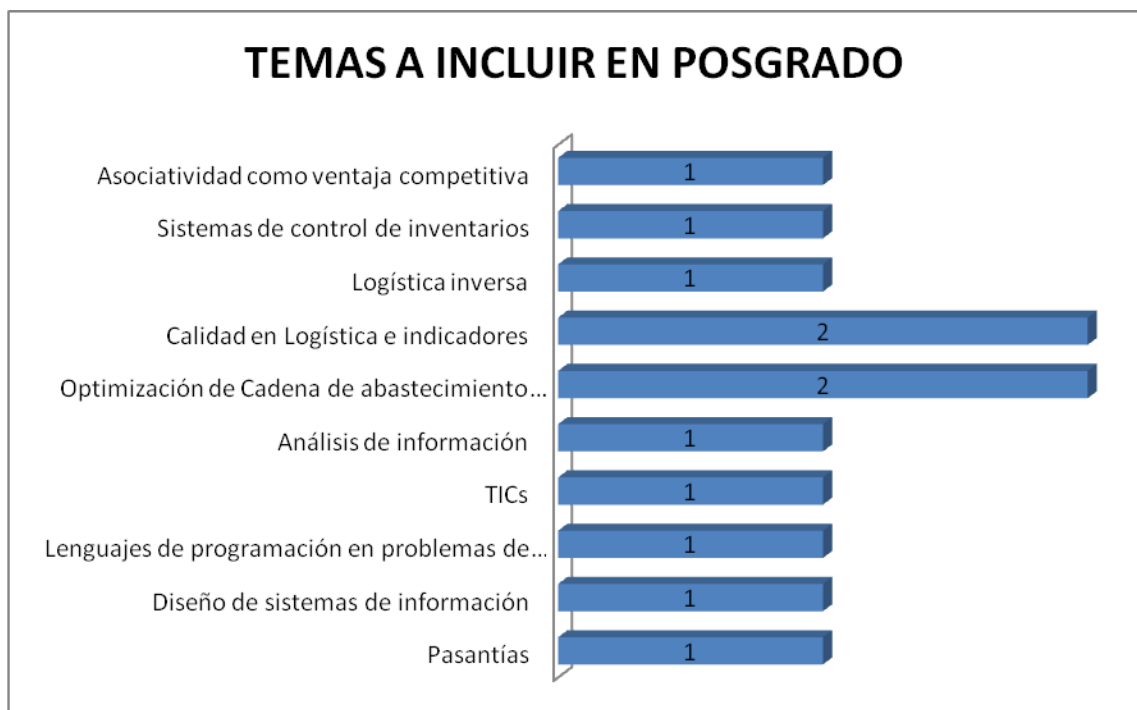


Figura 17. Temáticas a incluir en el contenido programático del posgrado. Fuente: Elaboración propia

Paralelamente, el gráfico muestra una dispersión en los resultados, es decir, no existe una tendencia clara en los temas que propone el grupo de expertos consultados. Sin embargo, existe una coincidencia en dos de dichos temas: *calidad en logística e indicadores y optimización de la cadena de abastecimiento* con una frecuencia correspondiente al 2 cada una. Se observa que los temas son prácticamente los mismos y que la diferencia estriba en el nivel de profundidad.

## 8.5 BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

AUTOR	TITULO
Benjamin Niebel	Manual de Ingeniería Industrial “Métodos, tiempos y movimientos”
OIT “George Kanawaty”	Introducción al estudio del trabajo
J.A. Domínguez Machuca et al	Dirección de Operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la Producción y los servicios
J.A. Domínguez Machuca et al	Dirección de Operaciones: Aspectos estratégicos en la Producción y los servicios
Carlos Alberto Castro Zuluaga	Planeación de Producción
Edward Silver	Inventory Management and Production Planning And Scheduling
Tomas Vollmann	Planeación y Control de la producción Administración de la Cadena de Suministros
Chopra y Meindl	Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación
Ronald Ballou	Logística: Administración de la Cadena de Suministro
Douglas Montgomery	Control estadístico de calidad
Gonzalo Cardozo	Gestión efectiva de materiales
Kamlesh Mathur - Daniel Solow	Investigación de operaciones
Ken Ackerman y Alejandro Nieto	Almacenamiento Productivo: Herramienta de Logística Internacional

Luis Aníbal Mora García y Mauricio Martiliano Martínez	Modelos de optimización de la logística
Steven Nahmias	Análisis de la Producción y las Operaciones
Chase, R, Jacobs, F.R. Aquilano, N.	Administración de Producción y Operaciones
Heizer J. y Render B	Dirección de la producción y de operaciones - Decisiones tácticas
Narasinham, Sim	Gestión y Control de Inventarios
David Anderson	Métodos cuantitativos para negocios
Michael Porter	Estrategia Competitiva
Gary Hamel y Prahalad	Compitiendo por el futuro
Eliyahu Goldratt	Theory of Constraints
Simchy-Levy	Logic of Logistics
Jeremy Shapiro	Supply Chain
Morton y Pentico	Scheduling
Pinedo y Chao	Scheduling in Manuf. And Services
Asking y Goldberg	Lean Productive Systems

Cuadro 12. Bibliografía utilizada en el área de operaciones y logística. Fuente: Elaboración propia

## 8.6 SOFTWARE UTILIZADO

Con el avance de la tecnología, la enseñanza ha ido necesitando la aplicación de software para un mayor análisis y comprensión de las temáticas tratadas en las diferentes disciplinas. La ingeniería industrial, específicamente en el área de operaciones y logística, no es ajena a esa tendencia, por lo que se consultó a los docentes expertos en las disciplinas relacionadas con dicha área acerca de los programas más utilizados y su frecuencia de uso en la impartición del

conocimiento, tanto a niveles de pregrado como de posgrado, obteniendo los siguientes resultados:

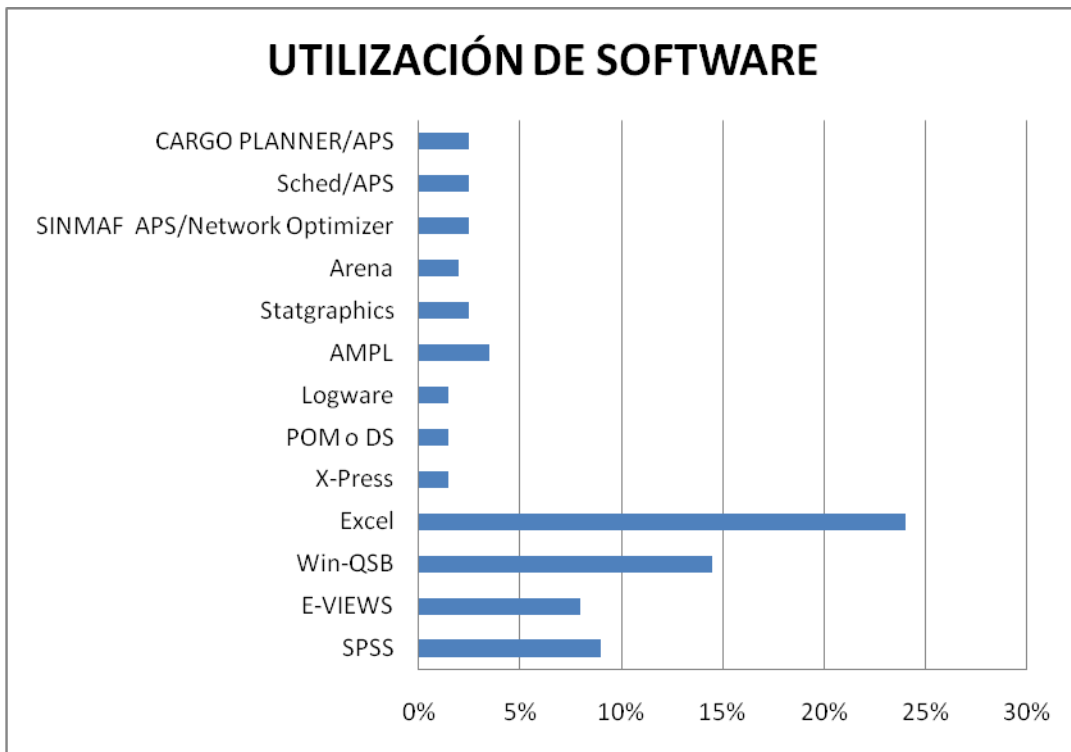


Figura 18. Software utilizado en el área de operaciones y logística. Fuente: Elaboración propia.

Puede observarse que el software con mayor frecuencia de utilización es Microsoft Office Excel con un 24% de uso entre los expertos para soportar el trabajo académico en sus cursos. Es de anotar que un software genérico como Excel es de gran utilidad y está al acance de todos, pero no reemplaza del todo los programas especializados. Sin embargo, se destaca como una herramienta básica para cualquier estudiante de ingeniería y su aprendizaje es indispensable.

Le siguen Win-QSB, SPSS y E-VIEWS con 15, 9 y 8%, respectivamente. Con una frecuencia de utilización inferior al 5% del tiempo invertido en las asignaturas del área de operaciones y logística, los expertos utilizan: X-Press, POM o DS, Logware, AMPL, Statgraphics, Arena, SINMAF APS/Network Optimizer, Sched/APS y CARGO PLANNER/APS. Es de destacar la irrupción de paquetes

especializados enfocados al tema de APS (Advanced Planning and Scheduling), tema de última generación que se hace necesario considerar en los contenidos temáticos del área.

### 8.7 GRUPOS DE INVESTIGACIÓN A LOS QUE PERTENECEN ALGUNOS ENCUESTADOS

NOMBRE	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Ginnova	Operaciones y Logística, Calidad, Gestión Tecnológica y TIC.
Grupo de Investigación en Gestión de Producción y Logística	Administración de Operaciones, Cadena de Abastecimiento y Manufactura Esbelta
Grupo de investigación en logística y producción	Logística, Producción y Cadenas de Abastecimiento
Grupo de investigación en logística y producción	Operaciones, calidad, sistémica
Grupo de investigación en productividad y calidad – GIPC	Gestión de la cadena de abastecimiento
PYLO (Producción y Logística)	Programación de la producción
OPALO – Optimización de procesos administrativos, logísticos y operativos	Programación lineal entera mixta, simulación y meta heurísticas
GEMA	Producción
Productividad y Competitividad	Optimización

Cuadro 13. Algunos grupos de investigación en operaciones y logística. Fuente: Elaboración propia

### 8.8 ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN

Teniendo en cuenta que de los 10 expertos encuestados, 3 tienen estudios de doctorado y 7 tienen estudios de maestría, se analizaron los procesos de



extensión de sus conocimientos hacia la comunidad académica y en general, a cualquier entidad que requiera sus servicios profesionales, reflejando la siguiente información:

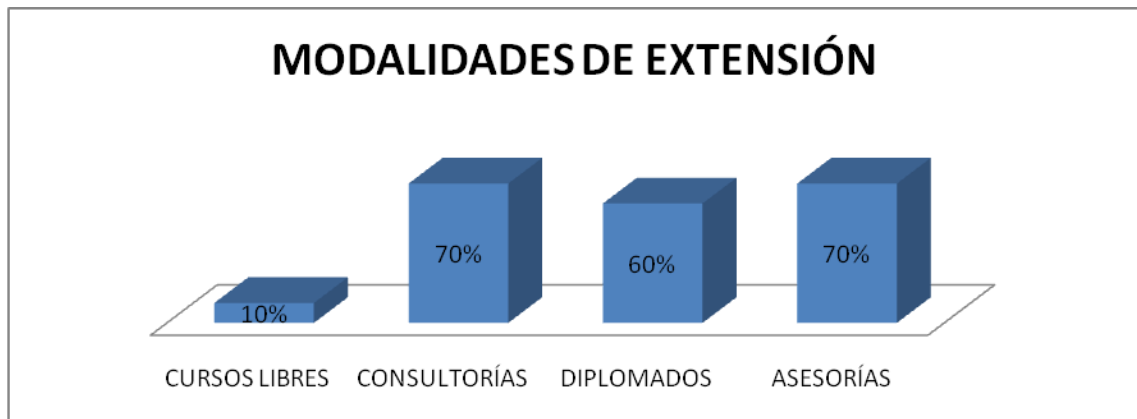


Figura 19. Modalidades de extensión en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la comunidad académica se refiere, se propusieron como actividades de extensión los cursos libres y los diplomados, desarrollados por el 10 y 60% del total de encuestados. Las temáticas tratadas en los cursos libres se relacionan con *gestión de inventarios y pronósticos de demanda, sistemas de transporte y redes de abastecimiento*. En cuanto a diplomados se tratan temas como *logística de producción y producción en nivel táctico y operativo, planeación de operaciones y gestión de stocks, logística integral e inventario y logística como elementos competitivos*.

Ahora bien, en cuanto a los servicios profesionales y de experticia ofrecidos a la comunidad en general o empresas, definidos como consultorías y asesorías, se registra que son desarrollados por el 70% de la población analizada. De lo anterior encontramos que las actividades de consultoría se centran en temáticas como: *pronósticos, gestión y control de inventarios, optimización de cadenas de abastecimiento, gestión de la calidad, mejoramiento de procesos, almacenamiento y logística en general, y programación y gestión de la producción*. Finalmente, las

actividades de asesorías desarrolladas por los expertos responden a la demanda de análisis y planteamientos de soluciones relacionadas con las temáticas de Manuales de procedimientos, estudio del trabajo y logística en servicios, planeación de operaciones y gestión de stocks, pronósticos y gestión y control de inventarios, optimización de cadenas de abastecimiento, almacenamiento y costos de producción.

## 9. MODELO DE INVESTIGACIÓN EN PROCESOS CURRICULARES

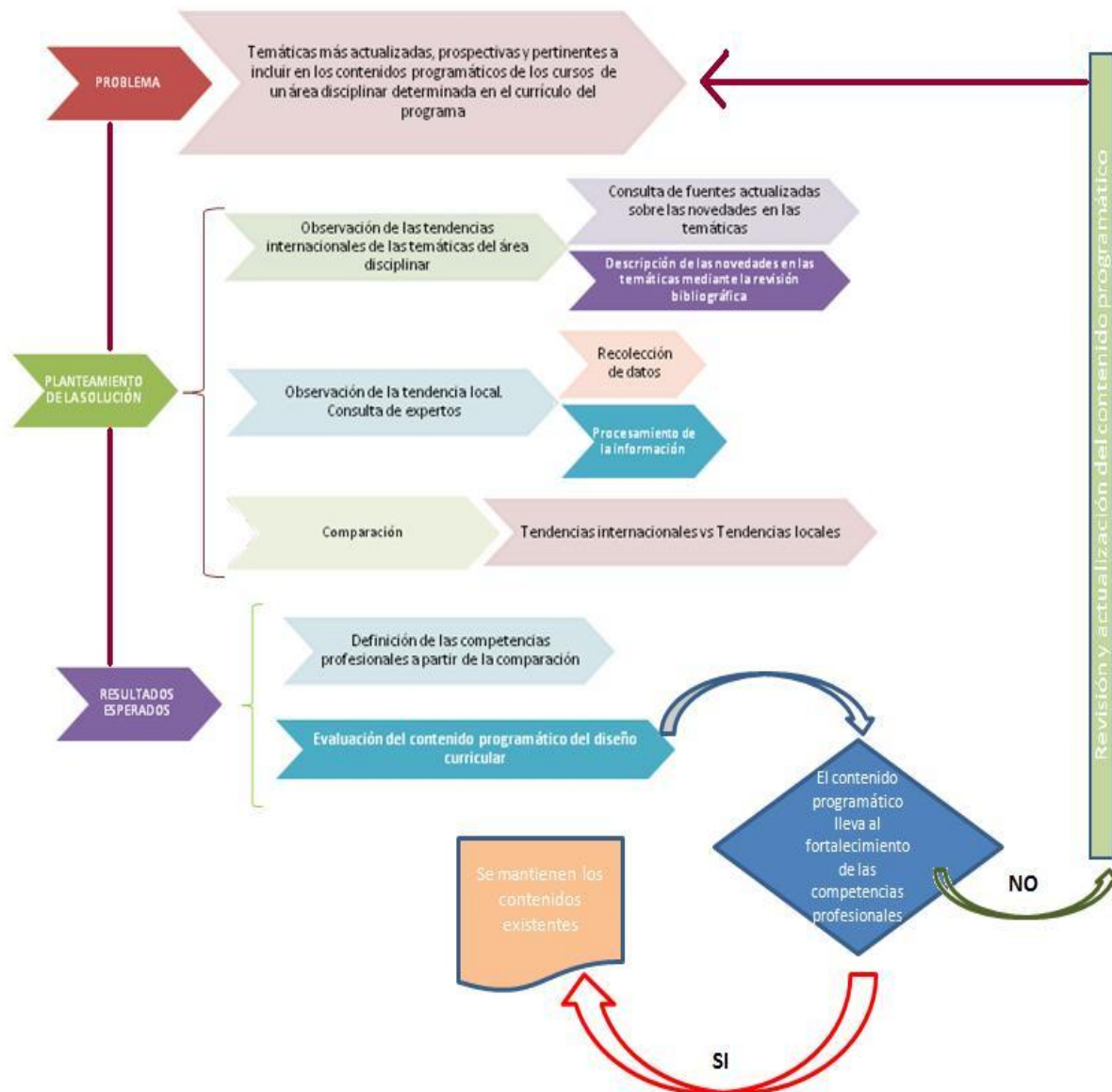


Figura 20. Propuesta de Modelo de Investigación en Procesos Curriculares. Fuente: Elaboración propia.

Es de observar, que las temáticas que se proponen como resultado del estudio son una alternativa para la dirección académica para que estructure el contenido definitivo del área y lo distribuya adecuadamente entre los cursos de pregrado y

de posgrado que actualmente ofrece el programa de ingeniería industrial. Es una configuración inicial que no pretende ser definitiva, puesto que los contenidos son en esencia dinámicos y el modelo propuesto pretende establecer una “vigilancia curricular” que debe ser asumida por el comité curricular del programa. Estos temas y otros, conforme al modelo propuesto, deben ser considerados por el comité curricular para ser incorporados, actualizados o removidos de los contenidos programáticos, sin que esto afecte la estructura espacio-temporal del programa (plan de estudio), ni su secuencia o régimen de prerrequisitos o co-requisitos, lo que hará menos traumáticos los ajustes y cambios al plan de estudios. Dicho de otra forma, la responsabilidad de la construcción de los contenidos pasará de los docentes individualmente considerados, al comité curricular mediante un mecanismo sistemático de vigilancia académica.

En general, considerando que el plan de estudios debe ser flexible, la propuesta para el área de operaciones y logística es una concentración entre 21 y 33 créditos en asignaturas del área, distribuidas entre asignaturas obligatorias y electivas. (Considerando 21 créditos como el mínimo dado que es la actual intensidad del programa de la Universidad del Magdalena y 33 créditos como el máximo que arrojó el estudio). De igual forma, el comité curricular debe decidir los temas que se incluirán en los programas de posgrado (especialización) y el grado de profundidad de la temática, así como los recursos que se deben asignar para el cumplimiento cabal de los cursos: asignación de laboratorios de informática, uso de software especializado, prácticas y visitas académicas, considerando la disponibilidad de recursos del programa y la institución.

Una propuesta para la orientación de las temáticas del área, incluyendo el enfoque del horizonte de planeación estratégica y de la toma de decisiones en las operaciones de manufactura es el siguiente:

ESTRATÉGICO	TÁCTICO				OPERATIVO	CONTROL
Diseño y desarrollo de producto y servicios logísticos	Selección de tecnología de los procesos productivos	Pronósticos	Plan agregado de producción	Análisis de los procesos químicos, de mecanizado y de materiales estructurales		
Diseño de procesos Productivos y logísticos	Diseño de tecnología de los procesos productivos	Planeación y control de inventarios	Diseño del Plan agregado	Planeación de requerimientos de materiales	Plan maestro de producción	
Localización de instalaciones productivas y logísticas	Distribución de instalaciones productivas y logísticas	Mantenimiento De máquinas e instalaciones	Planeación de capacidad	Control diario de actividades		
Planeación del sistema de calidad	Determinación de estándares de calidad	Toma de Decisiones de acuerdo al ciclo PHVA	Control estadístico de calidad	Actividades de Medición		
Sistemas Integrados de Gestión	Modelación matemática y simulación del sistema productivo	Análisis del flujo de procesos logísticos	Compra materias primas	Indicadores logísticos		
Estructura de la cadena de suministro logístico	Selección de tecnología de los procesos logísticos	Logística inversa	Distribución física	Indicadores logísticos		
Sistemas integrados por computador	Sistemas automatizados de manejo y transporte de materiales	Logística inversa	Distribución física	Indicadores logísticos		

Cuadro 14. PROPUESTA DE ORIENTACIÓN DE LAS TEMÁTICAS DEL ÁREA DISCIPLINAR DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA. Fuente: Elaboración propia, Adaptado de *DECISIONES DEL ÁREA DE OPERACIONES. Universidad Industrial de Santander (2010)*

La propuesta de orientación de las temáticas del área disciplinar de operaciones y logística se estructura en cuatro niveles de planeación fundamentales: estratégico, táctico, operativo y control.

El nivel estratégico recoge las temáticas que implican una planeación para el largo plazo (más de un año de ejecución), casi siempre lideradas por la alta dirección y basadas en las necesidades de grandes inversiones de recursos. El nivel táctico implica temáticas para la planeación de mediano plazo (entre seis meses y un año), puesto que soporta las actividades para el nivel estratégico. La propuesta se apoya en los contenidos temáticos para este nivel en procura de llevar a cabo lo planteado en el nivel superior. A su vez, existe un nivel operativo que recoge los fundamentos para actuar en el corto plazo (menos de seis meses). Propone temáticas cuyo contenido hace efectivo lo planeado en los niveles superiores. Finalmente, se propone un nivel para el control de estrategias, tácticas y operaciones, lo cual permite medir la eficiencia de las decisiones tomadas en el proceso productivo.

Estos niveles correlacionan una serie de temáticas generales, las cuales pueden organizarse como asignaturas, tales como: análisis de procesos, diseño y gerencia de los procesos productivos, distribución de plantas, calidad, sistemas integrados de gestión, modelación y simulación, administración de la cadena de suministros y tecnologías de la información.

Cabe anotar, que este esquema es una adaptación de la propuesta Decisiones en el área de operaciones de la Universidad Industrial de Santander (2010), teniendo en cuenta los resultados de la investigación así: se suprimieron las temáticas que no correspondían al área en estudio; luego, se sintetizaron las temáticas de acuerdo con la tendencia previamente analizada y finalmente, se ubicaron en la propuesta (dentro de los ejes originales) las temáticas que resultaron de dichos análisis.

## 10. FORMULACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES

El análisis de las tendencias y la propuesta temática, conforme con el modelo propuesto, marcan la pauta para que la dirección académica del programa (apoyado en el comité curricular) diseñe las competencias profesionales particulares del área disciplinar de operaciones y logística que el ingeniero industrial en formación debe desarrollar en su proceso académico. El currículo del programa debe integrar estas competencias al plan de estudios y asegurar el cumplimiento de los objetivos mediante indicadores académicos. El resultado esperado es un ingeniero industrial egresado capaz de responder a las necesidades del entorno en que se desenvuelva, en cada área profesional específica.

A manera de propuesta se presentan las siguientes competencias generales del área de operaciones y logística, como resultado del análisis de la información generada por el presente estudio y considerando tendencias actuales de la disciplina de la ingeniería industrial:

- El egresado del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Magdalena estará en capacidad de diseñar y planear las operaciones en las organizaciones de bienes y servicios a fin de garantizar la satisfacción total de los clientes, al menor costo posible, con calidad de clase mundial; en un marco estratégico globalizado, atendiendo a las más recientes tendencias de la gerencia estratégica de las operaciones, y a los principios de productividad, competitividad y responsabilidad social y ambiental.
- El egresado del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Magdalena estará en capacidad de programar, ejecutar y controlar eficientemente las operaciones en las organizaciones de bienes y servicios, así como de gestionar, evaluar y adquirir sistemas mecánicos y

automatizados de producción manufacturera para garantizar la fiabilidad de los productos y la productividad y competitividad en las organizaciones, atendiendo a las más recientes herramientas tecnológicas y soportes informáticos de última generación, con un enfoque global y con responsabilidad social y ambiental.

- El egresado del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Magdalena estará en capacidad de apoyar eficientemente el área de operaciones para garantizar el flujo continuo de los recursos con el objeto de lograr la máxima eficiencia en los procesos y alcanzar los objetivos organizacionales, utilizando las más recientes tecnologías informáticas y de soporte logístico, con un enfoque global y con responsabilidad social y ambiental.
- El egresado del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Magdalena estará en capacidad de gestionar el almacenamiento preservación, transporte y alistamiento de materias primas, productos en proceso y productos terminados a fin de lograr la máxima eficiencia en los procesos y alcanzar los objetivos organizacionales, en un mercado globalizado con responsabilidad social y respeto al medio ambiente.
- El egresado del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Magdalena estará en capacidad de diseñar y aplicar sistemas de información logísticos de soporte en todas las áreas de la organización, a fin de lograr una comunicación eficiente cliente-proveedor, que garantice que el producto o servicio llegue satisfactoriamente al cliente, con un enfoque globalizado, atendiendo a las últimas tendencias de la tecnología y con responsabilidad social y ambiental.



## 11. CONCLUSIONES

El área disciplinar de operaciones y logística como eje temático de la ingeniería industrial tiende a responder a una serie de eventos macroeconómicos tales como la competitividad para enfrentar mercados en alto grado de crecimiento (China, entre otros) con productos (bienes y servicios) de gran calidad y precios accesibles, así como la variabilidad de los mercados en términos financieros, productivos y de materias primas y, los avances tecnológicos en las diferentes disciplinas científicas. De este modo, varios estudios proponen una serie de temáticas específicas para abarcar desde diferentes escenarios los retos definidos anteriormente.

Sintetizando las tendencias en diferentes ejes temáticos, la investigación arroja que la enseñanza de la ingeniería industrial en el área de operaciones y logística debe seguir enfocándose hacia el uso de estrategias de administración de operaciones y la logística de la administración de la cadena de suministros, fundamentalmente. No obstante, también resulta importante tener en cuenta el enfoque de la teoría de restricciones y su aplicación mediante el uso de las herramientas de la investigación de operaciones.

Los ejes temáticos del área de operaciones y logística, mostrados por el análisis de la tendencia internacional, y apoyados en la opinión de los expertos consultados se resumen en:

- Teoría de restricciones, cuyo soporte son los métodos cuantitativos de la investigación de operaciones. El propósito es optimizar el uso de los recursos teniendo en cuenta las limitantes del proceso (materia prima, mano de obra y transformación).
- Administración de la cadena de suministros, desde el punto de vista táctico y operativo, y logística con un enfoque estratégico. En este sentido se

proponen la gestión de inventarios y sistemas automatizados para su control, optimización de la cadena de abastecimiento y análisis o estudios de problemas logísticos.

- Almacenamiento y manejo de materiales. Este eje temático, que podría ser incluido dentro de los anteriores, fundamenta su jerarquía en la relevancia que tiene el aprovechamiento lógico del espacio y la conservación y disponibilidad de la materia prima, según las tendencias internacionales.
- Estrategias de administración de operaciones que abarcan: el diseño de sistemas productivos, la planeación de las operaciones, los pronósticos, la planeación y el control de la capacidad, la planeación agregada y el MRP.

La observación de los datos presenta un gran tema relacionado con la metodología del estudio del trabajo, que aunque no se relaciona directamente con el área disciplinar bajo estudio, debe ser tenido en cuenta como fundamento en la formación del ingeniero industrial. Paralelamente, aunque en menor grado de importancia, la investigación propone temáticas como:

- Gestión de la calidad total, encaminada hacia la logística y la construcción de indicadores y sustentada en el control estadístico de procesos.
- Transporte, soportados en el estudio de los sistemas de transporte y su diseño, así como el análisis de las rutas y las propuestas de mejora a los sistemas de ruteo.

A través de este análisis cabe destacar como complemento en la formación académica del ingeniero industrial el uso de herramientas tecnológicas y de sistemas de información que apunten a la solución de problemas de producción y logística, tales como software para simulación y optimización, lenguajes de programación y ERP, sin ceñirse a algún fabricante en específico sino más bien al que brinde la mejor solución para el problema a resolver en el momento indicado.

También puede inferirse que existen ciertos tópicos a los que podría dárseles cabida en otras áreas de estudio de la ingeniería industrial, tales como logística inversa, mantenimiento, diseño y desarrollo de productos, sistemas integrados de gestión y producción más limpia, porque en el área de operaciones y logística, tienden a aparecer aislados y no resultan congruentes con los ejes temáticos indicados anteriormente.

Cabe anotar que de la revisión bibliográfica del marco teórico, se puede inferir que el desarrollo de los temas relativos a la producción o la manufactura es inherente al desarrollo de los temas de calidad y gestión de la calidad, lo cual hace a veces difusa la línea de separación de ambas áreas. De cualquier forma, para el área de calidad o de sistemas de gestión de la calidad, debe hacerse un estudio similar que arroje las tendencias actuales en esos temas.

El estudio propone una serie de filosofías empresariales ajustadas a la producción de bienes y servicios como Justo a Tiempo, Manufactura Esbelta y Seis Sigma, que no pueden enmarcarse dentro de ejes temáticos específicos puesto que se fundamentan en la aplicación integral de los tópicos antes citados. Estos temas son tópicos tanto del área de calidad como del área de operaciones y están íntimamente ligados como dos caras de una misma moneda. Es función del comité curricular la distribución adecuada de los temas y su correcto enfoque para evitar la repetición de contenidos en las distintas asignaturas.

Es destacable la irrupción de nuevos temas como APS (*Advanced Planning Schedulling*), Logística Inversa y sistemas ERP que son considerables para ser incluidos en los contenidos del área. Una forma de incluirlos es mediante asignaturas electivas especializadas.

De otro lado, algunos temas tienden a ser reconsiderados en los contenidos del área como es el caso del análisis del punto de equilibrio y la relación costo-volumen utilidad. Estos temas deben ser reubicados en el área administrativa o en el área de costos. Incluso, en enfoque sencillo de estos conceptos pueden incluirse en el contenido temático de Introducción a la ingeniería Industrial. El tema de diseño y desarrollo de productos también debe ser reubicado, orientado más al área de mercadeo y empresarismo, o como una asignatura electiva.

No deja de sorprender, que a pesar de la tendencia mundial hacia sistemas de producción *Pull*, y hacia producción por lotes y bajo pedido, el tema de pronósticos y gestión de la demanda sigue siendo relevante, con un enfoque netamente estadístico y fuertemente soportado en métodos cuantitativos.

Como conclusión final, las operaciones y logística son actualmente consideradas un arma estratégica y una herramienta competitiva para las organizaciones tanto de manufactura como de servicios y su gestión es una de las principales tareas de la alta dirección de las empresas.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

Abad Arango, Darío; Díaz Puentes, Edgar; Giraldo Gallón, Uriel y otros (2003). LINEAMIENTOS PARA LA ACREDITACIÓN DE PROGRAMAS. Bogotá, Colombia: Sistema Nacional de Acreditación.

Aguilera, Carlos (2000). UN ENFOQUE GERENCIAL DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES. Universidad del Valle. Cali

Alarcón González, Juan Ángel (1999). REINGENIERÍA DE PROCESOS EMPRESARIALES: Teoría y Práctica de la Reingeniería de la empresa a través de su estrategia, sus procesos y sus valores corporativos. Madrid: Fundación Confemetal.

Alonso García, Ángel. (1998). CONCEPTOS DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL. Barcelona, España: Ed. Marcombo S.A.

Alvis Gordo y Sotelo Muñoz (2009). IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS QUE ALTERAN EL RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE EXTRACCIÓN DE MADERA. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS. Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca. Vol. 7. No. 2

Arboleda, John (2009). ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DEL CAMBIO EN IMPLANTACIONES DE SOLUCIONES ERP EN ALGUNAS EMPRESAS DE COLOMBIA Y MÉXICO. Universidad Externado de Colombia. Bogotá.

Argote, Velasco y Paz (2007). ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA OBTENCIÓN DE CARNE DE CUY (CAVIA PORCELLUS) EMPACADA A VACÍO. Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca. Vol. 5. No. 2

Ballesteros Silva, Pedro (2008). ALGUNAS REFLEXIONES PARA APLICAR LA MANUFACTURA ESBELTA EN EMPRESAS COLOMBIANAS. Revista *Scientia et Technica* Año XIV, No 38. Universidad Tecnológica de Pereira

Bastos Boubeta, Ana Isabel (2007). DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA Y COMERCIAL. La logística en la empresa. España: Ideaspropias Editorial.

Bernárdez, Mariano L. (2009). DESEMPEÑO HUMANO. MANUAL DE CONSULTORÍA. Vol. I. Estados Unidos de América: Global Bussines Press. Author House.

Belohlavek, Peter (2006). OEE – OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS, SU ABORDAJE UNICISTA.

Caicedo Solano, Néstor (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. Universidad de los Andes. Bogotá

Casas, Néstor (2005). TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES O LOS CUELLOS DE BOTELLA. Tomado de la revista M&M.

Caso Neira, Alfredo (2006). TÉCNICAS DE MEDICIÓN DEL TARBAJO. Madrid, España: Fundación Comfemetal (FC EDITORIAL).

Castro, Andrés (2006). SEIS SIGMA: LA REVOLUCIÓN EN LOS DATOS Y LA CALIDAD EN LAS EMPRESAS PÚBLICAS Y PRIVADAS. Universidad del Rosario. Bogotá

Chapman, Stephen (2006). PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN. México: Pearson Educación.

Chase, Jacobs y Aquilano (2005). ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIONES PARA UNA VENTAJA COMPETITIVA. México D. F.: McGraw-Hill Interamericana.

Cheng y Podolsky (1996). JUST-IN-TIME MANUFACTURING. An Introduction. Londres: Chapman & Hall.

Course Technology (1999). PRINCIPLES OF INFORMATION SYSTEMS. A MANAGERIAL APPROACH, 4° Ed. América, El Caribe y España: International Thomson Editores, S.A. de C.V.

Cure, Meza y Amaya (2006). LOGÍSTICA INVERSA: UNA HERRAMIENTA DE APOYO A LA COMPETITIVIDAD DE LAS ORGANIZACIONES. Revista Ingeniería y Desarrollo, Número 20. Universidad del Norte. Barranquilla.

Daft, Richard L. (2007). TEORÍA Y DISEÑO ORGANIZACIONAL. México D.F.: Cengage Learning Editores S.A.

Dekker, Fleischmann, Inderfurth y Van Wassenhove (2004). REVERSE LOGISTICS. Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains. Berlín: Springer Verlag.

De la Fuente David; García Nazario; Gómez Alberto; Puente Javier (2006). ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INGENIERÍAS. Oviedo, Asturias: Ediciones de la Universidad de Oviedo.

De Pablos Heredero, Carmen; López J. J.; Agius H.; Martín Santiago; Romero Romo; Medina Salgado S.; Montero Navarro A; Nájera Sánchez J.J. (2006). DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA. Madrid, España: ESIC Editorial.

Diener, Peltz, Lackey, Blake y Vaidyanathan (2004). VALUE RECOVERY FROM THE REVERSE LOGISTICS PIPELINE. Santa Mónica, CA: RAND Corporation.

Gaither y Frazier (2000). ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES. México: International Thomson Editores.

Eljach, Penagos y 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. Revista Ingeniería y Desarrollo, Número 20. Universidad del Norte. Barranquilla.

Fernández Nogales, Ángel (2004). INVESTIGACIÓN Y TÉCNICAS DE MERCADO. Madrid: ESIC EDITORIAL

García, López, Montes y Pousa (2006). CONTENIDOS RELACIONADOS CON LA PROFESIONALIDAD. Temas transversales de las ocupaciones. España: Ideaspropias Editorial.

Giraldo, José (2009). UTILIZACIÓN DE LA TEORÍA DE LA LOGÍSTICA INVERSA, EN EL RECICLAJE, SUBSTITUCIÓN Y RE-USO DE MATERIALES Y LA DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS. Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Gitman, Lawrence J.; McDaniel, Carl (2007). EL FUTURO DE LOS NEGOCIOS. México D.F.: Ed. Cengage Learning.



Gómez Bravo, Oscar (2005). CONTABILIDAD DE COSTOS. Bogotá Colombia. Ed. McGraw Hill.

Gómez, Vilar y Tejero (2003). SEIS SIGMA. Madrid, España: Fundación Confemetal.

González Riesco, Montserrat; GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN: CÓMO PLANIFICAR Y CONTROLAR LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL. España: Ideas Propias Editorial.

González y Yáñez (2007). UNA MIRADA AL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS. Universidad Nacional de Colombia. Medellín

Heizer y Render (2004). PRINCIPIOS DE ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. México: Pearson Educación.

Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar (2003). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. México: Mc Graw Hill.

Horngren, Charles T. (1969). LA CONTABILIDAD DE COSTOS EN LA DIRECCIÓN DE EMPRESAS. México. Fuentes Impresores, S.A. Centeno.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC (2008). NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1486: Documentación. Presentación de Tesis, Trabajos de Grado y Otros Trabajos de Investigación. Bogotá: ICONTEC

Japan Institute of Plant Maintenance (1992). TPM for every operator. Portland: BookCrafters

Juran, Joseph M. y Godfrey. A. Blanton (2001). MANUAL DE CALIDAD DE JURAN, Vol. I. España.: McGraw-Hill Interamericana.

Krajewski, Lee J., Ritzman Larry P. (2000). ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, ESTRATEGIA Y ANÁLISIS. México: Pearson Educación.

Krick, Edward V. (1999). INGENIERÍA DE MÉTODOS, México D.F.: Editorial: LIMUSA,

Lafaurie, Martha (2003). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS ESTRATÉGICAS MÁS CONOCIDAS EN NUESTRO MEDIO EMPRESARIAL. Revista Pensamiento y Gestión de la Universidad del Norte. Barranquilla.

Lyonnet, Patrick (1987). LOS MÉTODOS DE LA CALIDAD TOTAL. París: Ed. Lavoisier.

Manotas y Rivera (2007). MEDICIÓN EN LEAN MANUFACTURING: RELACIONES ENTRE ACTIVIDADES LEAN Y MÉTRICAS LEAN. Revista de Estudios Gerenciales de la Universidad ICESI Vol. 23. No. 105. Cali

Maqueda Lafuente, F. J. (1992). DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Y PLANIFICACIÓN FINANCIERA DE LA PYME. Madrid, España: Ed. Díaz de Santos S.A.

Mera Gamboa, Sofía (2004). DIFERENCIAS Y SIMILITUDES EN LA APLICACIÓN DEL CONCEPTO DE MEJORAMIENTO CONTINUO EN EL SECTOR EMPRESARIAL JAPONÉS Y ESTADOUNIDENSE. Monografía presentada al programa de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá

Meyers, Fred E. (2000). ESTUDIOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA MANUFACTURA ÁGIL. México D.F. Pearson Educación.

Ministerio de Educación Nacional. DECRETO 2566 DE 2003. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Educación Nacional (2007). POLÍTICA PÚBLICA SOBRE EDUCACIÓN SUPERIOR POR CICLOS Y POR COMPETENCIAS. Bogotá, Colombia.

Monroy Alzate, Fernando (2009). PLAN DE MEJORAMIENTO CONTINUO PARA PRODUCTOS RETORNABLES (VIDRIO) LÍNEA DE ENVASADO #1 EN COCA COLA –FEMSA. Pasantía para optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente. Cali

Montoya Restrepo y Correa Morales (2009). CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS EN EL MONITOREO DE LA MORTALIDAD PERINATAL. SUSALUD: Revista de Salud Pública. Medellín

Noori, Hamid, Radford, Russell (1997). ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Y PRODUCCIÓN: CALIDAD TOTAL Y RESPUESTA SENSIBLE RÁPIDA. Bogotá, Colombia: Ed. McGraw Hill.

Paipa G., Luis Alfredo; De Zan, Arturo T.; Parra Moreno, Ciro Hernando (2009). AVANCES EN LOS PROCESOS DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LOS CURRÍCULOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN COLOMBIA. ACOFI: Revista Educación en Ingeniería.

Pande, Neuman y Cavanagh (2000). THE SIX SIGMA WAY. How GE, Motorola and Other Top Companies are Honing Their Performance. Estados Unidos: McGraw-Hill.

Robinson y Ginder (1995). IMPLEMENTING TPM: The North American Experience. Portland: Productivity Press.

Revista Newsweek. Edición especial Diciembre de 2004 – Febrero de 2005

Rojas Soriano, Raúl (1998). GUÍA PARA REALIZAR INVESTIGACIONES SOCIALES. México: Plaza y Valdés Editores

Sarache y Tovar (2000). JUSTO A TIEMPO Y MANUFACTURA MODULAR: UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD EN PLANTAS DE CONFECCIONES. Revista Universidad EAFIT. Medellín

Serrano y 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. CASO: UPR LTDA. Tesis de grado de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá

Stamatis, D.H. (1997). TQM engineering handbook. Nueva York: Marcel Dekker, Inc.

Suárez, Tamayo, Mejía y Pérez (2009). MERCADO DE PERECEDEROS: CALIDAD TOTAL, HERRAMIENTA ESTRATÉGICA PARA LA PERMANENCIA EN CALDAS. Vector, Volumen 4.

Tompkins, White, Bozer y Tanchoco (2006). PLANEACIÓN DE INSTALACIONES. México: International Thomson Editores.

Töpfer, Armin (2004). SIX SIGMA. Konzeption und Erfolgsbeispiele Für Praktizierte Null-Fehler-Qualität. Berlín, Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Tovar y Estrada (2008). PROPUESTA DE REDISEÑO DE PROCESOS PARA LA ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA ERP EN LA EMPRESA METALMECÁNICA ARCOS LTDA. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Universidad de Antioquia (2006). DOCUMENTO RECTOR: TRANSFORMACIÓN CURRICULAR DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL. Medellín, Colombia.

Universidad del Atlántico (2003). DOCUMENTO CURRICULAR PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL. Barranquilla, Colombia.

Universidad Industrial de Santander (2010). DECISIONES DEL ÁREA DE OPERACIONES. Presentación en diapositivas.

Ustate Pacheco, Elkin (2007). ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA METALES Y DERIVADOS S. A. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial de la Universidad Nacional de Colombia. Medellín

Vargas, Jairo (2008). SIX SIGMA. UNA ESTRATEGIA EMPRESARIAL QUE ESTÁ REVOLUCIONANDO AL MUNDO. Fundación Universitaria Konrad Lorenz.

Varo, Jaime (1994). GESTIÓN ESTRATÉGICA DE LA CALIDAD EN LOS SERVICIOS SANITARIOS: Un modelo de gestión hospitalaria. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A.

Vasco Restrepo, Luisa (2007). EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO TOTAL COMO UNA HERRAMIENTA DE ACERCAMIENTO HACIA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN COLCERÁMICA S. A. Revista Producción + Limpia. Vol. 2. No. 1

Vilar Barrio, José Francisco (2005). CONTROL ESTADÍSTICO DE LOS PROCESOS (SPC). Madrid: Fundación Confemetal.

Velbedere y Grando (2005). IMPLEMENTING A PULL SYSTEM IN BATCH/MIX PROCESS INDUSTRY THROUGH THEORY OF CONSTRAINTS: A case-study. Tomado de HUMAN SYSTEMS MANAGEMENT Vol. 24.

Yazici y Şentürk (2001). STATISTICAL PROCESS CONTROL AND AN APPLICATION. Creta, Grecia: New Techniques and Technologies for Statistics Exchange of Technology and Knowhow.

### 13. WEBGRAFÍA

*ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY.*

<http://www.abet.org>

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Runway/7048/ingenieria/ingindustriak1.htm>

Delgado Palomino, Jorge Antonio. SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN - ISO 9000- ISO 14000-OHSAS 18000. Universidad Nacional de San Agustín.

<http://www.monografias.com/trabajos38/sistemas-integrados-gestion/sistemas-integrados-gestion2.shtml#sisteminteg>

SERVISA. Servicios de Seguridad e Higiene Industrial. Breve Historia de la Seguridad Industrial. <http://www.servisa-sa.com/destacamos/breve-historia-de-la-seguridad-industrial-5.html>





**METODOLOGÍAS DIDÁCTICAS UTILIZADAS:**

- 1.-ESTUDIO DE CASOS:  FRECUENCIA:  (% DEL TOTAL DE SESIONES)
- 2.-CLASE MAGISTRAL:  FRECUENCIA:  (% DEL TOTAL DE SESIONES)
- 3.-EXPOSICIONES:  FRECUENCIA:  (% DEL TOTAL DE SESIONES)
- 4.-TALLERES EN CLASE:  FRECUENCIA:  (% DEL TOTAL DE SESIONES)
- 5.-TALLERES EN SALA DE INFORMÁTICA:  FRECUENCIA:  (% DEL TOTAL DE SESIONES)
- 6.- OTRAS ACTIVIDADES DE APOYO: \_\_\_\_\_

**TEMAS MÁS RELEVANTES INCLUIDOS EN EL CONTENIDO PROGRAMÁTICO DE SUS ASIGNATURAS:**

- |           |            |
|-----------|------------|
| 1.- _____ | 6.- _____  |
| 2.- _____ | 7.- _____  |
| 3.- _____ | 8.- _____  |
| 4.- _____ | 9.- _____  |
| 5.- _____ | 10.- _____ |
|           | 11.- _____ |

**EN SU CONCEPTO, QUE TEMAS NO INCLUIDOS ACTUALMENTE, CON IMPACTO PROYECTADO EN LA DISCIPLINA EN LOS PROXIMOS 5 AÑOS; SE DEBEN**

**INCLUIR EN LOS CURSOS DE PRODUCCION Y LOGISTICA QUE UD. DIRIGE**

**EN PREGRADO:**

1.- \_\_\_\_\_

2.- \_\_\_\_\_

3.- \_\_\_\_\_

4.- \_\_\_\_\_

5.- \_\_\_\_\_

6.- \_\_\_\_\_

**EN POSGRADO:**

1.- \_\_\_\_\_

2.- \_\_\_\_\_

3.- \_\_\_\_\_

4.- \_\_\_\_\_

5.- \_\_\_\_\_

6.- \_\_\_\_\_

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**CITE LOS TRES AUTORES MAS UTILIZADOS POR UD. EN SU PRÁCTICA ACADEMICA**

1.- AUTOR(ES): \_\_\_\_\_ TITULO: \_\_\_\_\_

2.- AUTOR (ES): \_\_\_\_\_ TITULO: \_\_\_\_\_

3.- AUTOR (ES): \_\_\_\_\_ TITULO: \_\_\_\_\_

**REFERENCIAS INFORMÁTICAS:**

**CITE LOS *SOFTWARE* MAS UTILIZADO POR UD. EN SU PRÁCTICA ACADÉMICA:**

1.-NOMBRE: \_\_\_\_\_  % UTILIZACIÓN

2.-NOMBRE: \_\_\_\_\_  %UTILIZACIÓN

3.- NOMBRE: \_\_\_\_\_  % UTILIZACIÓN

4.-NOMBRE: \_\_\_\_\_  %UTILIZACIÓN

**REFERENCIAS DE INTERNET:**

**CITE LOS SITIOS WEB A VISITAR RECOMENDADOS POR UD. EN SU PRÁCTICA ACADÉMICA:**

1.-URL: \_\_\_\_\_ 2.-URL: \_\_\_\_\_

3.-URL: \_\_\_\_\_

**PERTENECE (O DIRIGE) UD. A ALGÚN GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE SU UNIVERSIDAD?**

SI  NO  NOMBRE DEL GRUPO: \_\_\_\_\_

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: \_\_\_\_\_

**REALIZA UD. ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, OPERACIONES Y LOGÍSTICA?**

CURSOS LIBRES:

TEMAS: \_\_\_\_\_

DIPLOMADOS:

TEMAS: \_\_\_\_\_

CONSULTORÍAS:

TEMAS: \_\_\_\_\_

ASESORÍAS:

TEMAS: \_\_\_\_\_

**Muchas Gracias por su valiosa colaboración!**