

Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo
Departamento de Ingeniería Industrial

**Tesis presentada en opción al título de
Ingeniero Industrial**

**Confección del capítulo “Localización de
instalaciones” para el libro de texto de
Distribución en Planta**

Autora: Diannis Leanet Fuentes Céspedes

Tutora: MSc. Lidia María Pérez Vallejo

Holguín 2016



Pensamiento

“Nunca pensé que podría ser tan fuerte (...) pero nunca sabes lo fuerte que eres, hasta que ser fuerte es tu única opción”

Kelly Clarkson

Agradecimientos

A mi madre, que ya no se encuentra conmigo pero hizo de mí la persona que soy hoy y ha sido mi principal impulso a cumplir mis sueños, darte la gracias abarca poco de todo lo que te diría

A mi abuela por ser tan especial y adoptarme como hija, sin tu ayuda y comprensión no hubiera podido llegar donde estoy

A mi abuelo y a mi tío por su inmenso cariño, la vida cuando estaban era muy diferente

A mis tías por brindarme su apoyo incondicional, ser mis madres, mis amigas, mis confidentes y mis desestresantes cuando lo necesito

A mi hermanito que me da la fortaleza para seguir adelante

A mi primo por ser mi protector

A mis primas por ser mis hermanas

A mi pequeña sobri y al que viene en camino por darme alegrías

Al Ale, las palabras no me alcanzan para agradecerte todo lo que has hecho por mí, llegar hasta aquí gran parte te lo debo a ti. Gracias

A la Rosme por tantas veces levantarme del suelo y darme ánimos para continuar, en el trascurso de esta etapa, tu amistad es lo mejor que me ha pasado. Muchas gracias Tata

A mis amigas de equipo por ayudarme en tantas ocasiones y aguantar mis frecuentes cambios de humor, por ustedes este camino fue más fácil

A mi tutora por el tiempo dedicado

Al profesor Nápoles por sus consejos para la vida y por ser más que un profesor, un amigo

Al profesor Pedro por ayudarme con este trabajo y siempre tener un sí como respuesta para mí

A todos los profesores que formaron parte de mi desarrollo profesional

A todas aquellas personas que me ayudaron sin esperar nada a cambio, aquellas que tuvieron tiempo para hacerme compañía, esos amigos que me hicieron partícipe de sus historias y secretos, a todos les estaré eternamente agradecida.



Dedicatoria

Quiero dedicar este logro a todos los que me han guiado y ayudado a llegar hasta aquí, en especial:

A mi madre, que para mí solo está ausente físicamente y no paro de extrañar

A toda mi familia que hoy está conmigo y la que no está

A mi hermanito para que siga mi ejemplo

A las personas que me ayudaron a seguir adelante.



RESUMEN

Una de las principales características de la universidad cubana como institución social es la formación de profesionales integrales, dotados de los conocimientos necesarios y capaces de dar respuesta a las necesidades de la sociedad. Con el cursar de los años se han realizado profundas transformaciones en sus concepciones académicas con el propósito de impartir Planes de estudio acordes a los cambios del entorno y a las tendencias actuales en que se vive. Una tarea constante en todo centro de estudios es incidir en la capacitación y autoaprendizaje de educadores y educandos, por lo que es importante contar con bibliografías básicas y complementarias para las asignaturas impartidas en cada carrera, las cuales actúen como soporte del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La carrera Ingeniería Industrial presenta una situación desfavorable con respecto a una de las asignaturas que se imparten en ella, debido a la carencia de un libro de texto básico en la asignatura Distribución en Planta que integre el tema “Localización de instalaciones”, lo que constituye el problema profesional a resolver. En correspondencia con lo antes expuesto, la presente investigación tiene como objetivo fundamental desarrollar el capítulo “Localización de instalaciones” para formar parte del libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta. Para su cumplimiento se emplearon diferentes métodos de investigación tanto teóricos como empíricos, entre los cuales se encuentran: análisis-síntesis, histórico-lógico, inducción-deducción, sistémico-estructural, revisión de la literatura especializada de la carrera y de literatura pedagógica, entrevistas informales, encuestas, observación directa, tormenta de ideas y el método de expertos.

Se abordan los aspectos teóricos fundamentales sobre la “Localización de instalaciones”, se exponen sus características y particularidades; se analiza fundamentalmente sobre los métodos más utilizados tanto para empresas de producción como de servicio, los cuales se explican a través de una serie de ejercicios resueltos y propuestos que servirán de guía y ejercitación a los estudiantes y profesionales interesados en el tema. Finalmente se valida el estado de pertinencia de la estructura y redacción del capítulo, a través del criterio de expertos y se comprueba que el análisis es factible.

ABSTRACT

One of the main features of the Cuban university as a social institution is the formation of integral professionals, equipped with the necessary knowledge and able to respond to the needs of society. With coursing the years there have been profound changes in their academic concepts with the purpose of imparting studies plans in line with the changing environment and current trends in which we live. A constant task in all study center is to influence the training and self-learning of teachers and students, so it is important to have basic and supplementary bibliographies for subjects taught in each race, which act as the teaching-learning process support.

The career Industrial Engineering presents an unfavorable situation with respect to one of the subjects taught in her, due to the lack of a basic textbook in the subject Plant Layout that integrate the theme "Location of facilities", which is the professional problem to solve. In correspondence with the before exposed, the present investigation was carried out with the fundamental objective of to develop the chapter "Location of facilities" to be part of the basic textbook of the subject Plant Layout. For their execution different investigation methods were used so much theoretical as empiric, among which are: analysis-synthesis, historical-logical, induction-deduction, systemic-structural, revision of the specialized literature of the career and of pedagogic literature, informal interviews, surveys, direct observation, storm of ideas and the method of experts.

The basic theoretical aspects of the "Location of facilities" are covered, their characteristics and peculiarities are exposed; It is mainly analyzed about the companies used for both production and service methods which are explained through a number of solved and proposed exercises, which will guide and exercise to students and professionals interested in the subject. Finally, the state of relevance of the structure and wording of the chapter is validated through expert judgment and found that the analysis is feasible.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL SOBRE EL SISTEMA DE MEDIOS DE ENSEÑANZA Y EL LIBRO DE TEXTO	6
1.1 El sistema de medios de enseñanza dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior.....	6
1.2 El libro de texto como parte del sistema de medios de enseñanza	12
1.3 El libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta en la carrera Ingeniería Industrial.....	20
CAPÍTULO II. LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES	27
2.1 Decisiones de localización	28
2.2 Estrategias de localización.....	31
2.3 Problemas de localización de instalaciones.....	33
2.4 Procedimientos de localización	34
2.5 Factores que afectan la localización	37
2.6 Métodos de Localización.....	38
2.6.1 Métodos cualitativos para la localización.....	40
2.6.2 Métodos cuantitativos para la localización	42
2.7 Validación de la bibliografía propuesta y valoración social	52
CONCLUSIONES.....	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA.....	56

INTRODUCCIÓN

La educación constituye una de las conquistas supremas de la Revolución Cubana, que pretende siempre preparar la futura fuerza calificada capaz de mantener los logros alcanzados. La enseñanza superior en los últimos años ha obtenido resultados satisfactorios en el desarrollo de los jóvenes profesionales, que son ejemplo del legado de otros hombres que en su tiempo combinaron valientemente Revolución con aprendizaje. Como expresara en el Congreso Internacional de Pedagogía 2011, el entonces Ministro de Educación Superior: “La educación de las próximas generaciones debe ser de mayor calidad, por ende debemos esforzarnos en optimizar los recursos y hacer una gestión universitaria de mayor calidad y eficiencia”(Díaz-Canel, 2011).

En la universidad cubana actual una característica que la define como institución social es la preparación integral, que expresa la pretensión de centrar el trabajo de las universidades en la formación de valores en los profesionales de forma más plena, dotándolos de cualidades de alto significado humano, capaces de comprender la necesidad de poner sus conocimientos al servicio de la sociedad, en lugar de utilizarlos solo para su beneficio personal.

La formación de los profesionales de nivel superior es el proceso que, de modo consciente y sobre bases científicas, se desarrolla en las instituciones de educación superior para garantizar la preparación integral de los estudiantes universitarios, que se concreta en una sólida formación científico técnica, humanística y de altos valores ideológicos, políticos, éticos y estéticos, con el fin de lograr profesionales revolucionarios, cultos, competentes, independientes y creadores, para que puedan desempeñarse exitosamente en los diversos sectores de la economía y de la sociedad en general (Resolución 210/2007).

Para lograr lo antes expuesto debe existir un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje, el cual no es una “suma mecánica” de la acción de enseñar por parte del maestro, y la de aprender por parte de los alumnos, sino un fenómeno integral y nuevo desde el punto de vista cualitativo. Este asegura el cumplimiento de las tareas de la instrucción en la escuela socialista y refleja la unión orgánica del proceso donde se produce la acumulación de conocimientos, el perfeccionamiento de la cultura, la

educación y el desarrollo de los alumnos. Es un sistema de comunicación que de manera intencional se produce en un marco institucional donde se generan estrategias encaminadas a provocar el aprendizaje.

Uno de los componentes fundamentales del proceso de enseñanza-aprendizaje son los medios de enseñanza, los cuales contribuyen a la formación armónica del individuo, posibilitan el cumplimiento de los objetivos a gran escala, y permiten que el educando se apropie de los conocimientos, hábitos y habilidades.

Como herramienta metodológica para lograr un recurso humano competitivo en la educación superior cubana, existe un sistema de planes de estudio que con el transcurso de los años se modifican para adaptarse a las nuevas exigencias del entorno y formar un egresado que garantice un mejor control de los procesos y aumente el desempeño laboral. Así lo exigen los lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, fundamentalmente los lineamientos 1, 4, 7, 12, 20, 23, 41, 69, 70 y 72 donde se manifiesta la importancia de que las organizaciones sean eficientes, eficaces y competitivas, para lo cual se necesitan trabajadores que posean estas características.

Al Ingeniero Industrial como gestor de procesos de cambio, se le proporcionan los métodos y herramientas necesarios para lograr una eficiente gestión en los diferentes procesos de una organización. Para adquirir todos estos conocimientos cuenta con 18 disciplinas en su currículo base, dentro de ellas se encuentra Gestión de Procesos y Cadenas de Suministro, que está compuesta por cinco asignaturas básicas, dos propias y tres optativas que tributan a los objetivos instructivos y educativos de cada curso escolar. La asignatura Distribución en Planta pertenece a esta disciplina y actualmente se imparte en el último año académico del curso regular diurno y curso por encuentro, como asignatura integradora de los conocimientos y habilidades adquiridos en las materias propias del ejercicio de la profesión.

Esta asignatura ha transitado por muchos cambios desde su creación, estuvo presente en los inicios de los planes de estudio de Ingeniería Industrial hasta el Plan de estudio "B", entonces tenía el nombre de: Proyecto de Fábrica, luego se ausentó en los dos planes de estudio que le precedieron, y se incorporó nuevamente en el Plan de estudio

“D” en el año 2007, con el actual nombre. Esta brecha que ha existido a través de los planes de estudios originó que los especialistas enfocados en esta área, orientaran sus estudios hacia otras materias, lo que trajo como consecuencia para la carrera que a nivel nacional no cuenta con un libro de texto que integre el sistema de conocimientos que se imparten en ella.

La necesidad que la asignatura cuente con libro de texto básico resulta pertinente porque responde a las exigencias de los educandos de la carrera, y a las demandas científicas del resto de los profesionales afines a la misma, debido a que la bibliografía especializada resulta dispersa, escasa, tiene poca actualidad y carece de todo el bagaje de información científica propio de la asignatura, lo cual dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje tanto para docentes como estudiantes. El folleto de ejercicios de la asignatura presenta errores y no contiene ejercicios propuestos y resueltos por cada método que se utiliza en los diferentes temas, situación que genera que los estudiantes no consoliden lo aprendido con mayor profundidad. Esta realidad provoca que las conferencias carezcan de dinamismo y resulten tediosas por la cantidad de contenido a tratar y la extensa toma de notas de los estudiantes, además de obstaculizar el estudio y el trabajo independiente.

Lo expuesto anteriormente constituye la **situación problemática** que originó la presente investigación y que deriva un **problema profesional** a resolver que se manifiesta en la carencia de un libro de texto básico en la asignatura Distribución en Planta que integre el tema “Localización de instalaciones”.

El **objeto de investigación** lo constituye el sistema de medios de enseñanza y el **objetivo general**: desarrollar el capítulo “Localización de instalaciones” para formar parte del libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta.

Para dar cumplimiento al objetivo general de la investigación se proponen los **objetivos específicos** siguientes:

1. Elaborar el marco teórico referencial de la investigación a partir del análisis del sistema de medios de enseñanza como componente del proceso de enseñanza-aprendizaje y el libro de texto como parte de este.

2. Confeccionar el capítulo “Localización de instalaciones” para formar parte del libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta.

El **campo de acción** es el libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta enmarcado en la localización de instalaciones.

Para contribuir a la solución del problema planteado se formuló la **idea a defender** siguiente: la confección del capítulo “Localización de instalaciones” como parte del libro de texto básico de Distribución en Planta contribuye a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura.

En el desarrollo de la investigación se utilizan diferentes métodos teóricos y empíricos asociados a este tipo de investigación, entre los que se encuentran:

Métodos teóricos:

- **Análisis y síntesis:** en el procesamiento de la información teórica, para desarrollar el análisis del objeto de estudio y campo de acción, y en la elaboración de las conclusiones
- **Histórico – lógico:** para el análisis de los antecedentes y evolución de la carrera y la asignatura a través de los planes de estudio
- **Inducción-deducción:** útil para determinar la relación del sistema de medios de enseñanza con el libro de texto como medio esencial del mismo y su utilización en la asignatura Distribución en Planta
- **Sistémico estructural:** para desarrollar el análisis del objeto de estudio y el campo de acción a través de su descomposición en los elementos que lo integran.

Métodos empíricos:

- Revisión de la literatura especializada de la carrera y de la literatura pedagógica, entrevistas informales, encuestas, observación directa y la tormenta de ideas para el análisis de la información
- El método de criterio de expertos para determinar el estado de pertinencia de la estructura y redacción de cada capítulo.

Para su presentación este trabajo de diploma se estructura, en lo delante, del Capítulo I que contiene el marco teórico referencial de la investigación sobre el sistema de medios de enseñanza y el libro de texto; el Capítulo II donde se confecciona el capítulo

“Localización de instalaciones” para el libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta; además de las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, la bibliografía consultada y un grupo de anexos de necesaria inclusión como complemento de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL SOBRE EL SISTEMA DE MEDIOS DE ENSEÑANZA Y EL LIBRO DE TEXTO

En este capítulo se presentan los referentes teóricos que sustentan los fundamentos de la investigación. Se comienza con el proceso de enseñanza-aprendizaje donde se analiza uno de sus componentes: los medios de enseñanza y dentro de estos el libro de texto como medio fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y se especifica sobre el libro de texto de la asignatura Distribución en Planta en la carrera Ingeniería Industrial. En la figura 1.1 se muestra el Marco Teórico Referencial.

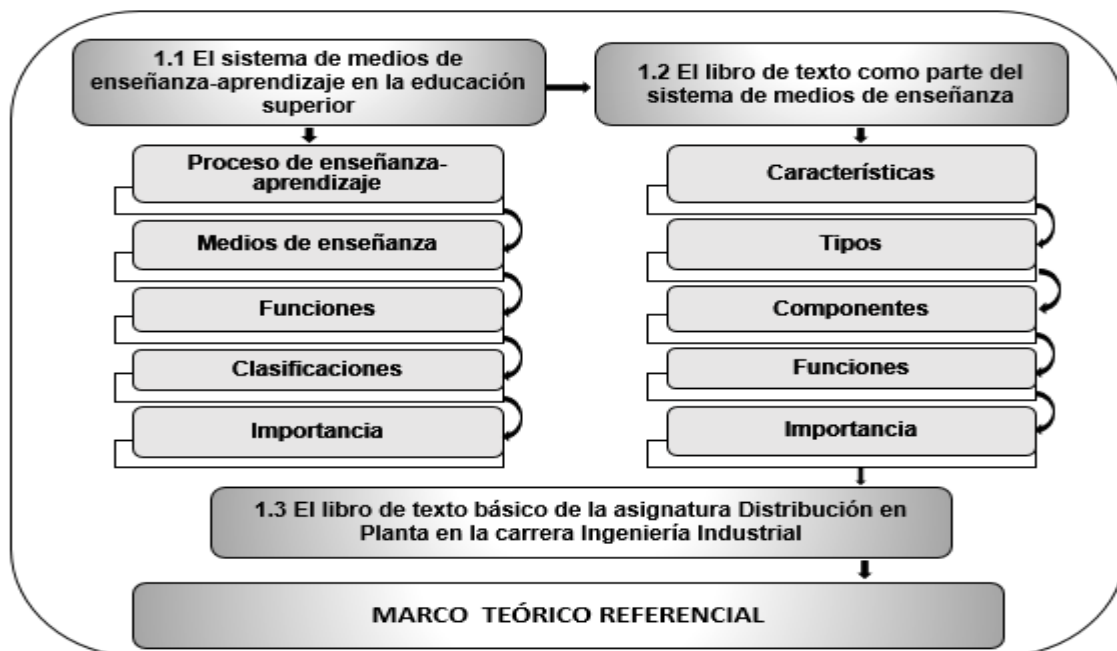


Figura 1.1 Marco Teórico Referencial

1.1 El sistema de medios de enseñanza dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior

La universidad cubana actual es una institución científica, tecnológica y humanista debido a que se convierte en un centro de investigación científica donde profesores y estudiantes vinculan tareas de este tipo a su quehacer cotidiano. Una importante característica que la define como institución social es la preparación integral, que expresa la pretensión de centrar su quehacer en la formación de valores en los profesionales de forma más plena, además del perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA).

El PEA constituye la vía mediatizadora esencial para la apropiación de conocimientos, habilidades y valores legados por la humanidad, que se expresan en el contenido de enseñanza, en estrecho vínculo con el resto de las actividades docentes y extradocentes que realizan los estudiantes. Es un proceso intencional y planificado donde se desarrollan actividades que se justifican por su valor para alcanzar los fines deseados.

En la figura 1.2 se muestra la relación de sus componentes con el propósito de darle un carácter más personalógico, y respetar así la dimensión humana de dicho proceso.



Figura 1.2 Relación de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje. Fuente: Ginoris Quesada (2009)

Con respecto a sus componentes, Fernández (2004) plantea: los objetivos son los propósitos y aspiraciones que durante el proceso se van conformando en el modo de pensar, sentir y actuar del educando; el contenido es aquella parte de la cultura y experiencia social que debe ser adquirida por los estudiantes y se encuentra en dependencia de los objetivos propuestos; el método es el elemento director del proceso, responde a ¿cómo desarrollar el proceso?, ¿cómo enseñar?, ¿cómo aprender?, representa el sistema de acciones de profesores y estudiantes, como vías y modos de organizar la actividad cognoscitiva de los estudiantes o como reguladores de

la actividad interrelacionada de profesores y estudiantes, dirigidas al logro de los objetivos; el medio es el componente que establece una relación de coordinación muy directa con los métodos, representando el “con qué” desarrollar el proceso; la forma de organización refleja las relaciones entre profesor y estudiantes en la dimensión espacial y temporal del proceso y la evaluación responde a la pregunta ¿en qué medida? han sido cumplidos los objetivos del PEA.

Los medios de enseñanza (ME) cumplen un rol fundamental como facilitadores del proceso de enseñanza-aprendizaje, al relacionarse entre ellos forman un sistema que puede contribuir más rápidamente al logro de un resultado esperado. La presente investigación centra el estudio solo en el componente medio de enseñanza, pero visto como sistema de medios de enseñanza (SME).

El SME es aquella combinación de medios de enseñanza y aprendizaje (MEA) técnico o no, cuya integración sea la que produzca un resultado superior a la aplicación aislada o a las combinaciones parciales de sus componentes. Es de la relación entre ellos en la que cada uno se enriquece a sí mismo y acentúa la acción de los demás (González Castro, 1986).

Es importante destacar que son escasas las concepciones que existen al analizar los ME como un sistema, debido a que se hace alusión a ellos de forma aislada y no visto como un todo. Según Pérez Campaña (2008) varios teóricos de la materia como Maynard, 1968; Koontz, 1973; Omarov, 1979; Carnota Lauzán, 1987; Uriegas Torres, 1987 y Hicks, 1989 abordan el concepto de sistema.

Hernández Cotón (1982) plantea: “conjunto de objetos, fenómenos y relaciones, cuya interrelación producirá la aparición de nuevas cualidades no inherentes a los componentes aislados que constituyen el sistema. El sistema posee nuevas cualidades no implícitas en los componentes que lo forman”.

Cuervo (1994) precisa que: “un sistema está constituido por una serie de dos o más elementos de cualquier clase (conceptos, ideas, objetos, personas), cumpliéndose que cada parte influye sobre el todo pero de forma aislada respecto a los demás componentes del sistema. Además, cada posible subsistema tiene las mismas propiedades que el sistema que lo contiene”.

Luego de analizar las definiciones anteriores se puede concluir que: un SME es la combinación de ME que relacionados entre sí, forman un conjunto que tiene mayores cualidades que cada elemento por separado, lo que facilita el PEA y contribuye a que se alcance más rápidamente el resultado esperado.

El enfoque sistémico en los ME tiene el propósito de reducir al mínimo las dificultades del aprendizaje y los errores que pueden cometerse, para de esta manera elevar la productividad de profesores y estudiantes. Su correcta integración constituye un elemento fundamental para que la enseñanza conduzca al desarrollo de los estudiantes.

Sandiford Rodríguez (2011) plantea que algunos autores como Rossi y Biddle, 1970; Klimberg, 1978; Edling y Paulson, 1986; González, 1993; Aguayo, 1994; Fuentes, 2003; SYR, 1999; Concepción y Rodríguez, 2006; conciben al medio como un elemento mediador entre el profesor y el alumno.

Otros estudiosos del tema abordan las siguientes definiciones: Mattos (1973) los denomina medios auxiliares, en función de que deben impresionar aquellos sentidos, que según él, contribuyen más al aprendizaje (ojos y oídos), por lo que otorga el mayor valor a los medios visuales, tales como láminas, murales, pizarrón y las proyecciones luminosas. (Colom, 1988): “Podemos considerar los medios educativos como aquellos elementos materiales cuya función estriba en facilitar la comunicación que se establece entre educadores y educandos”.

Colectivo de autores, (1966), refiere que los ME son las “condiciones materiales que hacen posible para los maestros y alumnos un trabajo de enseñanza exitoso (...), son medios auxiliares de la escuela con funciones didácticas específicas”.

Gimeneo (1981) plantea: “material didáctico de todo tipo, desde el gráfico o maqueta más elemental, hasta los medios audiovisuales más sofisticados, hasta la última generación de cerebros electrónicos al servicio de la enseñanza”.

Los autores mencionados presentan los ME como materiales, recursos o instrumentos fundamentales para la transmisión y apropiación de conocimientos, pero los desvinculan de su relación con las categorías didácticas y no reconocen de manera explícita su utilización por el docente.

Colectivo de autores, (1984) señala que “los medios son los componentes del PEA que sirven de sostén material a los métodos (...), están determinados, en primer lugar, por el objetivo y el contenido, los que se convierten en criterios decisivos para su selección y empleo (...), constituyen distintas imágenes y representaciones (...), abarcan objetos materiales e industriales (...), los cuales contienen información y se utilizan como fuente de conocimiento, (...) contribuyen a que la enseñanza sea activa”.

“Según se desarrolle la tecnología de la enseñanza y el enfoque de sistema para lograr los objetivos de la enseñanza; los medios audiovisuales dejarán de ser medios auxiliares para el enriquecimiento de la exposición del maestro (...) y se convertirán en subsistemas cuidadosamente planificados y organizados, atendiendo a los objetivos del proceso de aprendizaje”(Torres, 1974).

Las citas anteriores acercan aún más, la función de los ME en su concepción como categoría didáctica que depende de los objetivos y el contenido de enseñanza, es decir, que estos se deben planificar por el docente, en función de lo que él y sus estudiantes se propongan alcanzar en la clase y no simplemente como apoyo externo a dicho proceso.

Los medios deben considerarse en función de lo que hace el docente (enseñanza) y en su importante lugar en el aprendizaje de los estudiantes. Cumplen funciones instructivas, cibernéticas, formativas, recreativas, motivadora-innovadora-creadora, lúdica-recreativa y desarrolladora-control, ya que su uso de manera científica favorece el desarrollo de la personalidad de los estudiantes (Ginoris Quesada, 2009). En la tabla 1.1 se muestran las funciones de los medios de enseñanza y aprendizaje.

Tabla 1.1 Funciones de los medios de enseñanza y aprendizaje. Fuente: Elaboración propia a partir de Ginoris Quesada, 2009

Funciones	Descripción
Instructiva	Promueven la apropiación de los conocimientos y el desarrollo de habilidades. Permiten estudiar los objetos, fenómenos o procesos de la manera más objetiva posible
Cibernética	Influyen en el estudiante y este llega a ofrecer respuestas, las que provocan un cierto mecanismo de reflejo, que contribuye a regular el proceso de enseñanza-aprendizaje, al permitir conocer las preferencias del estudiante, sus motivaciones o maneras de actuar

Funciones	Descripción
Formativa	Influyen en la educación del estudiante, en la formación de sus convicciones y valores, a la vez que favorecen la elevación de su cultura e instrucción, enriqueciendo su visión del mundo y de sí mismo
Lúdica-Recreativa	Favorecen la distracción y el entretenimiento, a la par que se instruye y se educa. Permiten cambios de actividad y en determinados tipos, un descanso físico y mental. En la educación básica favorecen la utilización de juegos
Desarrolladora-Control	Favorecen el desarrollo integral de la personalidad del estudiante. Propician el control, autocontrol y valoración del aprendizaje
Motivadora-Innovadora-Creadora	Correctamente utilizados son poderosos elementos que motivan al estudiante a aprender, lo entusiasman por apropiarse del contenido y crean intereses e inclinaciones

El empleo de cada ME ha de dar respuesta a todos los objetivos planteados. La tipología que existe permite clasificar, seleccionar e incluir los recursos que pueden ser utilizados por los profesores en sus diseños formativos. Varios autores plantean diferentes clasificaciones de los mismos como Cubero Allende (1976); Llerena Cabrera (1983); Klingberg (1978), cada uno establece la categorización o agrupamiento que más se ajusta a sus posiciones de partida o a sus puntos de referencia; una de las más amplias según la función que realiza en el PEA se expone en el libro de Pedagogía (Autores, 1984), esta se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1.2 Clasificación de los medios de enseñanza y aprendizaje. Fuente: Ginoris Quesada (2009)

Clasificación	Ejemplos
Medios para la transmisión y apropiación de la información	Películas, videos, software educativos, grabaciones, libro de textos, manuales, enciclopedias y otras fuentes bibliográficas, objetos naturales y/o conservados, medios planos y tridimensionales
Medios para la experimentación por el estudiante	Máquinas herramientas, instrumentos de laboratorio, computadoras, cámaras fotográficas, videos, grabadoras de sonido
Medios para el entrenamiento	Equipos y programas computarizados, simuladores que requieren habilidades manipulativas
Medios para el control del enseñar y aprender	Incluye desde las variantes de pruebas impresas, hasta el uso de programas de computación para evaluar

Los ME constituyen un auxiliar indispensable para el desarrollo del PEA, pues ellos permiten llevar al estudiante los conceptos y definiciones de forma más objetiva, juegan un papel importante como facilitadores de comunicación, aprendizaje individual y

grupal, especialmente los que forman parte de la nueva generación de la tecnología educativa, los cuales permiten una mayor interactividad e independencia del alumno con dichas técnicas.

De ahí se puede concluir que los ME:

- Conducen a la participación más activa de los alumnos
- Brindan mayor dinamismo y motivación en los salones de clase
- Permiten la comunicación entre estudiantes y educadores
- Contribuyen a hacer más objetivos los contenidos de la enseñanza
- Con su uso se logra una mayor perdurabilidad de los conocimientos en la memoria
- Elevan la efectividad del sistema de enseñanza
- Con ellos se puede transmitir mayor cantidad de información en menos tiempo y se eleva el éxito del aprendizaje
- Motivan el aprendizaje y activan las funciones intelectuales para la adquisición de los conocimientos
- Ayudan a la conservación de la información y su reutilización.

1.2 El libro de texto como parte del sistema de medios de enseñanza

Las universidades cubanas se pronuncian por cambios en los sistemas educativos, que propicien que la educación pueda facilitar el acceso al conocimiento a través de múltiples fuentes, favoreciendo así la capacidad de aprendizaje autónomo por parte de los sujetos. De esta manera se les permite comprender mejor el mundo en que viven y tomar sus propias decisiones. Además insisten en la necesidad de transformar el rol asignado a los docentes, de uno que difunda oralmente información e instrucción, a uno de carácter profesional, que otorgue un mayor protagonismo a los alumnos en su propio aprendizaje.

De la diversidad de medios didácticos y audiovisuales que la sociedad tecnológica contemporánea le ofrece al profesor para desarrollar su actividad, se destaca sin lugar a dudas un medio sobre los demás por su uso y presencia: el libro de texto (LT), que constituye un manual de instrucciones o un libro estándar para cualquier rama de estudio, como evidencian las investigaciones realizadas por los profesores Gimeno y

Fernández, 1980; De Pablos Ramírez, 1988; Junta de Andalucía, 1989; Barquín, 1991; Ortega y Velasco, 1991 y Conea y Área, 1992. (Cabero Almenara, 2002)

Los LT son los mediadores curriculares básicos que se utilizan en las escuelas. Varios autores reclaman que el currículo debe estar dirigido por ellos y que la función básica del profesor consiste en seguir su estructura y pasos de actuación sugeridos; otros les confieren un carácter básico para la mejora e implementación de las actividades escolares, lo que asegura la igualdad de oportunidades y facilita la tarea del estudiante.

El LT constituye un instrumento de enseñanza al que recurren alumnos y docentes para profundizar en los diversos temas. Normalmente, cuentan con mayor información y más contenidos de los que se trabajan en la dinámica del aula, debido a que esta hace cambiar las planificaciones y adaptar cada clase a diferentes situaciones cambiantes. Se caracteriza por estar dividido en unidades temáticas que plantean diferentes contenidos y problemáticas, puede contar con propuestas para trabajar cada tema, con ejercicios propuestos y resueltos, preguntas de control y otros espacios donde seguir buscando información.

Muchos han sido los autores que han abordado definiciones respecto al LT, entre ellos se encuentran: Richaudeau (1981) para quién el LT "es un material impreso, estructurado, destinado a utilizarse en un determinado proceso de aprendizaje y formación".

Selander (1990) comenta que el LT "se puede caracterizar como un estilo de escribir socialmente determinado, enmarcado por su objetivo institucional (...) La idea básica implícita en el LT es que este se configura no como algo destinado a presentar conocimientos nuevos, sino a reproducir conocimientos ya sabidos". Prendes (1994) en una definición sintética y clara señala que los LT son "...libros editados para su uso específico como auxiliares de la enseñanza y promotores del aprendizaje".

El LT -según indica Parcerisa (2007) suele ser: "un libro que en un número determinado de páginas desarrolla el contenido de un área o asignatura para un grado o curso escolar, distribuyendo los contenidos en lecciones o unidades; generalmente está pensado para un uso centrado en la comunicación de la lección por parte del profesor o

de la profesora y el estudio individual sobre el propio libro, mediante la lectura y la realización de las actividades propuestas".

Esta concepción se ha diversificado con la aparición en el mercado editorial de cuadernos de actividades, libros de lectura, etc. En las escuelas no sólo existen LT, pero lo cierto es que siguen teniendo un rol altamente predominante, en muchas ocasiones se convierten en depositarios de la función docente y son determinantes en las decisiones sobre lo que se enseña y sobre cómo se enseña en la escuela.

Desde el punto de vista didáctico, el LT fue delimitado por (Klingberg, 1978) como el que: concreta las orientaciones del plan de enseñanza; da al maestro sugerencias adicionales esenciales para la planificación y conducción de la clase (...) transmite al estudiante conocimientos fundamentales, educación e instrucción filosóficas; presenta resúmenes, preguntas, estímulos para el trabajo independiente, impulsos al pensamiento y problemas para resolver.

Zuev (1988) definió el LT escolar contemporáneo como: "Un libro docente de masas, donde se expone el contenido de las asignaturas que forman la enseñanza y se definen los tipos de actividades que el programa escolar destina a ser asimilados obligatoriamente por los alumnos, teniendo en cuenta las particularidades de sus edades y otros." Además, resaltó como elemento característico del LT el hecho de que revela el principio de accesibilidad del conocimiento en el PEA.

Las definiciones mencionadas conceptualizan muy bien lo que se conoce por LT. Todas ellas de una forma u otra indican que estos ME actúan como auxiliares del PEA tanto para docentes como alumnos. A la autora de la investigación le resultó más atractiva la definición dada por Selander porque cita que "los LT no están destinados a presentar conocimientos nuevos, sino a reproducir ideas ya sabidas", lo que es acertado porque en distintas ediciones realizadas de Lt de diversas materias, se puede apreciar el mismo contenido con pocas variaciones, presentándose los conocimientos que deben ser asimilados obligatoriamente por los alumnos en determinado período de tiempo. Estos pocos cambios están unidos a las transformaciones que van ocurriendo dentro del sistema educacional.

Como características básicas y diferenciadoras respecto a otros materiales impresos utilizados en el sistema escolar (Cabero Almenara, 2002), se pueden citar las siguientes:

- Es un instrumento destinado a la enseñanza e instrucción con un fuerte sentido escolar
- Incluye teóricamente la información que debe de ser procesada por el estudiante, supuestamente en un período de tiempo reglado
- Posee una configuración de acuerdo a pautas de diseño específicas que persiguen presentar la información de una manera sistemática de acuerdo a principios didácticos y psicológicos que faciliten la comprensión, dominio y recuerdo de la información por parte del estudiante.

Un buen LT debe ser muy rico en informaciones relevantes y significativas, pero esencialmente pedagógico, didáctico y pertinente. Aunque no es sencillo encontrar este equilibrio, la experiencia y la investigación en este campo han demostrado que es posible construir una concepción del LT, pero también una forma de estructurarlo y elaborarlo de acuerdo con la orientación educativa, pedagógica, didáctica, curricular y sociopolítica asumida por el Estado como primer y principal responsable-director-orientador de la respectiva política educativa.

Según Mora (2012) existen cuatro tipologías de LT, estas son las siguientes:

- El libro de enseñanza: este tipo de libro centra su atención en la enseñanza y en el docente, quien es la persona que por definición tradicional asume ese papel. Ofrece un material o contenido totalmente ordenado, acabado y altamente estructurado, sin que exista la posibilidad de incorporar modificaciones o innovaciones durante el transcurso del PEA. Estos libros se centran en informaciones más o menos generales, convirtiéndose para los estudiantes solo en libros de consulta y no en libros de aprendizaje
- El libro de aprendizaje: este tipo de LT está orientado en el proceso de aprendizaje, su énfasis está en el trabajo de los estudiantes. Contiene diversas baterías de preguntas y actividades pensadas para el trabajo individual fuera de la escuela, especialmente en el hogar. En la mayoría de los casos, tales tareas aparecen al inicio

o al final de la lección, reservando el cuerpo principal de la misma para el suministro de informaciones que servirán para responder las preguntas inicialmente planteadas o aquellas que aparecerán al final de ella

- El libro de trabajo: este tipo de LT ha sido producto de las profundas críticas recibidas por los dos tipos de libros anteriores. La idea consiste en que debe brindar amplias posibilidades de trabajo por parte de los estudiantes mediante preguntas, situaciones problemáticas, indicaciones procedimentales y metódicas, experimentaciones, investigaciones y trabajo de campo, en fin, un compendio de actividades variadas de trabajo, cuyo énfasis estaría centrado en el trabajo cooperativo y colaborativo
- El libro mixto, combinado o híbrido: se trata de un único libro orientado en la enseñanza, el aprendizaje y el trabajo, especialmente productivo e investigativo. Este sería el LT ideal, aquel que pudiese encontrar un equilibrio real entre el aprender, el enseñar y el trabajar dentro y fuera de las aulas de clase. Este debe ser un buen libro para el aprendizaje independiente y autónomo de cada uno de los participantes, que permite al docente y a los estudiantes enseñar al otro desde una perspectiva de interacción socio-didáctica y, por último, debe ser un libro que contenga un conjunto de actividades y situaciones problemáticas que estén orientadas a la indagación, la investigación, el trabajo productivo sociocomunitario y la formación integral del sujeto.

Zuev (1988) presentó un modelo general del LT, el cual relaciona los elementos que lo integran como se muestra en la figura 1.3:

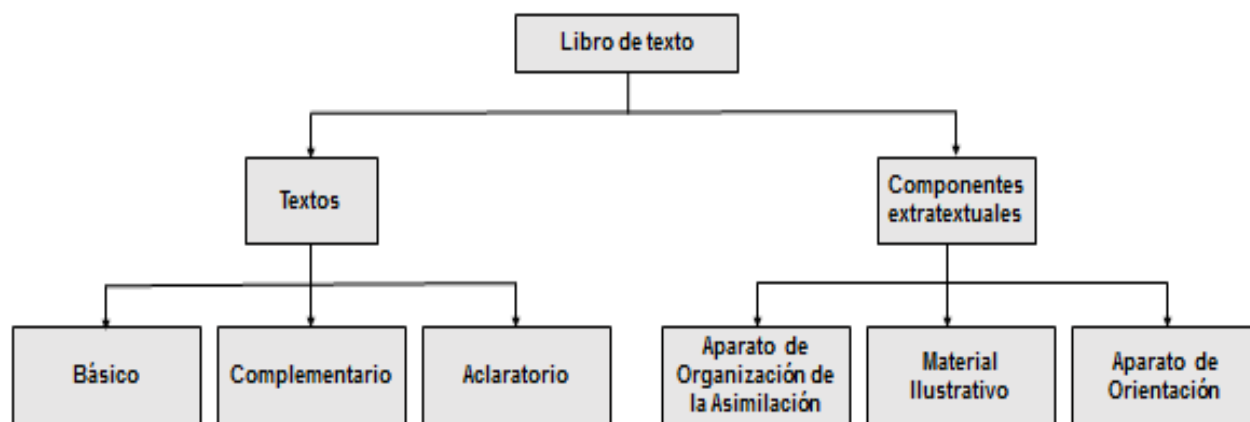


Figura 1.3 Modelo de libro de texto escolar. Fuente: Adaptado de Zuev (1988)

Este modelo establece que el LT escolar implica dos componentes: los textos que comportan los conocimientos y actividades que deben ser asimilados por los estudiantes; y los componentes extratextuales que tienen por función organizar la asimilación del contenido de enseñanza y facilitar su comprensión y uso práctico.

El subsistema estructural textos está compuesto por el básico, el complementario y el aclaratorio y los componentes extratextuales están constituidos por: el aparato de organización de la asimilación (AOA), el material ilustrativo (MI) y el aparato de orientación (AO), tal como se especifica a continuación:

- El texto básico: comprende los textos teórico-cognoscitivos y los textos práctico-instrumentales. Los teórico-cognoscitivos tienen por función dominante la presentación de la información, sus contenidos son: los términos principales y el lenguaje de una esfera concreta del conocimiento científico que representa una asignatura docente dada, los conceptos claves y sus definiciones, los hechos principales, las características de las leyes fundamentales (...) las generalizaciones y valoraciones ideológicas, las conclusiones y el resumen. Los textos práctico-instrumentales cumplen una función predominantemente transformadora (aplicación de conocimientos) y sus contenidos son: las características de los métodos de actividad necesarios para asimilar el material docente y obtener independientemente los conocimientos, las características de los principios y reglas de aplicación, las características de los métodos fundamentales en una rama determinada del saber, la descripción de las tareas, ejercicios, experiencias, experimentos(...), los resúmenes y las secciones especiales que sistematizan e integran el material docente, los elementos especiales de un texto que sirven para la consolidación e, incluso, la repetición generalizadora del material docente
- Los textos complementarios: son los que tienen por función dominante reforzar y profundizar los postulados del texto básico, sus elementos son: documentos, materiales antológicos, fragmentos de literatura científico-popular y de memorias, descripciones literarias y narraciones, notas o llamadas, información bibliográfica y científica, resúmenes estadísticos (incluyendo tablas), todo género de listas, principales rasgos detallados de fenómenos y conceptos que puntualizan el cuadro

general de acontecimientos, materiales informativos de carácter complementario (que rebasan los marcos del programa de estudios)

- El texto aclaratorio: su función es servir a la comprensión y asimilación completa del material docente permitiendo la organización y realización de la actividad cognoscitiva independiente de los estudiantes. Tiene como elementos: introducción al LT o a sus diferentes partes y capítulos; observaciones, notas y aclaraciones; glosarios; alfabetos; índices; pies de mapas, esquemas, planos, diagramas, gráficos y otros tipos de ilustraciones gráficas; tablas de fórmulas, sistemas de unidades, coeficientes, elementos y resúmenes de normas; índice (relación) de los signos convencionales adoptados en una esfera dada del conocimiento; índice de las abreviaturas usadas en el libro
- El aparato de organización de la asimilación: este se inicia por parte del estudiante, por la acción sobre su esfera emocional motivadora; en consecuencia, el autor debe tener en cuenta las necesidades de los estudiantes según su edad, la información y la actividad que para ellos sean importantes, la necesidad de autopreparación y las tareas de la educación. Los componentes del AOA son: las preguntas y tareas, las respuestas a ellas y las tablas generalizadoras y sistematizadas
- El material ilustrativo: tiene por función reforzar la acción cognoscitiva, ideológica, estética y funcional del material docente sobre el estudiante, para lograr su asimilación; sus elementos son, entre otros: las ilustraciones (artístico-figurativas, documentales, técnicas, foto-ilustrativas), los dibujos, los esquemas, los planos, los diagramas, los gráficos y los mapas
- El aparato de orientación: hace factible la orientación adecuada a un propósito del estudiante, en el contenido y la estructura del libro, sentando las bases necesarias para el trabajo autónomo con él; sus elementos son: el prefacio, el encabezamiento, la rúbrica, los señalamientos con caracteres gruesos o en colores, los símbolos-señales, los índices temáticos y onomásticos, la bibliografía y los títulos.

Además, Zuev (1988) asume como funciones del LT: “el planteamiento de las tareas y efectividad propuesta, que debe alcanzar este en un período determinado en el PEA”, su clasificación según las funciones didácticas se muestra en la tabla 1.3.

Tabla 1.3 Funciones del libro de texto. Fuente: Elaboración propia a partir de Zuev, 1988

Funciones	Descripción
Informativa	Presentación de la totalidad de la información indicada por el programa de la respectiva asignatura
Transformadora	En dos sentidos: <ul style="list-style-type: none"> • Reelaboración didáctica de los contenidos • Conversión de la actividad puramente cognoscitiva de los estudiantes en actividad transformadora
Sistematizadora	Exposición del material docente en una secuencia rigurosa sistematizada, para que el estudiante domine los procedimientos de la sistematización científica
De consolidación y de control	Contribución para que los estudiantes se orienten en el conocimiento adquirido y se apoyen en él para realizar la actividad práctica
De autopreparación	Formación en los estudiantes del deseo de aprender y de la capacidad de aprender por sí mismos
Integradora	Ayuda a los estudiantes para asimilar y seleccionar los conocimientos como un todo único
Coordinadora	Aseguramiento del empleo más efectivo y funcional de todos los medios de enseñanza y del uso de medios extradocentes de información masiva
Desarrolladora y educadora	Contribución a la formación activa de los rasgos esenciales de la personalidad armónica y desarrollada

El LT constituye el recurso instruccional fundamental para la educación debido a que forma parte inseparable de la complejidad estructural del currículo respectivo. Sin la utilización de un buen LT no puede existir fácilmente un proceso de aprendizaje y enseñanza. Entre los autores que han abordado sobre su importancia se encuentran Area Moreira (1991) y Sánchez Meleán (2005), algunos elementos que destacan, entre otros señalados por la autora son:

- Permite al profesor una relación especial con los alumnos en el proceso de enseñanza: la clase deja de ser la magistral tradicional, dictada desde un estrado, que convierte al profesor en un autómatas que transmite información y al alumno en un ávido tomador de apuntes, en actitud pasiva. La clase cuando los alumnos tienen entre sus manos un libro guía, puede ser muy diferente, más dinámica, pues ya no existe la premura de informar de todo
- En momentos en que la relación profesor-alumno tiende a acortarse, es el recurso instruccional que permite superar con éxito, cualquier hecho no previsto o sobrevenido. Es el gran plan de contingencia para alcanzar con éxito el cumplimiento

cabal de los objetivos del aprendizaje

- Es la principal fuente de consulta para planificar las clases, ya sea que el profesor los siga linealmente o que simplemente le sirvan para hacerse un plan mental de lo que quiere desarrollar en la lección
- Cumple un alto papel formativo-educativo en los diversos ámbitos de nuestros sistemas educativos, desde la educación inicial hasta la más compleja y especializada actividad de la educación universitaria o superior
- Constituye un medio indispensable para el tratamiento de contenidos intra e interdisciplinarios y es un mediador del proceso de aprendizaje y enseñanza.

En todo centro de estudios se considera una tarea constante incidir en la capacitación de educadores y educandos, para poder contribuir a la formación integral de las jóvenes generaciones, por lo que es importante contar con libros de textos que faciliten el PEA y se hace indispensable enseñar y ejercitar al alumno para que los use de modo correcto. Se conoce que la asignatura Distribución en Planta (DP), que pertenece a la disciplina Gestión de Procesos y Cadenas de Suministro que se imparte en la carrera de Ingeniería Industrial como parte del Plan de Estudio (PE) “D,” carece de un libro de texto básico que integre los cuatro temas que la componen, por lo que se va a analizar la situación actual que presenta la asignatura.

1.3 El libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta en la carrera Ingeniería Industrial

La Ingeniería Industrial en Cuba surge a mediados del año 1961, cuando los profesores ingenieros José Manuel del Portillo Vázquez, Diosdado Pérez Franco, José Altshuler Gutwert y Edgardo González Alonso, presentan una primera concepción para la creación de una carrera que preparara un ingeniero para la industria, lo cual era imprescindible dado el vertiginoso desarrollo de los planes de industrialización que el país comenzaba a acometer. En 1962 surge como carrera, año en que se creó la escuela del mismo nombre en la Facultad de Tecnología de la Universidad de la Habana, que se convierte en 1976 en una universidad técnica independiente: el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echavarría (ISPJAE), llamándose entonces Facultad de

Ingeniería Industrial. Actualmente se estudia además, en las Universidades de Matanzas, Central de las Villas, Cienfuegos, Holguín, Santiago de Cuba y Las Tunas.

En sus inicios (1961-1973) los objetivos primordiales para el Ingeniero Industrial estaban relacionados con la dirección de los procesos productivos y la explotación eficiente de las instalaciones. La función tecnológica era muy fuerte y se dedicaba a la formación en Matemática, Física, Química y disciplinas tecnológicas el 75% del fondo de tiempo total. Los graduados de estas etapas se especializaron en: producción y mantenimiento industrial, controles automáticos y dirección de empresas. A partir de 1973 se produce un proceso intenso de perfeccionamiento de los PE, estos se fueron modificando para estar acorde a los cambios del entorno y los requerimientos modernos del desarrollo de la ciencia y la tecnología. Se comienzan a denominar de forma alfabética y se logra un proceso de integración, perfección y orden de todo el conjunto de disciplinas, en la tabla 1.4 se muestra la evolución de la carrera a través de los diferentes PE.

Tabla 1.4 Evolución de la carrera Ingeniería Industrial a través de los planes de estudio.

Fuente: Guilarte Legra (2015)

Plan de estudio	Observaciones
Plan "A" (1973-1976)	Tiene como objeto la rama industrial y en este plan se estrechó el perfil con respecto a los anteriores. La formación en Ciencias Sociales recibe un fuerte impulso, al igual que la preparación militar de los egresados. La preparación en Matemática, Física, Química y asignaturas tecnológicas tiene 1368 h y con la Matemática Aplicada, 1720 h para un 46%. Las asignaturas de la Especialidad ocupan 930 h para un 25%. Se concibe con un perfil terminal de tres especializaciones: Organización del Trabajo, Organización de la Producción y Control de la Calidad.
Plan "B" (1976-1987)	Continúa teniendo como objeto la rama industrial, pero amplió su perfil, por sus conocimientos funcionales fue ubicado en todas las ramas y sectores, incluyendo los no productivos. En este PE se eleva la cantidad de horas dedicadas a las asignaturas de ejercicio profesional, que alcanzan 1354 horas para un 32,7 %. Otro logro importante fue el desarrollo en el campo de la informática y la optimización de decisiones en un sistema de conocimiento (Teoría de Sistema, Computación, Procesamiento de Datos y Modelación Económico-Matemática). También presentó rasgos muy positivos el desarrollo conceptual de objetivos por año, la definición de las prácticas de producción y el impulso al uso de la computación en las asignaturas de la Especialidad.

Plan de estudio	Observaciones
Plan "C" (1989-1998)	Se definió como su objeto de trabajo "...los procesos de producción y servicios que se realizan a nivel de puesto de trabajo, brigada, sector, base, taller, etc. analizando las relaciones de dirección que es necesario establecer para lograr una explotación o diseño eficiente de las relaciones entre los elementos del sistema materiales–hombre–equipos (M–H–E)." Se enfoca en la resolución de problemas ya llegando a los talleres y departamentos. En este plan disminuyen las horas dedicadas a asignaturas básicas, aumentando las dedicadas a las básicas específicas (de 1048 horas en el Plan B, pasaron a 1156 en el C para un 29.8 % del total), en tanto las de ejercicio de la profesión tienen una ligera disminución (de 1354 horas en el B, pasan a 1316 horas en el C, para un 33.9 % del total) y aparecen asignaturas integradoras en cada año (Problemas Prácticos).
Plan "C" (1998-2007)	Adquiere una visión integral en la gestión de los procesos, así como en el diseño, análisis y optimización de los sistemas empresariales. En este plan se conciben una serie de transformaciones en los enfoques con una mejor definición de objetivos generales, concepción de las disciplinas e integración de los componentes organizacionales del proceso docente – educativo.
Plan "D" (2007- actualidad)	Posee un perfil amplio, se enfoca en proyectar o mejorar los sistemas Hombre-Máquina-Materiales-Finanzas-Información-Medio ambiente, para lograr eficacia, eficiencia y competitividad. Se logra la denominación de las asignaturas en función de las tendencias internacionales, se incorporan nuevas asignaturas optativas y electivas que enriquecen el perfil profesional. Las horas clase y las de práctica laboral disminuyen respecto al plan "C" representando el 70.5% y 29,41% respectivamente. El egresado de este plan está en condiciones de trabajar en cualquier sistema de producción y servicios como gestor de procesos de cambio.

De manera general en la carrera de Ingeniería Industrial se preparan profesionales integrales comprometidos con la Revolución, cuya función es la de analizar, diseñar, operar, mejorar y dirigir procesos de producción y servicios en toda la cadena de aprovisionamiento-transportación-producción-venta-servicios de posventa con el objetivo de lograr eficiencia, eficacia y competitividad; mediante el análisis de las relaciones que se presentan entre los recursos humanos, financieros, materiales, energéticos, equipamiento, información y ambiente con un enfoque integrador y humanista, donde prevalecen criterios que sustentan los altos intereses del país. Para ello se valen de las ciencias matemáticas, físicas, económicas, y sociales, de la

tecnología e informática; de conjunto con los conocimientos especializados, los principios y métodos de diseño y análisis de ingeniería, incluyendo los conocimientos necesarios en función de la defensa del país.

El PE “D” se estructura por medio de disciplinas como subsistemas del mismo, las cuales garantizan su sistematización, una de ellas es Gestión de Procesos y Cadenas de Suministro. Sus orígenes parten de las asignaturas Gestión de Procesos, Logística, DP y Sistemas Actuales de Producción y ha tenido variaciones en su nombre y alcance a través de los PE anteriores de Ingeniería Industrial. En la tabla 1.5 se muestra información de su currículo base, propio y optativo según las modificaciones realizadas al PE en la Universidad de Holguín.

Tabla 1.5 Currículo base, propio y optativo de la disciplina Gestión de Procesos y Cadenas de Suministro. Fuente: Adaptado de Planes de estudio “D”, 2011

Currículo base				
Asignaturas	Horas clases	Evaluación	Año	Semestre
Gestión de procesos I	48	Examen final	4to	1ro
Gestión de procesos II	64	Examen final	4to	2do
Logística I	48	Proyecto integrador	4to	2do
Logística II	64	Examen final	5to	1ro
Distribución en Planta	48	Taller integrador	5to	1ro
Currículo propio				
Procesos de servicios	32	Trabajo final	3ro	1ro
Herramientas para la gestión por procesos	32	Trabajo final	3ro	2do
Currículo optativo				
Herramientas estadísticas para la toma de decisiones	32	Trabajo final	3ro	1ro
Sistemas actuales de producción	32	Trabajo final	4to	1ro
Herramientas modernas para la toma de decisiones	32	Trabajo final	5to	1ro

Esta disciplina tiene como objetivo fundamental que el egresado sea capaz de analizar, perfeccionar y operar los sistemas de organización, planificación y control de procesos; así como perfeccionar y ejecutar la gestión logística y de cadenas de suministro garantizando la máxima satisfacción de los clientes y de las exigencias que actúan sobre la empresa. Para alcanzar este objetivo se ha concebido la

disciplina con un carácter eminentemente práctico, aunque se sustenta sobre una base teórica-conceptual que permite, ante el planteamiento de un problema, darle solución utilizando las herramientas y técnicas adecuadas y de ser posible empleando para ello el software disponible.

La disciplina se propone desarrollar objetivos productivos enfrentando al estudiante paulatinamente a situaciones cercanas a las de la realidad empresarial, de tal forma que con los conocimientos y habilidades desarrolladas pueda afrontar profesionalmente nuevas situaciones y problemas. ¹

La asignatura es un subsistema de la disciplina y expresa un ordenamiento lógico y pedagógico de contenido a ese nivel. La materia DP prevaleció en los inicios de los PE de Ingeniería Industrial hasta el PE “B”, con el nombre de “Proyecto de Fábrica”, luego estuvo ausente por el cursar de dos PE y se incorporó nuevamente en el PE “D” en el año 2007. Esta brecha que ha existido a través de los PE ha originado que en la actualidad no exista un LT de la asignatura, debido a que los especialistas que en un inicio centraron su atención en ella, con su ausencia en los mismos orientaron sus investigaciones hacia otras esferas, es por ello que hoy día a nivel nacional la carrera no cuenta con un LT.

Esta asignatura estudia los procesos en su integralidad tecnológica, espacial, organizacional, ambiental y económica apoyándose en los conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera. A través de la modelación, el estudiante debe ser capaz de identificar las variables críticas para el perfeccionamiento del proceso y a partir de ahí dominar el procedimiento para rediseñar el proceso en su aspecto estructural, organizacional, espacial y económico con el objetivo de asegurar una elevación de su eficiencia y efectividad en marco del cumplimiento de las exigencias que actúan sobre el proceso que es objeto de estudio.

La asignatura está compuesta por cuatro temas:

Tema I. Conceptos, importancia de la distribución en planta. Proceso inversionista en Cuba. Dirección Integrada de Proyectos.

Tema II. Plan General y Localización de instalaciones

¹ (Plan de estudio para la carrera de Ingeniería Industrial. Plan D, 2011)

Tema III. Factores que intervienen en la distribución espacial de una instalación

Tema IV. Distribución espacial de la planta

Es considerada como una asignatura integradora porque recoge varios de los contenidos de asignaturas tales como: Procesos de servicios, Ingeniería de Métodos, Estudio de tiempos de trabajo, Investigación de operaciones y Logística, lo cual constituye una ventaja para el desarrollo del PEA tanto para el docente como el estudiante.

Se concibe de forma tal, que los contenidos son tratados de lo general a lo particular y con enfoque sistémico; cada tema en la asignatura integra el anterior. Se desarrolla a través de cinco tipologías de clase: conferencias, clases prácticas, talleres, seminarios y laboratorios. El fondo de tiempo para cada uno de ellos se muestra en la tabla 1.6.

Tabla 1.6 Distribución por temas del fondo de tiempo total. Fuente: Pérez Vallejo (Curso: 2014-2015)

Temas	C	CTP	CP	L	T	PP	S	Total
I	2	-	-	-	-	-	2	4
II	2	2	4	2	-	2	-	12
III	2	4	4	-	-	-	-	10
IV	2	2	4	6	4	4	-	22
Total	8	8	12	8	4	6	2	48h

Predominan en su impartición el estudio y solución de casos prácticos, lo que debe lograr generar en el estudiante habilidades relacionadas con la definición de estrategias de perfeccionamiento de acuerdo a los conocimientos adquiridos en la carrera, así como diseñar la solución como vía de instrumentar en la práctica un mejor desarrollo de los procesos. El modo de evaluación es a través de comprobaciones frecuentes realizadas en los distintos tipos de clases, el desarrollo de dos pruebas parciales y un taller final donde se evidencia el sistema de conocimientos adquiridos en la asignatura y la capacidad del alumno a desarrollar un caso integrador, con relación a materias ya vencidas.

Se hace uso de las tecnologías de la información en el tema de Localización de instalaciones, donde se trabaja con los software *WinQSB* y *Logware* para encontrar la ubicación óptima para la instalación y con *Microsoft Excel* para determinar gráficamente

la alternativa que incurre en menor costo; se utiliza el *AutoCad* en la Distribución espacial de las instalaciones para ordenar los elementos físicamente. Todo ello permite al estudiante desarrollar de ágil manera los diferentes ejercicios, sin tener que auxiliarse del trabajo manual.

La calidad resulta vital para lograr un PEA y actualmente las clases de DP presentan dificultades porque no disponen de un LT básico para suplementar los conocimientos que se trabajan a lo largo del semestre; la bibliografía especializada resulta dispersa, escasa, tiene poca actualidad y carece de todo el bagaje de información científica propio para la misma. El folleto de ejercicios presenta errores y no contiene ejercicios propuestos y resueltos por cada método que se utiliza en los tema 2, 3 y 4, situación que genera que los estudiantes no consoliden lo aprendido con mayor profundidad, lo que dificulta el proceso enseñanza-aprendizaje y conlleva a determinar como principales deficiencias en la asignatura, las siguientes:

1. Conferencias que abarcan la mayor cantidad del contenido a tratar, por lo que carecen de dinamismo y resultan tediosas.
2. Extensa toma de notas en clases por parte de los estudiantes.
3. Dificultad en la realización del estudio y el trabajo independiente de los estudiantes.

Se hace necesario para erradicar las deficiencias mencionadas la conformación de un LT en la asignatura que recoja de forma coherente y organizada cada uno de los temas mencionados, para ello se realizará una recopilación de los materiales y documentos existentes, así como exhaustivas búsquedas en Internet. El LT estará compuesto por cuatro capítulos en los que se profundizará sobre cada uno de los temas, los mismos contarán con una serie de ejercicios resueltos y propuestos que servirán de guía y ejercitación para la autopreparación de los estudiantes.

El compendio de todos los contenidos de la asignatura DP en un LT permitirá a estudiantes, profesores y personas interesadas en el tema acceder a esta información de manera más organizada, así como analizar, comparar, valorar y llegar a conclusiones sólidas y duraderas que los capacite para poder aplicar los conocimientos adquiridos en las organizaciones y en la vida propia. En el presente trabajo de diploma, se desarrolla el segundo capítulo de este libro: “Localización de instalaciones”.

CAPÍTULO II. LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES

En este capítulo se aborda parcialmente los aspectos teóricos fundamentales sobre la “Localización de instalaciones”. Se analizan las decisiones, estrategias, problemas y procedimientos de localización; los factores que la afectan y los métodos más utilizados tanto para empresas de producción como de servicio, los cuales se explican a través de una serie de ejercicios resueltos y propuestos. Además, se valida el estado de pertinencia de la estructura y redacción del capítulo, a través del criterio de expertos y se realiza la valoración social de la investigación.

La selección de la localización consiste en la determinación de un lugar que considerados todos los factores, ocasiona el máximo beneficio posible y proporciona la máxima satisfacción a los clientes. La elección de una mala localización resulta difícil de compensar, puede tener graves consecuencias, incluso el quiebre de la empresa. Una vez que la organización se encuentra situada en un punto determinado, gran parte de su estructura de costos-ingresos pasan a ser fijas e imposibles de reducir, y no podrá cambiar su localización sin que ello implique graves efectos en la misma.

La localización es el lugar físico donde se realiza la actividad productiva, es decir, el emplazamiento hasta que es preciso trasladar los factores de producción y en el que se obtienen los productos que finalmente deberán ser llevados al mercado (McClain, 1992).

Según Vallhonrat (1991) la localización de una instalación es: “determinar el mejor emplazamiento posible para una instalación que se ha de relacionar con otras instalaciones preexistentes”.

Según Carro Paz (2013) la localización de una instalación es el proceso de elegir un lugar geográfico entre varios para realizar las operaciones de una empresa.

Se puede afirmar que el objetivo general de la localización es la elección de un lugar para las instalaciones que favorezca el desarrollo de las operaciones. Esta meta se concreta en forma de estrategias de localización que pueden diferir mucho entre empresas distintas, aun dentro de un mismo sector, debido a que las compañías pueden establecer diversas prioridades competitivas y estrategias de operaciones. La estrategia de la empresa debe servir como marco en el cual se tomen las decisiones de

localización, al mismo tiempo de orientación sobre las direcciones o las líneas básicas que deben guiarlas (Domínguez Machuca, 1995).

La autora de la presente investigación, coincide con las definiciones anteriores y considera que la localización de instalaciones es un proceso que persigue como objetivo lograr una posición geográfica competitiva para una instalación que se ha de relacionar con otras instalaciones preexistentes, donde los productos finales sean introducidos en el mercado y garantice el máximo beneficio posible a la misma.

2.1 Decisiones de localización

La decisión de localización de la instalación es una de las más importantes que se toma en la organización, aunque generalmente es una decisión infrecuente, la significación de su impacto y las implicaciones que se derivan de ella propician una adecuada atención. Su carácter infrecuente hace que muchos directivos no estén habituados a afrontar este tipo de cuestiones (muchos de ellos no lo hacen nunca o acaso una sola vez a lo largo de su carrera) y las interrelaciones con otras decisiones que por ser complejas, dificultan la comprensión de la verdadera importancia que tienen.

En las decisiones sobre localización hay que elegir entre sitios múltiples en donde los criterios, por lo general, se circunscriben a cuestiones de costo, rentabilidad, tiempos de respuesta, cercanía a determinados lugares o algún otro de acuerdo a las características de la empresa o actividad llevada a cabo. Surgen problemas cuando se consideran en el análisis solamente muy pocos emplazamientos, mientras que, en el otro extremo, también existen casos en que la selección resulta complicada por la gran variedad de lugares posibles entre los cuales elegir. Por lo general, las decisiones sobre localización de instalaciones no escapan a dos elecciones principales (Carro Paz, 2013) estas son:

1. La necesidad de producir cerca del cliente debido a los costos de movimiento y las prioridades competitivas en base a tiempo.
2. La necesidad de ubicarse cerca de las fuentes de insumos aprovechando bajos costos de materiales y mano de obra.

Las decisiones de localización forman parte del proceso de formulación estratégica de la empresa. Una buena selección puede contribuir a la realización de los objetivos

empresariales, mientras que una ubicación desafortunada puede conllevar un desempeño inadecuado de las operaciones.

Causas y tipos de decisiones de localización

Entre las causas que originan diversos tipos de decisiones de localización se pueden citar (Domínguez Machuca, 1995):

- Un mercado en expansión, que requerirá añadir nueva capacidad, la cual habrá que localizar ampliando las instalaciones ya existentes en un emplazamiento determinado o creando una nueva en algún otro sitio
- La introducción de nuevos productos o servicios, que conlleva una problemática análoga
- Una contracción de la demanda, que puede requerir el cierre de instalaciones o/y la reubicación de las operaciones. Otro tanto sucede cuando se producen cambios en la localización de la demanda
- El agotamiento de las fuentes de abastecimiento de materias primas también puede ser causa de la relocalización de las operaciones. Este es el caso que se produce en empresas de extracción cuando, al cabo de los años, se agotan los yacimientos que se venían explotando
- La obsolescencia de una planta de fabricación por el transcurso del tiempo o por la aparición de nuevas tecnologías, que se traduce a menudo en la creación de una nueva planta más moderna en algún otro lugar
- La presión de la competencia, que, para aumentar el nivel de servicio ofrecido, puede llevar a la creación de más instalaciones o a la relocalización de algunas existentes
- Cambios en otros recursos, como la mano de obra, los componentes subcontratados o las condiciones económicas de una región, son otras posibles causas de relocalización
- Las fusiones y adquisiciones entre empresas pueden hacer que algunas resulten redundantes o queden mal ubicadas con respecto a las demás.

Los motivos mencionados son solo algunos de los que pueden provocar la toma de decisiones sobre las instalaciones o, al menos, llevar a la empresa a reexaminar la

localización de las mismas. Independientemente de cuales sean las razones que lleven a ello, las alternativas de localización pueden ser de tres tipos, las cuales deberán ser evaluadas por la empresa antes de tomar una decisión definitiva (Quijano Ponce de León, 2003):

- Expandir una instalación existente. Esta opción sólo será posible si existe suficiente espacio para ello. Puede ser una alternativa atractiva cuando la localización en la que se encuentra tiene características muy adecuadas o deseables para la empresa. Generalmente origina menores costos que otras opciones, especialmente si la expansión fue prevista cuando se estableció inicialmente la instalación
- Añadir nuevas instalaciones en nuevos lugares. A veces esta puede resultar una opción más ventajosa que la anterior (por ejemplo si la expansión provoca problemas de sobredimensionamiento o de pérdida de enfoque sobre los objetivos de las operaciones). Otras veces es simplemente la única opción que tendrá sobre el sistema total de instalaciones de la empresa
- Cerrar instalaciones en algún lugar y abrir otra(s) en otro(s) sitio(s). Esta opción puede generar grandes costos, por lo que la empresa deberá comparar los beneficios de la relocalización con los que se derivarían del hecho de permanecer en el lugar actualmente ocupado.

Importancia de las decisiones de localización

La selección del emplazamiento en el que se van a desarrollar las operaciones de la empresa es una decisión de gran importancia que viene justificada por dos razones principales (Carro Paz, 2013):

- En primer lugar, las decisiones de localización de instalaciones entrañan una inmovilización considerable de recursos financieros a largo plazo. Una vez construidas, la inversión efectuada no es recuperable sin sufrir graves perjuicios económicos (algunos de los costos en que se incurre no son realizables), y ello además del tiempo y el esfuerzo empleado. Por tanto, se trata de una decisión rígida que compromete a la empresa durante un largo período de tiempo; no obstante, en algunos casos, la firma puede optar por instalaciones menos costosas o por alquilarlas, lo cual permite restar rigidez a esta decisión

- En segundo lugar, son decisiones que afectan a la capacidad competitiva de la empresa; así, una buena elección favorecerá el desarrollo de las operaciones de forma eficiente y competitiva, mientras que una incorrecta impondrá considerables limitaciones a las mismas. Todas las áreas de la empresa pueden verse afectadas por la localización, no solo el área de Operaciones, sino también la función Comercial, la de Personal, la Financiera, etc.

Por otro lado, hay que tener presente que las consecuencias negativas de una mala localización no resultan siempre evidentes, pues suelen manifestarse en forma de costos de oportunidad y, por tanto, no vienen recogidas en los informes tradicionales de las empresas.

2.2 Estrategias de localización

Los criterios de estrategia de localización difieren según el tipo de empresa. Las organizaciones de producción se enfocan en la minimización de los costos tangibles e intangibles, los cuales pueden ser evaluados y dependen del lugar donde se decida ubicar la empresa, su valor está determinado en gran medida por la localización. En relación con el mercado influye sobre el tiempo de entrega de los productos y el nivel de servicio a consumidores, lo cual afecta a su vez al volumen de ventas. En este caso los métodos a emplear para evaluar la selección de un sitio son menos complejos.

Las entidades que prestan servicios están orientadas a la maximización de sus ingresos, su valor depende de la localización y la proximidad a los mercados es crítica para determinar la capacidad de atraer. De tal forma, las técnicas a emplear en este caso son más complejas (Domínguez Machuca, 1995). En el Anexo 1 se muestran las estrategias de localización de empresas de servicios frente a empresas de producción.

Tendencias y estrategias futuras en localización

Determinar la localización “óptima”, o mejor dicho, la que reúna la mayor cantidad de características positivas que militen directamente a la entidad, es un paso muy importante para las proyecciones futuras de la empresa. Con ello se garantizaría, una serie de variables que le podrían asegurar una vida económicamente saludable para los años posteriores.

La mayoría de los factores de localización no permanecen inalterables en el tiempo, más bien, todo lo contrario. El acelerado ritmo con el que se producen cambios en el entorno, una de las notas dominantes de la actualidad, está provocando que las decisiones de localización sean hoy mucho más comunes. A continuación se señalan algunos de los cambios que están marcando dichas decisiones, en nuestros días (Quijano Ponce de León, 2003).

- La creciente internacionalización de la economía es uno de los fenómenos más importantes en que se vive actualmente. Las empresas están traspasando fronteras para competir a nivel global. Las localizaciones en otros países distintos del de origen están a la orden del día para las grandes empresas. Aparecen nuevos mercados y se unifican otros. Todo ello intensifica la presión de la competencia, hace que los factores logísticos sean más complejos e importantes y que las empresas se vean obligadas a reexaminar la localización de sus instalaciones para no perder competitividad
- La automatización de los procesos en algunas industrias está contribuyendo a la pérdida de importancia del factor costo de la mano de obra y, por tanto, a hacer menos atractivos aquellos países o regiones con bajo nivel salarial; en cambio, la cualificación, la flexibilidad y la movilidad de la mano de obra están cobrando mayor significación. No obstante, el costo del factor trabajo sigue siendo fundamental en algunas industrias y también en algunas fases de los procesos de fabricación de otras que, debido a ello, están trasladándose de los países desarrollados a otros como México, Taiwán, Singapur, etc.
- La mejora de los transportes y el desarrollo de las tecnologías informáticas y de telecomunicaciones, ayuda a la internacionalización de las operaciones y posibilita una mayor diversidad geográfica en las decisiones de localización. Esto, unido al mayor énfasis de la competencia en el servicio al cliente, el contacto directo, el rápido desarrollo de nuevos productos, la entrega rápida, etc., se está traduciendo en una tendencia a la localización cercana a los mercados. En lo que a la fabricación se refiere, gracias a las tecnologías flexibles las empresas pueden optar por instalar plantas más pequeñas y numerosas.

2.3 Problemas de localización de instalaciones

En la localización de instalaciones pueden originarse problemas complejos, algunos involucran la consideración de muy pocos sitios, otros de muchos lugares, en algunos casos se incluyen los costos de distribución de varias plantas y en otros no.

Como existen diferentes tipos de problemas de localización, se ha desarrollado la siguiente estructura de clasificación (Schroeder, 1993):

- Localización de una sola instalación: solamente se ubica una instalación que no tiene interacción con las demás instalaciones de la compañía. Los ejemplos incluyen una sola fábrica o almacén, una dependencia gubernamental y una sola tienda al menudeo. Este tipo de problemas de localización casi siempre tiene múltiples criterios, como costos y oferta de mano de obra, medios de transportes, comunicación, servicios comunitarios, etc. El problema radica en considerar todos estos criterios de manera objetiva
- Localización de múltiples fábricas y almacenes: los costos totales de distribución y de producción se verán afectados por la decisión de localización. La nueva instalación puede necesitar un ajuste en los patrones de embarque y los niveles de producción de todas las demás instalaciones. Este problema casi siempre se formula tomando en consideración una red de plantas de producción-distribución y de almacenes que utiliza como criterio la reducción de costos
- Localización de empresas competitivas al menudeo: la rentabilidad que obtiene la tienda al menudeo se ve afectada por la ubicación relativa de las tiendas de la competencia. Este problema casi siempre se encuentra en la selección de puntos para las tiendas departamentales, supermercados, restaurantes, etc., donde se supone que el nivel de ventas se verá afectado por la distancia que los clientes tienen que recorrer hasta la nueva localización en comparación con la localización de la competencia. La rentabilidad es una variable que depende del lugar en donde se ubica la instalación en relación con la competencia.

Schroeder desarrolló una última clasificación para estos tipos de problemas, lo denominó: “Localización de servicios de emergencia”, sin embargo, se utilizará la clasificación utilizada por Domínguez Machuca (1995) que la denomina: “Localización

de servicios públicos”, debido a que es más abarcadora y recoge la clasificación dada por el autor.

- Localización de servicios públicos: es un caso particular de localizaciones de servicios, aquellos que no persiguen fin de lucro sino que responden a un interés social o público, tales como hospitales, escuelas, estaciones de bomberos o comisarías de policía. En la localización de este tipo de instalaciones, la cuestión reside en responder al máximo a la necesidad social provocando el menor costo posible. Sin embargo, en la realidad resulta generalmente muy difícil establecer una correcta medida del beneficio y del costo social, recurriéndose normalmente a medidas indirectas o parciales.

Se distinguen, en general, dos tipos de servicios públicos:

- Servicios ordinarios. (Por ejemplo: Parques, escuelas, oficinas de correos, etc.). En estos casos, pueden utilizarse criterios como el nivel de utilización de la instalación o servicio (número de usuarios, número de visitas, cantidad de servicio), las distancias recorridas (medias, máximas, por visita, por ciudadano, etc.), el tiempo de viaje entre los ciudadanos y la instalación, los tiempos de espera, etc.
- Servicios de emergencia. (Por ejemplo: Estaciones de bomberos, ambulancias o policía, etc.). Para estos servicios el criterio generalmente usado es el tiempo de respuesta al servicio demandado, ya que la eficacia del mismo depende de la rapidez con que se presta; este puede estimarse para distintos puntos de localización utilizando modelos de simulación.

2.4 Procedimientos de localización

Existe un procedimiento general para la localización de una nueva instalación o la relocalización de una ya existente. Primeramente, será necesario constituir un equipo multifuncional encargado de realizar el estudio. En él tendrán cabida representantes de las principales áreas de la empresa, ya que todas se verán afectadas por la decisión; en dicho estudio será necesaria gran cantidad de información. También habrá que considerar la visita a posibles lugares de emplazamiento, pues la observación directa permitirá apreciar elementos subjetivos que pueden ser importantes en la decisión final (Domínguez Machuca, 1995).

Además del general, existen diversos criterios según varios autores referentes a las etapas o fases que debe llevar un procedimiento de localización (Anexo 2); estas suelen ser dos, tres y hasta cuatro.

A continuación se expone la metodología usada por Whoite (1986), debido a que es muy abarcadora, agrupa en cuatro etapas lo abordado por los otros autores y está diseñada para nuestro país; a esta se le realizaron breves cambios, producto a que originalmente se confeccionó para empresas de producción y no para empresas de servicios.

Las primeras tres etapas sucesivas (planificación territorial, macrolocalización y microlocalización), representan en sí el núcleo del problema de la localización, mientras que la cuarta (proyección del plan general), representa el punto de unión entre la localización y la proyección de las instalaciones. Esta última etapa fue objeto de estudio en el capítulo anterior por tanto no se abordará de ella.

La planificación territorial por su importancia para una adecuada distribución de las fuerzas productivas en el territorio nacional, es objeto de decisión para aquellas inversiones importantes de los niveles más altos de la dirección del Estado.

Por macrolocalización se entiende: la distribución de las inversiones sobre la base de los planes de ordenamiento territorial, definiendo la provincia, ciudad o territorio para su localización. Mientras que mediante los estudios de microlocalización se determina el lugar preciso para la ubicación de la entidad dentro de la provincia, el territorio o la ciudad previamente elegido y aprobado en la macrolocalización, así como las características del terreno seleccionado.

El procedimiento de análisis de la localización, independientemente de cual sea, abarca las siguientes fases (Domínguez Machuca, 1995):

1. Análisis preliminar. Se estudiarán las estrategias empresariales y las políticas de las diversas áreas, para traducirlas en requerimientos para la localización de las instalaciones. Dada la gran cantidad de factores que afectan a la localización, cada empresa deberá determinar cuáles son los criterios importantes en la evaluación de las alternativas. El equipo de localización deberá evaluar la importancia de cada factor, distinguiendo entre los factores dominantes o claves y los factores

secundarios. Los primeros se derivan de los objetivos estratégicos de la empresa y tienen un gran impacto sobre sus ingresos, sus costos o su posición competitiva; es necesario un fuerte grado de cumplimiento de los mismos para que la localización analizada sea considerada factible, sirviendo, pues para limitar el número de alternativas. En cuanto a los factores secundarios, aun siendo importantes, pueden ser considerados como deseables, pero no imprescindibles.

2. Búsqueda de alternativas de localización. Se establecerá un conjunto de localizaciones candidatas para un análisis más profundo, rechazándose aquellas que claramente no satisfagan los factores dominantes de la empresa.
3. Evaluación de alternativas (análisis detallado). En esta fase se recoge toda la información acerca de cada localización para medirla en función de cada uno de los factores considerados. Esta evaluación puede consistir en una medida cuantitativa si se está ante un factor tangible, o en la emisión de un juicio si el factor es cualitativo.
4. Selección de la localización. A través de análisis cuantitativos o/y cualitativos se compararán entre sí las diferentes alternativas para conseguir determinar una o varias localizaciones válidas. Dado que, en general, no habrá una alternativa que sea mejor que todas las demás en todos los aspectos, el objetivo del estudio no debe ser buscar una localización óptima, sino una o varias localizaciones aceptables. En última instancia, otros factores más subjetivos, como pueden ser las propias preferencias de la dirección determinarán la localización definitiva.

Cuando el estudio se hace en niveles, toda esta secuencia se repetirá en cada uno de ellos, pueden variar los factores relevantes según el nivel geográfico al que se hace referencia. Las alternativas válidas resultantes en un nivel servirán de punto de partida en la etapa siguiente; así, por ejemplo, las regiones aceptables serán el límite geográfico para la búsqueda de comunidades o ciudades a analizar. No obstante, muchas veces puede resultar conveniente combinar fases de comunidades y lugares concretos ya que, a menudo, los factores a considerar en ambas están muy interconectados (Domínguez Machuca, 1995).

Para establecer si un factor debe considerarse en una determinada etapa de análisis, este deberá ser a la vez diferenciador y significativo, esto es, sensible al nivel de

agregación geográfica que se analiza y con un impacto considerable sobre los costos, los ingresos o la posición estratégica de la empresa (Krajewski, 1990).

2.5 Factores que afectan la localización

Los gerentes de organizaciones de servicios y de producción tienen que sopesar muchos factores cuando evalúan la conveniencia de un sitio en particular, como la proximidad a clientes y proveedores, los costos de mano de obra y de transporte. Generalmente, los gerentes pueden pasar por alto cualquier factor que no cumpla por lo menos con una de las condiciones siguientes (Krajewski, 1990):

1. El factor tendrá que ser sensible a la localización. Es decir, los gerentes no deben tomar en cuenta un factor que no resulte afectado por sus decisiones en materia de localización.
2. El factor debe tener repercusiones sobre la capacidad de la empresa para alcanzar sus metas.

En el Anexo 3 se recogen los factores que afectan la localización según varios autores.

Las clasificaciones de los factores más empleadas Buffa Elwood (1981) son:

- Críticos: son aquellos criterios cuya naturaleza puede hacer imposible la localización de una planta en un lugar determinado, cualesquiera que fueren las demás condiciones que pudieran existir. Por ejemplo, una empresa cuyo principal recurso es el agua, como una cervecería, no consideraría un lugar en el que hubiera posibilidades de escasez de dicho elemento. Los factores críticos tienen el efecto de descartar algunos lugares
- Objetivos: son los criterios que pueden evaluarse en términos monetarios, tales como la mano de obra, la materia prima, los servicios y los impuestos
- Subjetivos: son los criterios que se caracterizan por un tipo cualitativo de medición. Por ejemplo, puede evaluarse la naturaleza de las relaciones sindicales y de la actividad sindical, pero no puede establecerse su equivalente monetario.

Según Heizer. J. y Render (2000) son:

- Tangibles: se definen como los costos claramente identificables que pueden ser medidos con alguna precisión. Los costos tangibles incluyen las utilerías, mano de obra, materiales, impuestos, depreciación y otros costos que el departamento

contable y la administración pueden identificar

- Intangibles: los costos futuros, que son menos fáciles de cuantificar, pueden ser nombrados a través de las técnicas de ponderación. Estos costos incluyen la calidad de la educación, instalaciones de transporte público, actitudes de la comunidad hacia la industria y la compañía, la calidad y actitud de los prospectos de empleados, así como otras variables: el clima, instalaciones recreativas, deportes profesionales, y las que forman parte de la calidad de vida y que pueden influenciar el reclutamiento personal.

Según Krajewski (2000) son:

- Dominantes: son los derivados de prioridades competitivas (costo, calidad, tiempo y flexibilidad) y tienen un efecto particularmente poderoso sobre las ventas o los costos
- Secundarios: la gerencia tiene la posibilidad de restar importancia o incluso ignorar algunos de ellos si otros factores son más importantes.

2.6 Métodos de Localización

El desarrollo de los métodos de localización ha derivado que los autores los clasifiquen para una mejor comprensión, estudio y aplicación (Anexo 4). Una de sus clasificaciones puede hacerse en función de la naturaleza de las técnicas utilizadas en el análisis. De acuerdo a ello, es frecuente distinguir tres tipos de métodos: exactos, heurísticos y de simulación.²

1. Los métodos exactos son capaces de ofrecer una solución teóricamente óptima, debido a que proporcionan la mejor de todas las soluciones para los datos considerados; aunque normalmente alejada de la realidad. No obstante, presentan desventajas; la modelización del problema puede requerir simplificar demasiado la realidad, lo que limita en gran medida la validez, los resultados y la representación del problema puede hacerse tan complejo que no resulte técnicamente resoluble, o requiera tal cantidad de cálculos y de tiempo que su costo se haga excesivo. En esta categoría se incluyen modelos simples que pueden resolverse a través de procedimientos gráficos o que requieren un bajo nivel de análisis matemático.

² ("Localización de las plantas, Grupo de Ingeniería de Organización,")

2. Los métodos heurísticos establecen una serie de reglas o procedimientos que facilitan la búsqueda de una solución satisfactoria, reducen significativamente el esfuerzo computacional, el tiempo y el costo de la resolución. Existen muchos métodos de este tipo desarrollados para una buena cantidad de situaciones diversas. Frente a su mayor operatividad y eficiencia, el principal inconveniente reside en el hecho de que no aseguran que la solución encontrada sea la mejor de todas. Pero como en las decisiones de localización, el óptimo no tiene por qué existir, en muchas ocasiones puede no compensar la búsqueda de la utópica solución óptima; además, permiten con frecuencia, una representación del problema más realista que la proporcionada por los métodos exactos y hacen posible el tratamiento de problemas para los cuales estos no son aplicables.

3. La simulación parte de la modelización del problema, para posteriormente simular el comportamiento del mismo. La principal ventaja de esta técnica es que permite una representación del problema más aproximada a la realidad, incluyendo multitud de aspectos, variables y parámetros. Como en los casos anteriores, no ofrece una solución óptima al problema, no obstante, es preferible esta solución para un planteamiento del problema en términos más exactos. Una ventaja adicional es que permite comparar diferentes políticas, integrando en el análisis un conjunto de variables interrelacionadas, lo cual ofrece una visión del problema desde una perspectiva más global. La búsqueda de la solución en los modelos de simulación se realiza a través del análisis del impacto de diferentes alternativas en diversas situaciones. La eficiencia y calidad de los resultados dependerán de la exactitud en la representación de la realidad y de la habilidad y conocimientos del usuario para analizar alternativas y situaciones útiles.

Para abordar sobre los tipos de métodos se seleccionó el nombre más común hallado durante la revisión bibliográfica, porque varios autores no brindan la misma denominación (Anexo 5). A continuación se abordan los métodos empleados para localizar instalaciones.

2.6.1 Métodos cualitativos para la localización

Brainstorming³

El *Brainstorming* es probablemente la técnica más antigua y conocida, al menos de nombre. Su creador, *Alex Osborn*, lo describió en su libro *Applied Imagination*, publicado en 1954, aun cuando él ya lo venía utilizando desde el 1939. Sus objetivos principales son: romper las limitaciones habituales del pensamiento y producir un conjunto de ideas entre las que poder escoger.

El *Brainstorming* es útil para atacar problemas específicos, donde hace falta una colección de ideas buenas, nuevas y frescas. Aun cuando *Alex Osborn* recomendaba que el grupo tuviera doce miembros, actualmente está probado que el número ideal es de 4 a 7 personas, aunque también son prácticos los grupos de entre 2 y 10 miembros, además se puede practicar individualmente.

Phillips 66⁴

El Método *Phillips 66* es una variante del *Brainstorming*, en la cual un grupo grande se divide en pequeños grupos de seis personas. Estos tienen seis minutos para generar ideas, que después se comparten entre todos. Los períodos de seis minutos de *Brainstorming* se puede repetir varias veces para permitir la combinación de ideas. Este método es interesante para estimular la creatividad en grupos muy grandes, con los que no se podría llevar a cabo un *Brainstorming*.

Método Delphi⁵

El Método *Delphi* es aplicado en situaciones complejas de problemas de ubicación y distribución en planta. Abarca mucho más que: ubicaciones de una sola instalación, minimización del tiempo de viaje, distancias entre punto de demanda y oferta, minimización de costos, entre otros. Se identifican tendencias, desarrollo y oportunidades; así como los puntos fuertes y débiles de la organización.

Es una técnica prospectiva para obtener información esencialmente cualitativa, pero relativamente precisa, acerca del futuro. Consiste básicamente en solicitar de forma sistemática las opiniones de un grupo de expertos, pero prescindiendo de la discusión

³ Tomado de http://www.innovaforum.com/tecnica/brain_e.htm.

⁴ Tomado de <http://www.innovaforum.com/tecnica/phillips66>

⁵ Tomado de <http://admindeempresas.blogspot.com/2007/12/el-metodo-delphi.html>.

abierta, lo que permite evitar los inconvenientes de esta (influencia de factores psicológicos: persuasión, resistencia al abandono de las opiniones públicamente manifestadas, efecto de la opinión mayoritaria, etc.)

El Método *Delphi* sustituye el debate directo, por un programa cuidadosamente elaborado de preguntas recogidas en un cuestionario enviadas a los distintos expertos. Introduce un procedimiento de retroalimentación o reconsideración de las respuestas dadas en un primer momento.

Los expertos pueden ser preguntados sobre las razones que tuvieron para manifestar determinadas opiniones y luego presentar a cada uno un resumen del conjunto de razones, invitándole a reconsiderar y revisar, en su caso, las estimaciones que hizo. Este interrogatorio y la posterior retroalimentación pueden estimular a los expertos con el fin de considerar aquellos factores que pudieron pasar por alto en una primera reflexión por no estimarlos importantes, luego de varias interacciones se alcanza el consenso.

Para valorar el nivel de consenso se determina el coeficiente de concordancia (C) mediante la ecuación 1:

$$C = (1 - V_n / V_t) 100 \quad (1)$$

Donde:

C: coeficiente de concordancia

V_n: votos negativos

V_t: Votos totales

Existe consenso cuando se cumple que: $C \geq 75\%$.

Métodos de evaluación por factores no cuantificables (Diéguez, 2006)

El Método de los Antecedentes Industriales

Este método supone que, si en una zona se instala una planta de una industria similar, por ejemplo, esta será adecuada para el Proyecto. Como pudieran expresar algunos directivos: "Si el lugar era el mejor para empresas similares en el pasado, para nosotros también ha de ser el mejor ahora". Las limitaciones de este método son obvias, se realiza un análisis estático cuando se requiere uno dinámico.

Criterio del Factor Preferencial

No más objetivo es el criterio del Factor Preferencial, que basa la selección en la preferencia personal de quién debe decidir (ni siquiera del analista). Así, el deseo de vivir en un lugar determinado puede relegar en prioridad a los factores económicos al adoptar la decisión final.

Criterio del Factor Dominante

Este criterio, más que una técnica, es un concepto, puesto que no otorga alternativas a la localización, el factor dominante es el que escoge. Es el caso de la minería o el petróleo, donde la fuente de los minerales condiciona la ubicación. La única alternativa que queda es, no instalarse.

2.6.2 Métodos cuantitativos para la localización

A continuación se expone la base teórica de varios métodos de localización que permiten determinar el mejor emplazamiento para la ubicación de instalaciones, según los distintos problemas de localización o las necesidades específicas para la ubicación. De ellos se confeccionó un compendio de ejercicios resueltos y propuestos que contribuirán a la mejor comprensión y ejercitación de los estudiantes, estos formarán parte del LT de DP. En el anexo 6 se muestra un ejercicio resuelto por cada método que se analiza, lográndose una mejor complementación entre la teoría y la práctica.

1. Método de los factores ponderados (Schroeder, 1993)

Este modelo permite una fácil identificación de los costos difíciles de evaluar que están relacionados con la localización de instalaciones.

Los pasos a seguir son:

1. Desarrollar una lista de factores relevantes (factores que afectan la selección de la localización).
2. Asignar un peso a cada factor para reflejar su importancia relativa en los objetivos de la compañía.
3. Desarrollar una escala para cada factor (por ejemplo, 1-10 o 1-100 puntos).
4. Hacer que la administración califique cada localidad para cada factor, utilizando la escala del paso anterior.
5. Multiplicar cada calificación por los pesos de cada factor y totalizar la calificación

para cada localidad.

6. Hacer una recomendación basada en la máxima calificación en puntaje, considerando los resultados de sistemas cuantitativos también.

El valor de la puntuación se obtiene utilizando la ecuación 2.

$$P_j = \sum_{i=1}^m W_i \cdot P_{ij} \quad (2)$$

donde:

P_j : puntuación global de cada alternativa j

W_i : peso de cada factor i

P_{ij} : cada uno de los factores

Ventajas:

- Sencillez de los cálculos y de la interpretación del procedimiento
- Radica en explicitar el proceso de razonamiento intuitivo del decisor para que pueda ser conocido por todos, facilitando el debate y la coherencia en el juicio
- Pueden ser empleados una gran variedad de factores
- Proporciona objetividad al proceso de identificación de costos difíciles de evaluar que están relacionados con la localización.

Desventajas:

- Ofrece puntuaciones muy deficientes en algunos factores, las cuales pueden ser compensadas por otras muy altas en otros
- Brinda preferencia a aquellas alternativas de localización que no tienen baja puntuación en ninguno de los factores
- Es difícil verificar la relación de no dependencia entre los factores. Lo que origina decisiones desacertadas.

2. Método de la Media geométrica (Domínguez Machuca, 1995)

Este método surge con el objetivo de evitar que puntuaciones muy deficientes en algunos factores sean compensadas por otras muy altas en otros, lo que ocurre en el método de los factores ponderados. En esta técnica se emplean ponderaciones exponenciales en vez de lineales y se utiliza el producto de las puntuaciones en cada

factor en vez de la sumatoria. Se hace una recomendación basada en la máxima calificación del puntaje. La puntuación global de cada alternativa queda expresada en la ecuación 3:

$$P_i = \prod P_{ij}^{w_j} \quad (3)$$

donde:

P_i : puntuación global de cada alternativa j

P_{ij} : puntuación de las alternativas j por cada uno de los factores i

W_i : peso ponderado de cada factor i

Ventaja:

- Evita que puntuaciones muy deficientes en algunos factores sean compensadas por otras muy altas en otras.

Más las mencionadas para el método de factores ponderados.

3. Modelo Global de la localización (Diéguez, 2006)

Su principal objetivo es solucionar el problema multidimensional de la localización y es empleado para ubicar una planta. En este modelo se clasifican los criterios que influyen en la localización según la estructura del mismo, así como la cuantificación de los criterios y realiza el intercambio entre ellos.

La estructura del modelo es la siguiente: para cada lugar i , se define una medida de localización (LMi) que refleja los valores relativos para cada uno de los criterios, su forma de cálculo se muestra en la ecuación 4:

$$LMi = CFMi \cdot [X \cdot OFMi + (1 - X) \cdot SFMi] \quad (4)$$

donde:

$CFMi$: medida del factor crítico para el lugar i , es igual a 0 ó 1.

$OFMi$: medida del factor objetivo para el lugar i

$$0 \leq OFMi \leq 1 \text{ y } \sum_i OFMi = 1$$

$SFMi$: medida del factor subjetivo para el lugar i .

$$0 \leq SFMi \leq 1 \text{ y } \sum_i SFMi = 1$$

X : peso de decisión del factor objetivo ($0 \leq X \leq 1$)

La medida del factor crítico ($CFMi$) es la suma de los productos de los índices de los factores críticos individuales para el lugar i , respecto al factor crítico j . Como el índice del factor crítico para cada lugar es 0 ó 1, dependiendo de que el lugar sea adecuado o no para el factor, si cualquier índice del factor crítico es 0, entonces $CFMi$ y la medida total de ubicación (LMi) también tienen valor 0. En tal caso se eliminaría el lugar i . Para la localización se escoge la alternativa de menor (LMi) diferente de cero.

Ventajas:

- Caracteriza los factores en críticos, objetivos y subjetivos
- Permite considerar factores de costo tangible e intangible

4. Gráficos de volúmenes, ingresos y costos (Domínguez Machuca, 1995)

Distintos factores cuantitativos pueden expresarse en términos de costo total. Al localizar una determinada instalación pueden ser afectados los ingresos y los costos. El análisis del punto de equilibrio puede ser utilizado para determinar los rangos dentro de los cuales cada alternativa resulta ser la mejor. Este estudio se puede hacer matemática o gráficamente siguiendo los pasos que se enumeran a continuación:

1. Determinar los costos variables y los costos fijos para cada sitio. Recuerde que los costos variables son la parte del costo total que varía en forma directamente proporcional al volumen de la producción.
2. Trazar en una sola gráfica las líneas de costo total para todos los sitios.
3. Identificar los rangos aproximados en los cuales cada una de las localizaciones provee el costo más bajo.
4. Resolver algebraicamente para hallar los puntos de equilibrio sobre los rangos pertinentes.

Ventajas:

- Permite hacer una comparación económica de las alternativas de localización, pues al identificar y graficar costos fijos y variables para cada localización, se puede determinar cuál es la que ofrece el menor costo
- El uso del sistema gráfico tiene la ventaja de ofrecer un rango de volumen sobre el cual se prefiere cada localidad.

5. Método del centro de gravedad (Domínguez Machuca, 1995)

Puede utilizarse para la ubicación de un almacén que demanda servicio a varias tiendas detallistas, para ubicar plantas de fabricación teniendo en cuenta el punto donde se reciben los productos o materias primas y el punto(s) al cual(es) se dirige su salida (destino). Este método tiene en cuenta la localización de los mercados y los costos de transporte. El problema consiste en una localización central que minimice el costo total de transporte (CTT), el cual se supone proporcional a la distancia recorrida y al volumen o peso de los materiales trasladados hacia o desde la instalación, su expresión de cálculo se muestra en la ecuación 5:

$$CTT = \sum c_i \cdot v_i \cdot d_i \quad (5)$$

donde:

c_i : coste unitario de transporte correspondiente al punto i

v_i : volumen o peso de los materiales movidos desde o hacia i

d_i : distancia entre el punto i y el lugar donde se encuentra la instalación

El producto $c_i \cdot v_i$ es igual al peso (w_i) o importancia que cada punto i tiene en el emplazamiento de la instalación.

Para llegar a la solución óptima puede calcularse el centro de gravedad dentro del área marcada por las distintas localizaciones. Las coordenadas que definen ese punto central se determinan empleando las expresiones 6a y 6b:

$$x^* = \sum c_i \cdot v_i \cdot x_i / \sum c_i \cdot v_i \quad (6a)$$

$$y^* = \sum c_i \cdot v_i \cdot y_i / \sum c_i \cdot v_i \quad (6b)$$

Para medir las distancias se puede trabajar sobre un mapa o plano de escala, las más utilizadas son la distancia euclídea y la distancia rectangular.

Cálculo del Centro de Gravedad utilizando distancias euclídeas

La distancia euclídea es la línea recta que une el punto i con el lugar ocupado por la instalación. La distancia se muestra en la ecuación 7:

$$d_i = K \left[(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 \right]^{1/2} \quad (7)$$

Para este tipo de distancia el óptimo se encontraría en las coordenadas que expresan la ecuación 8a y 8b:

$$x^* = \frac{\sum(c_i \cdot v_i \cdot x_i / d_i)}{\sum(c_i \cdot v_i / d_i)} \quad (8a)$$

$$y^* = \frac{\sum(c_i \cdot v_i \cdot y_i / d_i)}{\sum(c_i \cdot v_i / d_i)} \quad (8b)$$

Cálculo del Centro de Gravedad utilizando distancias rectangulares

La distancia rectangular se emplea cuando los desplazamientos se hacen a través de giros de 90°, es decir, siguen el movimiento en dos direcciones, horizontales y verticales, se denomina K al factor de escala y (x,y) al lugar donde esta se encuentra, su valor vendría dado por la ecuación 9:

$$d_i = K(|x - x_i| + |y - y_i|) \quad (9)$$

Para determinar la solución óptima directamente cuando se emplea este tipo de distancia, se utiliza el **modelo de la mediana simple**.

Se siguen los pasos siguientes:

1. Se identifica el valor medio de las cantidades desplazadas ponderadas por sus costes, $c_i v_i / 2$
2. Se ordenan los puntos según su ordenada y según su abscisa, en forma creciente, acumulándose las cargas ponderadas que envían o reciben
3. La ordenada y la abscisa donde quede incluido el valor medio serán las que determinen el punto óptimo.

Ventajas:

- Este método es particularmente útil cuando en la decisión de ubicar son más importantes los costos relacionados con las distancias a recorrer
- Puede ser utilizado para la ubicación de plantas de fabricación o almacenes de distribución respecto a unos puntos de origen, desde donde se reciben los productos o materias primas y a otros de destino, a los cuales se dirige su salida.

Desventajas:

- Las distancias entre puntos se toman como la menor distancia entre dos puntos y no toman en cuenta el estado de las carreteras

- Considera como único factor el costo de la transportación por lo que puede caer en zonas no factibles.

6. Método del transporte (Schroeder, 1993)

Es una técnica de aplicación de la programación lineal, un enfoque cuantitativo que tiene como objetivo encontrar los medios menos costosos (óptimos) para embarcar abastos desde varios orígenes (fábricas, almacenes o cualquier otro de los puntos desde donde se embarcan los bienes) hacia varios destinos (cualquiera de los puntos que reciben bienes). En los problemas de localización, este método se puede emplear para el análisis de la mejor ubicación de un nuevo centro, de varios a la vez, y en general, para cualquier reconfiguración de la red.

Para utilizar el método de transportación hay que considerar los siguientes pasos:

1. Los puntos de origen y la capacidad o abasto por período, para cada uno.
2. Los puntos de destino y la demanda por período para cada uno.
3. El costo de embarque por una unidad desde cada origen hacia cada destino.

El primer paso en el procedimiento de este tipo de problema es establecer una matriz de transportación, la cual tiene como objetivo resumir de manera provechosa y concisa todos los datos relevantes y continuar los cálculos del algoritmo.

Para crear la matriz de transportación deben seguirse los siguientes pasos:

1. Crear una fila que corresponda a cada planta (existente o nueva) que se esté considerando y crear una columna para cada almacén.
2. Agregar una columna para las capacidades de las plantas y una fila para las demandas de los almacenes, e insertar después sus valores numéricos específicos.
3. Cada celda que no se encuentre en la fila de requisitos ni en la columna de capacidad representa una ruta de embarque desde una planta hasta un almacén. Insertar los costos unitarios en la esquina superior derecha de cada una de esas celdas.

En muchos problemas reales, a veces sucede que la capacidad excede a los requisitos r unidades, se agrega una columna (un almacén ficticio) con una demanda de r unidades y los costos de embarque en las nuevas celdas creadas son igual a \$0, pues en realidad esos embarques no se realizan, por lo que representan capacidad de planta

no utilizada. Igualmente, si los requerimientos exceden a la capacidad por r unidades, se agrega una fila más (una planta ficticia) con capacidad de r unidades y se asignan costos de embarque iguales a los costos faltantes de las nuevas celdas. Si estos últimos costos no se conocen o su valor es el mismo para todos los almacenes, se le asigna \$0 por unidad a los costos de embarque de cada celda de la fila ficticia. La solución óptima no resulta afectada, pues el mismo faltante de r unidades se necesita en todos los casos. Para lograr que la suma de todas las capacidades sea igual a la suma de todas las demandas es que se añade una planta ficticia o un almacén ficticio. Algunos paquetes de software los añaden automáticamente cuando el usuario introduce los datos.

Cuando la matriz inicial está conformada, el objetivo es establecer el patrón de asignación de menor costo que satisfaga todas las demandas y agote todas las capacidades. Este patrón se determina mediante el método de transporte, el cual garantiza que se hallará la solución óptima. La matriz inicial se completa con una solución que cumpla dos condiciones: sea factible y satisfaga las demandas de todos los almacenes y agote las capacidades de todas las plantas. Luego se crea una nueva matriz con una solución nueva, teniendo esta un costo total más bajo. Este procedimiento iterativo se debe realizar hasta que no sea posible mejorar la solución anterior, cuando esto ocurra la solución óptima se ha encontrado.

En este método es obligatorio que se cumpla que el número de embarques no iguales a 0 en la solución óptima nunca sea mayor que la suma del número de planta y almacenes menos 1. En el caso que se emplee un paquete de software sólo se introducen los datos correspondientes a la primera matriz.

Ventajas:

- Es un método de bastante precisión que permite identificar la alternativa de localización de costo más bajo, además de determinar las mejores rutas de envíos entre fábricas y almacenes.

7. Método de la esquina noroeste (Diéguez, 2006)

Este método se emplea para encontrar una solución factible inicial al problema del transporte y su uso comienza cuando los datos están reflejados en la Tabla (Matriz). Es

necesario comenzar en la celda superior izquierda (o esquina noroeste de la tabla) y asignar unidades a las rutas de embarque de la siguiente manera:

1. Terminar el abasto (capacidad de la fábrica) de cada renglón antes de moverse hacia abajo, al siguiente renglón.
2. Terminar los requerimientos (almacén) de cada columna antes de moverse a la siguiente columna, hacia la derecha.
3. Verificar que todos los abastos y las demandas se hayan cumplido.

Desventaja:

- Con la aplicación de este método es poco casual obtener la solución óptima.

8. Heurístico de Ardalán (Ardalán, 1984)

Es un modelo sencillo, más bien intuitivo, que con un número reducido de cálculos llega a una solución satisfactoria, que no ha de ser necesariamente la óptima. Está asociado a problemas muy comunes en organizaciones de servicio donde hay que decidir cuántos establecimientos de localizar dentro de una determinada área geográfica y dónde localizarlos.

El objetivo de este método es encontrar instalaciones que puedan atender a todas las comunidades al menor costo ponderado de viajes-distancia, se utiliza cuando se desea ubicar instalaciones para prestarle atención al mercado, en el cual la población está uniformemente distribuida dentro de los límites de la comunidad. Se necesita conocer el posible uso de las instalaciones por parte del mercado y los factores de ponderación que reflejan la importancia relativa de atender a los miembros del mercado en cada comunidad.

Procedimiento:

1. Construir con los datos iniciales una tabla de distancia-población-ponderada, multiplicando las distancias por la población y el factor de ponderación.
2. Sumar las cantidades de cada columna y elegir el sitio con el costo distancia-población-ponderada más bajo y localizar una inversión aquí.
3. Hallar la matriz costo-ajustada. Para cada fila comparar el costo de cada entrada con el costo de la entrada de la localidad ya seleccionada:
 - Si el costo es menor, no cambiarlo

- Si el costo es mayor sustituir el costo de dicha entrada por el costo de la entrada de la localidad ya seleccionada.

4. Si se desea localizar otra inversión, se vuelve a sumar las columnas y se elige la de menor costo.

5. Si se quiere localizar una tercera inversión calcular la matriz costo-ajustada y sumar las columnas (Pasos 3 y 4).

9. Modelo de Huff (Padrón Robaina, 2013)

Plantea explícitamente el supuesto realista de que las personas pueden comprar en más de un punto de venta, por lo que se necesita determinar la probabilidad de que un cliente vaya de compras. Se emplea para la localización de centros comerciales, tiendas minoristas. El modelo se expresa en la ecuación 10:

$$N_{ik} = P_{ik} * C_i = \frac{S_k / T_{ik}^A}{(S_1 / T_{i1}^A) + (S_2 / T_{i2}^A) + \dots + (S_n / T_{in}^A)} * C_i \quad (10)$$

donde:

N_{ik} : número de clientes de la zona i que se espera que acudan a comprar al lugar k

P_{ik} : probabilidad de que un cliente de la zona i acuda a comprar al lugar k

S_j : tamaño del local situado en j

T_{ij} : tiempo necesario para que un cliente se desplace de la zona i al lugar j

A : parámetro que refleja el efecto del tiempo de desplazamiento sobre el comportamiento de los clientes en la compra; estos valores deben estar entre 2 y 3,2.

Este modelo es más adecuado cuando el número de establecimientos sobre los que se tiene información actual es reducido.

Desventaja:

- No aplicable a destinos turísticos. Los consumidores disponen de múltiples elecciones para ir a comprar en la distancia máxima a la cual estarían dispuestos a desplazarse.

10. Ley de Gravitación del Comercio al Detalle (Diéguez, 2006)

Establece que la proporción de las ventas totales atraídas de una localidad intermedia por dos ciudades diferentes es directamente proporcional al volumen de sus

poblaciones efectivas e inversamente proporcionales al cuadrado de las distancias existentes entre dicha localidad y las dos ciudades consideradas. La expresión matemática se muestra en la ecuación 11:

$$\left[\frac{V_A}{V_B} \right] = \left[\frac{P_A}{P_B} \right]^N * \left[\frac{D_B}{D_A} \right]^n \quad (11)$$

donde:

V_A, V_B : proporción de ventas que las ciudades A y B atraen respectivamente de la localidad intermedia X

P_A, P_B : habitantes de las poblaciones A y B

D_A, D_B : distancia kilométrica desde las localidades A y B a la población intermedia X

Los exponentes N y n son los factores que ponderan la importancia relativa de la población y la distancia debe determinarse en cada caso particular.

Ventajas:

- Analizan la conducta de compra en relación a centros comerciales urbanos y regionales.

Desventajas:

- Metodología no aplicable dentro de zonas metropolitanas.

2.7 Validación de la bibliografía propuesta y valoración social

Para determinar el estado de pertinencia de la bibliografía propuesta se empleó el método de expertos, el cual fue utilizado para determinar la opinión de distintos especialistas acerca de la conformación de los capítulos que formarán parte del LT básico de la asignatura DP. Los especialistas seleccionados fueron siete, los cuales imparten la asignatura en las universidades de La Habana, Matanzas, Villa Clara y Cienfuegos y sustentan la categoría científica de máster o doctor en ciencias técnicas, a estos se les aplicó una encuesta y el diseño de la misma se muestra en el Anexo 7. Para validar los resultados de las encuestas aplicadas, se utilizó el software SPSS versión 15.0, con el que se determinó que existe concordancia entre la opinión de los expertos (Coeficiente de concordancia de Kendall=0,81) y que la encuesta utilizada es fiable para el estudio (Alfa de Cronbach=0,79) por lo que se comprobó que el diseño y contenido de los capítulos es adecuado para conformar el LT de DP.

Valoración social

Con la realización de la presente investigación se obtienen impactos significativos desde el punto de vista social. El capítulo “Localización de instalaciones” formará parte del LT básico de la asignatura DP, lo cual contribuye a la mejora del PEA en la misma. Estudiantes y profesores contarán con un medio de consulta que integre los contenidos fundamentales de la materia, lo que traerá consigo que las conferencias se desarrollen con mayor dinamismo. El uso del LT facilitará el estudio y trabajo independiente de los estudiantes y servirá de base de referencia para los profesionales, que realicen investigaciones científicas afines al tema.

CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación se arriban a las conclusiones siguientes:

1. Se cumplió el objetivo de la investigación al desarrollar el capítulo “Localización de instalaciones” para formar parte del libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta.
2. La revisión bibliográfica permitió determinar los componentes fundamentales del libro de texto para facilitar la comprensión y asimilación del contenido en el capítulo elaborado.
3. La confección del capítulo “Localización de instalaciones” permitió integrar los contenidos del tema y conocer los métodos según el tipo de problema de localización o necesidades específicas, que permiten determinar el mejor emplazamiento para la ubicación de instalaciones.
4. Los ejercicios elaborados responden a las tendencias actuales de la política económica de la sociedad cubana y sirven de guía y ejercitación para la autopreparación de los estudiantes y otros profesionales interesados.
5. Se validó el contenido del capítulo propuesto a través del criterio de expertos, el cual arrojó resultados que permitieron considerarlo apropiado para integrar el libro de texto básico de Distribución en Planta.

RECOMENDACIONES

Luego de analizar las conclusiones anteriores se proponen las recomendaciones siguientes:

1. Tener en cuenta los resultados de la investigación para la conformación del libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta.
2. Continuar las tareas pertinentes para la futura edición del libro de texto básico de la asignatura.
3. Ampliar el estudio realizado mediante el análisis de los *software* informáticos y su aplicación en los problemas de Distribución en Planta.
4. Extender la experiencia de este trabajo a otras asignaturas impartidas en la universidad, que presentan una situación similar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ardalán, A. (1984). *An Efficient Heuristic for Service Facility Location. Proceeding North-east AIDS.*
2. Álvarez de Zayas, C. (1995). *La pedagogía como ciencia (Epistemología de la educación).* La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
3. Álvarez de Zayas, C. (1996.). *Hacia una escuela de excelencia.* Sucre, Bolivia.
4. Álvarez Zayas, C. (1999). *Didáctica. La escuela en la vida (Vol. Tercera Edición).* La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
5. Apple, M. (1993). *El libro de texto y la política cultural.* Revista de Educación.
6. Arias Moreira, M. (1991). *Los medios, los profesores y el currículo.*
7. Ballou, R. (1992). *Logistics Management Prentice Hall: Englewood Cliffs.*
8. *Brainstorming.* Consultado: Marzo 2016, disponible en: http://www.innovaforum.com/tecnica/brain_e.htm.
9. Bravo Ramos, J. (2004). *Los medios de enseñanza: clasificación, selección y aplicación.* Madrid.
10. Buffa Elwood, S. (1981). *Administración de Operaciones. La Administración de Sistemas Productivos (Vol. I).* Universidad de California, Los Ángeles: Editorial Limusa, México.
11. Chase, R.B. y Aquilano, N. J. (1994). *Fundamentals of Operations Management.* Irwin, E.U.A.
12. Colectivo de Autores. (1966). *Los medios didácticos en la enseñanza universitaria.* Madrid. *Didáctica* (Vol. II). La Habana: Editorial Pedagógica.
13. Colectivo de Autores. (1984). *Pedagogía.* La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
14. Colom, A., Sureda, J. y Salinas, J. (1988). *Tecnología y medios educativos.* Madrid. Cincel.
15. Corominas Vallhonrat, A. (1991). *Localización, distribución en planta y manutención.* Barcelona, España.: FOINSA.
16. Coyle, J. y Langley, C. (1992). *The Management of Business Logistics*

17. Cubero Allende, J. (1976). La selección y la planificación de los medios de enseñanza. *Revista sobre Educación Superior*.
18. Díaz-Canel, M. (2011). Más de Medio Siglo de Universidad en Revolución. . Artículo presentado en Congreso Internacional Pedagogía 2011, Palacio de Convenciones de La Habana.
19. Dilworth, J. B. (1992). *Production and Operations Management: McGraw-Hill*.
20. Domínguez Machuca, J. A. (1995). Dirección de Operaciones: Aspectos Tácticos y Operativos. Mc Graw-Hill Interamericana de España S. A., Madrid.
21. Duarte Hueros, A., Romero Tena, R. y Cabero Almenara, J. (2002). Los libros de texto y sus potencialidades para el aprendizaje. Consultado: Febrero 2016, disponible en: <http://tecnologiaedu.us.es/revistaslibros/public5.htm>.
- a. Addine Fernández, F. (2004). Didáctica: Teoría y práctica. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
22. Gaither, N. y Frazier, G. (2000). Administración de la Producción y Operaciones: Editores Internacional Thomson, México.
23. García Batista, G. (2002). Compendio de pedagogía: Editorial Pueblo y Educación
24. García, F. (2004). Apuntes sobre Localización de instalaciones.
25. Gómez Figueroa, O. (2007). Localización y Distribución en Planta de instalaciones de producción y servicios (Apuntes para un libro de texto) [Plan de estudio Tarea Álvaro Reynoso. Asignatura “Distribución en Planta”. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.
26. González Gómez, R. y Carro Paz, D. (2013). Administración de las Operaciones. Localización de instalaciones. Universidad Nacional de Mar del Plata.
27. Gómez Figueroa, O., Diéguez Matellán, E. y Negrín Sosa, E. (2006). Las decisiones de localización en la Administración de Operaciones. Monografía. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.
28. Gómez Figueroa, O., Negrín Sosa, E y Diéguez Matellán, E. (2006). Métodos de evaluación por factores no cuantificables.

29. Gimeneo, J. (1981). Teoría de la enseñanza y desarrollo del currículo.
30. Ginoris Quesada, O. (2009). Fundamentos Didácticos de la Educación Superior Cubana: Editorial Félix Varela.
31. González Castro, V. (1986). Teoría y práctica de los medios de enseñanza. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
32. González Castro, V. (1993). Diccionario Cubano de Medios de Enseñanza y Términos Afines. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
33. Guilarte Legra, V. (2015). Propuesta metodológica para el diseño curricular de una asignatura. Aplicación parcial en la asignatura Ingeniería de Métodos., Universidad de Holguín. Oscar Lucero Moya, Holguín.
34. Heizer, J. y Render, B. (1991). *Production and Operations Management: Allyn and Bacon*.
35. Heizer, J. y Render, B. (2000). *Productions and Operations Management*. E.U.A.: *Allyn and Bacon*.
36. Hernández Pérez, W. (1986). Fundamentos de la Proyección de Fábricas de Producción de Maquinarias. (Parte I). La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
37. Klingberg, L. (1978). Introducción a la Didáctica General: Editorial Pueblo y Educación
38. Krajewski, R. (1990). *Operations Management*. Addison Wesley, U.S.A.
39. Krajewski, R. (2000). Administración de Operaciones. Estrategia y Análisis (Vol. Quinta Edición). México: Editora Pearson Educación.
40. Localización de las plantas, Grupo de Ingeniería de Organización. Consultado: Marzo 2016, disponible en: gio.uniovi.es/documentos/asignaturas/descargas/1.-Teoria.pdf
41. Llerena Cabrera, J. M. (1983). Estudio comparativo de las clasificaciones de medios de enseñanza., Ciudad de La Habana.
42. Mariño Sánchez, M. (2003). ¿Cómo debe ser la clase en la Universidad Contemporánea? , Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya. Centro de Estudios sobre Ciencias de la Educación Superior (CECES).

43. Mattos, L. A. (1973). *Compendio de Didáctica General*. Buenos Aires: Kapelusz.
44. McClain, J., Thomas, I. L. y Mazzola, J. B. (1992). *Operations Management*. Prentice Hall.
45. Método Delphi. Consultado: Marzo 2016, disponible en: <http://admindeempresas.blogspot.com/2007/12/el-metodo-delphi.html>.
46. Mora, D. (2012). Concepción y características de los libros de textos y otros materiales para el aprendizaje y la enseñanza. Consultado: Febrero 2016, disponible en: <http://scielo.org.bo>.
47. Obst, E. (1965). *El sistema socialista unificado de educación y los medios de enseñanza*. Ciudad La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
48. Padrón Robaina, V. (2013). *Máster de Gestión de Empresas de Servicio*. Dirección de Operaciones.
49. Parcerisa, A. (2007). *Materiales para el aprendizaje, más allá del libro de texto y de la escuela*. *Aula de Innovación Educativa*.
50. Pérez Campaña, M. (2008). *Material auxiliar para la asignatura Sistemas actuales de producción*. *Maestría en Ingeniería Industrial*. Universidad de Holguín: Oscar Lucero Moya, Holguín.
51. Pérez Vallejo, L. M. (Curso: 2014-2015). Programa analítico de la asignatura Distribución en Planta. Plan D. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya.
52. Phillips 66. Consultado: Marzo 2016, disponible en: http://www.innovaforum.com/tecnica/phillips66_e.htm.
53. Plan de estudio para la carrera de Ingeniería Industrial. Plan D. (2011). Ministerio de Educación Superior.
54. Prendes, M. P. (1994). *Potencial educativo de multimedia: Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación para la Educación*. Sevilla, Alfar.
55. Quijano Ponce de León, A. (2003). *Producción, procesos y operaciones*. Capacidad y localización en planta.

56. Resolución 210: Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior (2007).
57. Richards, J. C. (1993). *Beyond the textbook: the role of commercial materials in language teaching. RELC Journal.*
58. Richaudeau, F. (1981). Concepción y producción de manuales escolares. Guía Práctica. Santafé de Bogotá: Editorial de la Unesco.
59. Sánchez Meleán, J. (2005). El gran recurso instruccional: el libro de texto. *Telos.*
60. Sandiford Rodríguez, A. C. (2011). Material Bibliográfico en la Unidad #5 Medios Monetarios en la asignatura Contabilidad. Universidad de Ciencias Pedagógicas: José de la Luz y Caballero, Holguín.
61. Schroeder, R. (1993). *Administración de Operaciones.* McGraw-Hill.
62. Selander, S. (1990). Libro de texto y construcción de materiales curriculares: Granada: Proyecto Sur de Ediciones.
63. Torres, C. (1974). Historia de temas didácticos. Ciudad La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
64. Zilberstein, J. (2002). Una concepción desarrolladora de la motivación y el aprendizaje de las ciencias. Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
65. Zuev, D. D. (1988). El libro de texto. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

ANEXOS

Anexo 1. Las estrategias de localización de empresas de servicios frente a empresas de producción. Fuente: Elaboración propia a partir de Heizer & Render (2000)

SERVICIO	PRODUCCIÓN
<p style="text-align: center;">Orientada a ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumen de negocios/ingresos • Tipo de zona, poder adquisitivo • Competencia, publicidad, precio 	<p style="text-align: center;">Orientada a costos</p> <p>Costos tangibles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costos de transporte de materia prima • Costo de transporte de productos acabados • Costos de energía y otros suministros • Mano de obra, materias primas e impuestos <p>Costos intangibles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actitud hacia los sindicatos • Calidad de vida • Gastos educativos del estado • Calidad del gobierno regional y local
<p style="text-align: center;">Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelos de regresión para determinar la importancia de determinados factores • Medición del tráfico • Análisis demográfico del área • Análisis del poder adquisitivo del área 	<p style="text-align: center;">Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Método del transporte • Método de los factores ponderados para los intangibles • Análisis del punto muerto • Gráficas comparativas
<p style="text-align: center;">Hipótesis</p> <ul style="list-style-type: none"> • La localización es el mayor determinante de los ingresos • Un elevado contacto con el cliente es crítico • Se deben identificar explícitamente los costos más relevantes para cada lugar a tener en consideración 	<p style="text-align: center;">Hipótesis</p> <ul style="list-style-type: none"> • La localización es el mayor determinante de los costos • Los costos son relativamente constantes para un área determinada, por consiguiente la función de ingresos es crítica • Un bajo contacto con los clientes permite concentrarse en los costos identificables • Los costos intangibles pueden ser evaluados

Anexo 2. Etapas o fases para el procedimiento de localización. Fuente: Elaboración propia a partir de Gómez Figueroa, 2007

Autores	Etapas o fases de localización
Carrol y Dean (1980) citado por Chase y Aquilano (1994) y (2000)	Análisis por áreas geográficas: <ul style="list-style-type: none"> • Región de mercado • Subregión • Comunidad • Sitio
Everett E. Adam & Ronald J. Ebert (1981)	Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Estudio preliminar • Análisis detallado
Salvendy G. (1982)	Proceso de decisión de la Localización: <ul style="list-style-type: none"> • Análisis preliminar • Análisis de localización (área) • Selección del sitio
Woithe y Hernández (1986)	Introduce 4 fases: <ul style="list-style-type: none"> • Planificación territorial • Macrolocalización • Microlocalización • Proyección del plan general
Pérez Gorostegui E. (1990)	Análisis por problemas de localización
Hopeman (1991)	Proceso de decisión: <ul style="list-style-type: none"> • Consideraciones regionales • Elección de la comunidad • Elección del local
Esteban Fernández (1993)	Selección de un emplazamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Decisión de ubicar dentro o fuera del país • Selección geográfica • Análisis de provincias específicas • Selección del sitio
Domínguez Machuca (1995)	Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Análisis preliminar • Búsqueda de alternativas • Evaluación de alternativa • Selección de la localización
Gaither & Fraizier (2000)	Selección de una ubicación. Secuencia de decisiones donde se pueden incluir la de los niveles geográficos. <ul style="list-style-type: none"> • Decisión de tipo regional • Decisión en nivel comunidad • Decisión de localidad
Bitlel, L. / Ramsey, J. (2001)	Localización de la empresa: <ul style="list-style-type: none"> • Área general de preferencia (país, regiones, estados, condados, ciudades) • Selección del emplazamiento (parcelas de terrenos individuales)

Anexo 3. Factores que afectan la localización de instalaciones. Fuente: Adaptado de Diéguez, Gómez y Negrín, 2006

Autor	Factores de Localización
Hopeman (1991)	<p>Por niveles geográficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunidad: (preferencias administrativas, instalaciones y actitudes de la comunidad, gobiernos e impuestos, disponibilidad de locales, atractivos financieros) • Local: (tamaño, drenaje y condiciones del suelo, suministros del agua, servicios públicos, eliminación de desperdicios, consideraciones ambientales, medios de transporte, costos de terreno y desarrollo) <p>Otros factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costos de operación: (materia prima, impuestos, construcción, terreno, instalaciones, fuerzas) • Costos de embarque de materia prima y productos terminados • Potencial de expansión • Mercadotecnia • Mercado a servir • Localización de fuentes de MP • Tipo de mano de obra a utilizar • Métodos de transporte • Tamaño del terreno para presente y futura expansión • Tipo de energía para producción • Condiciones climatológicas
Pérez Gorostegui	<ul style="list-style-type: none"> • Costo: (del terreno, local y equipo, de materia prima y otros materiales, de mano de obra, de servicios necesarios, de transporte) • Impuestos y seguros • Garantías de continuidad en el suministro de materia prima y otros materiales de producción • Disponibilidad de mano de obra con el nivel calificado • Relaciones laborales y sindicales, y la conflictividad social • Disposiciones y reglamentos de las entidades oficiales de la localidad • Nivel y calidad de vida: (clima, disponibilidad de viviendas y servicios, lugares de recreo) • Número de clientes que se desplacen

Anexo 3. Factores que afectan la localización de instalaciones. (Continuación)

Autor	Factores de Localización
Domínguez Machuca (1995)	<ul style="list-style-type: none"> • Las fuentes de abastecimiento: (necesidad de asegurar el abastecimiento, cuando los <i>inputs</i> son perecederos, por razones de transporte) • Mercados: (razones de índole competitivo, productos finales perecederos o frágiles, razones económicas ligadas a los costos de transporte, criterios del cliente) • Medios de transporte y comunicación: (el transporte por agua, el ferrocarril, por carreteras, el aéreo) • La mano de obra • Los suministros básicos • La calidad de vida • Las condiciones climatológicas de la zona • El marco jurídico • Los impuestos y los servicios públicos • Las actitudes hacia la empresa • Los terrenos y la construcción <p>Por niveles geográficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nación/Región: (tamaño potencial y localización de los mercados, disponibilidad, costos y calidad de las materias primas, sistema de transporte e infraestructuras, clima económico, social y político, legislación e impuestos) • Ciudad/Localidad: (mano de obra, clima y condiciones medioambientales de la zona, medios de transporte y comunicaciones, calidad de vida, servicios públicos, actitudes de la comunidad, incentivos fiscales) • Emplazamiento: (legislación sobre ordenación urbanística, suministros de agua y energía, costos del sueldo y la construcción, acceso a vías principales de comunicación, impacto ambiental) <p>Por métodos de localización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresos • Costos (laborales, de instalación, de transporte) • Proximidad a proveedores • Transportes • Impuestos • Número de instalaciones • Variedad del producto • Políticas de nivel de servicio, de inventarios y otras que se afecten por la localización • Los consumos y las demandas • Modos de transporte

Anexo 3. Factores que afectan la localización de instalaciones. (Continuación)

Autor	Factores de Localización
Heizer & Render (1996)	<ul style="list-style-type: none"> • Productividad laboral: (entrenamiento del personal, educación, hábitos de trabajo) • Costos tangibles: (mano de obra, impuestos, depreciación, transporte) • Costos intangibles • Clima • Calidad de vida • Políticas fiscales del gobierno local y estatal: (incentivos, impuestos, compensación por desempleo) • Disponibilidad de mano de obra: (actitudes, edad, distribución, habilidades) • Proximidad a las materias primas y proveedores • Proximidad a los mercados • Reglamentos ambientales • Servicios y sus costos: (gas, electricidad, agua) • Costos del lugar: (tierra, expansión, estacionamiento, drenaje)
Schroeder (1995)	<ul style="list-style-type: none"> • Costos: (de terreno, edificio y equipo, de transportación, de utilidad, impuestos y seguros, laborales) • Actitudes de la comunidad • Relaciones laborales y sindicales • Relaciones con el gobierno • Oferta de mano de obra • Reglamentos gubernamentales • Calidad de vida: (clima, escuelas, ambiente, recreación, etc.) • Impacto ambiental • Reacción de la competencia • Número de clientes en la región • Tamaño de la instalación • Tiempo de recorrido • Modo de transporte • Densidad de llamadas. • Velocidad de viajes. • Reglas de despacho • Número de vehículos disponibles

Anexo 3. Factores que afectan la localización de instalaciones. (Continuación)

Autor	Factores de Localización
Vallhonrat Corominas (1991)	<p>Según niveles geográficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • País o área geográfica: (disponibilidad y costo de recursos naturales, transporte, comunicaciones, mano de obra, estabilidad política, discriminación de empresas extranjeras, disponibilidad de capital local, posibilidad de repartición del beneficio y del capital, estabilidad monetaria, convertibilidad de la moneda, estabilidad de precios, aranceles, impuestos, regulaciones medioambientales) • Región: (accesibilidad a las fuentes de materias primas, mano de obra y salarios, disponibilidad y costos de energía, accesibilidad a mercados, transporte y comunicaciones, clima, fiscalidad y otros factores económicos, servicios) • Localidad y emplazamiento: (transporte, mano de obra, espacio para expansión, actitud de la comunidad, proximidad a fuentes de aprovisionamiento, medios de transporte y costo de los mismos, condiciones de vida, posibilidad de deshacerse de los desechos, proximidad a los mercados, proximidad a centros de enseñanza universitaria, posibilidad de publicidad en las vías de acceso, suministro de energía, posibilidad de conservar la mano de obra, relaciones de los obreros con la empresa, disponibilidad de combustible, nivel salarial, estructura impositiva, factores religiosos, disponibilidad de personal ejecutivo o técnico, proximidad a centros de investigación, disponibilidad de viviendas, comunicaciones, clima, experiencias favorables de instalaciones similares. coste de las viviendas y edificios en general, políticas locales, legales e impositivas)
Woithe y Hernández (1986)	<ul style="list-style-type: none"> • Naturales: (fuentes de materia prima, estructura geológica del terreno, clima, agua, posibilidades de vías naturales de transporte) • Técnicos: (carreteras y calles, vías férreas, suministros de energía y combustible, suministro de agua, drenaje y canalización, etc.) • Económicos: (fuerza de trabajo, suministros, ventas, costos de producción y de inversiones, división y cooperación de trabajo, etc.) • Sociales y otros: (viviendas y comunales, instalaciones sociales, culturales y deportivas, desarrollo urbano y rural, defensa, etc.) • Cuantificables: (costos de transporte, de producción, de inversiones, etc.) • No cuantificables: (orientación geográfica, dirección predominante de los vientos, situación del terreno respecto a zonas urbanas, distancia a recorrer por los trabajadores desde hogar a fábrica)
Krajewski & Ritzman (2000)	<ul style="list-style-type: none"> • Factores dominantes: (clima favorable, proximidad a los mercados, calidad de vida, proximidad a proveedores y recursos, proximidad a las instalaciones de la empresa matriz, costos aceptable de servicios públicos, impuestos y bienes raíces) • Factores secundarios

Anexo 3. Factores que afectan la localización de instalaciones. (Continuación)

Autor	Factores de Localización
Salvendy	<p>Según las etapas del proceso de decisión de la localización:</p> <p>Análisis regional: (demográficos, incentivos, restricciones, consideraciones internacionales, clima organizacional, preferencias personales, regulaciones del gobierno, atracciones, clima)</p> <p>Análisis de la localización (área)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Factores no cuantificables: (disponibilidad y accesibilidad, mejora de la calidad de vida) • Selección del sitio: (disponibilidad de plantas de servicio, protección contra incendios, transporte público, requerimientos de terreno y edificaciones, accesos a vías férreas, carreteras, aeropuertos, densidad de tráfico) • Factores cuantificables: (transporte de suministros, de producción terminada, utilidades, proceso, materia prima, inventario, almacenamiento, impuestos y seguro)
Esteban Fernández	<ul style="list-style-type: none"> • Costos tangibles: (mano de obra, construcción o alquiler del edificio, impuestos y tasa, gastos de servicio) • Costos intangibles: (clima de negocios imperante en la región, posibilidad de formación, actitud de la mano de obra y de los sindicatos, atributos estéticos y culturales de la zona, distancia al centro urbano) • Que preocupan a las empresas: (niveles de salarios, actividad sindical, ambiente de fabricación, características de la población) <p>Localización dependiendo de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las salidas del proceso: (cercanía al mercado) • Elementos de entrada al proceso: (cercanía a proveedores de materias primas, cercanía a recursos tecnológicos e ingeniería, dimensión del mercado, nivel de calificación de la población, rotación de empleados, selectividad de la fuerza de trabajo, grado de sindicalismo y actitudes empresa-trabajadores, nivel de salario y prestaciones adicionales) • Requisitos del proceso: (servicios públicos, olores desagradables, ruido y contaminantes del medio ambiente en zonas urbanas o suburbanas, condiciones climatológicas, costos de urbanización, costos de transporte de entrada y salida, tránsito urbano) • Factores legales y tributarios: (estructura favorable de impuestos, incentivos tributarios, subvenciones, interés preferentes) • Disponibilidad local • Facilidades de la comunidad: (condiciones de vida, bienestar del trabajador, iglesias, centros comerciales, instalaciones médicas, alojamiento residenciales, oportunidades para el ocio, oportunidades culturales)

Anexo 3. Factores que afectan la localización de instalaciones. (Continuación)

Autor	Factores de Localización
Buffa (1981)	<ul style="list-style-type: none"> • Factores objetivos • Factores críticos • Factores subjetivos • Costos del producto • Costos de distribución • Volumen de producto a transportar • Tiempo de respuesta a la solicitud • Número de clientes en la región • Tiempo de desplazamiento hacia lugar de compra
Gaither & Fraizier (2000)	<p>Por niveles geográficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel mundial: (localización de clientes y proveedores, localización y disponibilidad de mano de obra capacitada y poco costosa, longitud de la línea de suministro de materiales en distancia y tiempo, tiempo de tránsito y costo de transporte, costo de materiales en diferentes naciones, localización de los paraísos fiscales (zonas libres de impuesto), comercio compensatorio (valores de bienes y servicios adquiridos en un país para equilibrar la venta de productos en dicho país), objetivos de contenido local (porcentaje de componentes, por valor y para un producto), estabilidad del gobierno, de la economía y del sistema político, cuotas de exportación e importación y aranceles, tasas de cambio de divisas, sistema de transporte, suministros de energía, sistema de telecomunicaciones, clima, incentivos y restricciones gubernamentales, peculiaridades culturales y económicas) • Región: (concentraciones y tendencias de clientes, disponibilidad y costos de mano de obra, grado de sindicalización, costo de construcción y de los terrenos, suministro y costos de los servicios públicos, disponibilidad del sistema de transporte y costos, disponibilidad y costos de materiales y suministros, clima, incentivos gubernamentales, reglamentos ambientales) • Comunidad: (concentraciones y tendencias de clientes, preferencia de la gerencia, servicios e impuestos de la localidad, actitudes de la localidad hacia nuevas instalaciones, disponibilidad y costos de la mano de obra, disponibilidad y costos de locales, costos de construcción, disponibilidad del sistema de transporte, costos de transporte, disponibilidad de materiales y suministros, así como sus costos, servicios bancarios, reglamentos e impactos ambientales, incentivos gubernamentales) • Sitio: (concentraciones de clientes y tendencias, costos de locales, tamaño de los locales, proximidad a los sistemas de transporte, disponibilidad de servicios públicos, restricción de uso de suelos, proximidad a industrias o servicios relacionados, impacto ambiental, disponibilidad de materiales y suministros y costos, restricciones zonales)

Anexo 4. Clasificación de los métodos. Fuente: Adaptado de Gómez Figueroa, 2007

Autores	Clasificación:	Métodos
<p>Bufa Elwood, S (1981)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modelos para la localización de una planta 2. Efectos de la inversión de capital y del volumen 3. Localización de varias plantas 4. Localización en el extranjero 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de Brown & Gibson • Punto de equilibrio • Programación lineal (Matriz de distribución, Método de transporte) • Simulación • Heurístico • Técnica de ramificación y acotación
<p>Everett E. Adam & Ronald J. Ebert (1981)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modelos cuantitativos 2. Según problemas de localización 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo matemático • Mediana simple • Programación lineal • Simulación
<p>Salvendy, G. (1982)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Procedimientos de ubicación 2. Cuantitativos 3. Otros métodos 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento general de ubicación. • Approach del centro de gravedad. • Approach de programación lineal • Método de Monte Carlos. • Método de programación heurística.
<p>Pérez Gorostegui (1990)</p>	<p>Según problemas de localización:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Instalaciones independientes 2. Varios almacenes y fábricas independientes 3. Centros comerciales 	<ul style="list-style-type: none"> • Método de los factores ponderados • Programación lineal. • Modelo de Huff

Anexo 4. Clasificación de los métodos (Continuación)

Autores:	Clasificación:	Métodos
Ballou.h Ronald (1991)		<ul style="list-style-type: none"> • Método de Weber • Método de la Cuadrícula • Análisis de agrupación • Modelo algorítmico • Mini modelo analítico • Uso combinado de la programación entera y la programación lineal • Simulación y muestreo • Métodos heurísticos (Modelo Kuehn-Hamburger y Modelo DISPLAN) • Lista compensada de factores • Modelo de gravedad (Huff) • Análisis de regresión
Vallhonrat & Corominas (1991)	<p>Según la complejidad de los modelos y las técnicas a utilizar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Problemas en espacio continuo o discreto 2. Problemas de localización de una o varias instalaciones 3. Problemas de localización con o sin interacción 	
Schroeder (1992)	<ol style="list-style-type: none"> 1. De clasificación aditivos o multiplicativos 2. De simulación o transporte 3. Ubicación de comercios competitivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo aditivo o multiplicativo de puntaje • Matriz de transporte de programación lineal (Programación lineal con una estructura espacial). • Modelo de Huff
Fernández Sánchez (1993)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Con valoración objetiva de los factores intangibles 2. Sin valoración objetiva de factores 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo jerárquico de localización, factor preferencial

Anexo 4. Clasificación de los métodos (Continuación)

Autores:	Clasificación:	Métodos
Domínguez Machuca (1995)	1.Exactos 2.Heurísticos 3.Simulación 4.Ubicación de una sola instalación 5.Ubicación de varias instalaciones 6.Localización de tiendas minoristas	<ul style="list-style-type: none"> • Factores ponderados • Centro de gravedad • Mediana simple • Gráficos de volumen, ingresos y costos • Electra I • Método del transporte, programación dinámica o programación entera • Heurística de Ardalán • Simuladores • Preferencia jerárquica • Factores ponderados • Método del transporte • Análisis de regresión estadístico. • Ley de gravitación de comercio. • Modelo de Huff
Chase & Aquilano (2000)	1. Por niveles geográficos: en apoyo al macro análisis <ul style="list-style-type: none"> • Métodos para la toma de decisiones más complejas. 2. Para la ubicación de instalaciones de servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de factores • Programación lineal • Centro de gravedad • Delphi • Modelación por regresión. • Procedimiento heurístico de Ardalán
Gaither & Fraizer (2000)	1. Por tipos de instalaciones y sus factores de ubicación dominantes 2. Análisis de ubicación de menudeo y otros servicios 3. Análisis de ubicaciones para instalaciones industriales 4.Integración de factores cuantitativos y cualitativos	
Krajewski & Ritzman (2000)	1. Métodos de enfoques sobre la base de factores cualitativos 2. Modelos de enfoques sobre la base de factores cuantitativos 3. Otros métodos	Método del puntaje ponderado Método de carga-distancia Análisis del punto de equilibrio Método del transporte <ul style="list-style-type: none"> • Simulación • Heurísticos • Optimización

Anexo 4. Clasificación de los métodos (Continuación)

Autores:	Clasificación:	Métodos
MIT (2001)	1. Problemas clásicos de localización en redes 2. Colas espacialmente distribuidas. con 2 servidores y n servidores 3. Otras aplicaciones de estos métodos	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de media • Problemas de centro • Problemas de requisitos • Modelo de colas “hipercubo” de 2 servidores • Modelo de colas “hipercubo” de n servidores • El problema del camino más corto, (utilizando el algoritmo de etiquetado de nodos de Dijkstra) • El problema del árbol de expansión mínima (MST) • Problema del viajante de comercio • Problema del cartero chino • Método de Crofton
Trespalacios et. al. (s.a)	1. Métodos fundamentados en la analogía 2. Análisis de regresión múltiple 3. Modelos generales de interacción	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos fundamentados en la analogía • Análisis de regresión múltiple • Ley de gravitación del comercio al detalle. • Modelo de Huff
Seppalla (2003)	1. Modelos Normativos 2. Descriptivos 3. Competencia espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Basados en el centro de gravedad • De programación lineal • De simulación • Heurísticas (Método, de Kuehn y Hamburger (1963)) • Teoría del lugar central • De gravedad

Anexo 5. Denominaciones más comunes de los métodos de localización. Fuente: Elaboración propia a partir de Gómez Figueroa, 2007

Métodos	Denominación
Analítico Delphi. (Chase & Aquilano, 2000)	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de Delphi. (Buffa, 1981; Salvendy, 1982)
Media geométrica (Domínguez Machuca, 1995)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo multiplicativo (Pérez Gorostegui, 1990) • Modelo multiplicativo de puntaje (Schroeder, 1992) • No lo nombra (Chase & Aquilano, 2000) • Exponencial
Gráficos de volúmenes, ingresos y costos: análisis del punto muerto (Domínguez Machuca et. al., 1995)	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis del punto de equilibrio.(Buffa, 1981; Heizer & Render, 1996; Krajewski & Ritzman, 2000)
Centro de gravedad. (Salvendy, 1982; Whoite y Hernández, 1986; Domínguez Machuca et. al., 1995; Heizer & Render, 2000; Chase & Aquilano, 2000).	<ul style="list-style-type: none"> • Método de carga-distancia. (Krajewski & Ritzman, 2000).
Transporte (Domínguez Machuca et. al., 1995; Heizer & Render, 1996)	<ul style="list-style-type: none"> • Programación lineal. (Adam & Ebert, 1981; Pérez Gorostegui, 1990) • Problema de programación lineal (resolverlo en una matriz de distribución) (Buffa, 1981) • Modelos económicos-matemáticos. (Woithe & Hernández, 1986) • Programación Lineal (Modelo de transporte de la PL). (Salvendy, 1982) • Matriz o Algoritmo de transporte (Schroeder, 1995) • Programación lineal (Método de transporte de PL) (Chase & Aquilano, 2000)
Heurístico de Ardalán. (Chase & Aquilano, 2000)	<ul style="list-style-type: none"> • Método de programación heurística. (Salvendy, 1982)

Anexo 6. Ejercicios Resueltos

Factores ponderados

Los directivos del Atelier Loanda, entidad dedicada a las confecciones textiles, debido al incremento de sus ventas en los últimos años desea abrir un anexo y cuentan con tres posibles localizaciones. Para el éxito de la decisión han identificado un conjunto de criterios importantes y le han asignado un valor en peso a cada uno, en términos porcentuales. Con estos criterios se procedió a evaluar cada una de las alternativas en una escala de 0 a 10. Todo esto se recoge en la tabla siguiente:

Factores	Peso Relativo (%)	Alternativas		
		A	B	C
1. Proximidad a proveedores	30	7	7	10
2. Disponibilidad de recursos laborales	30	5	9	7
3. Transportes	20	9	6	6
4. Impuestos	15	6	6	7
5. Costos de instalación	5	7	8	4
Puntuación total	100	6,65	7,30	7,45

Solución:

Para determinar la ubicación más conveniente para abrir el local se deben determinar

los valores de la puntuación a través de la expresión $P_j = \sum_{i=1}^m W_i \cdot P_{ij}$. La puntuación total

recibida para cada alternativa se obtiene como:

$$P_A = 0,30 \times 7 + 0,30 \times 5 + 0,20 \times 9 + 0,15 \times 6 + 0,05 \times 7 = 6,65$$

$$P_B = 0,30 \times 7 + 0,30 \times 9 + 0,20 \times 6 + 0,15 \times 6 + 0,05 \times 8 = 7,30$$

$$P_C = 0,30 \times 10 + 0,30 \times 7 + 0,20 \times 6 + 0,15 \times 7 + 0,05 \times 4 = 7,45$$

Los resultados se resumen en la tabla siguiente:

Factores	Peso Relativo (%)	Alternativas		
		A	B	C
1. Proximidad a proveedores	30	2,10	2,10	3,00
2. Disponibilidad de recursos laborales	30	1,50	2,70	2,10
3. Transportes	20	1,80	1,20	1,12
4. Impuestos	15	0,90	0,90	1,05
5. Costos de instalación	5	0,35	0,40	0,02
Puntuación total	100	6,65	7,3	7,55

Las alternativas B y C parecen ser mejores que A, por lo que se puede rechazar esta última. Entre las 2 restantes, hay una pequeña diferencia a favor de C, vemos que C tiene la ventaja principal de estar muy próxima a la fuente de abastecimientos de materia prima, lo cual es un factor importante, mientras que su punto débil es el costo de instalación que es bastante elevado. Por su parte las ventajas de B residen en los costos laborales y los costos de instalación que son mejores que los de C; en los demás criterios, transporte e impuestos, ambas están muy igualadas. A la vista de esto podría ofrecerse a los directivos del Atelier Loanda las alternativas B y C como factibles para que ellos decidan en función de otros elementos. No obstante hay que señalar que según el método aplicado la alternativa C parece la más adecuada, pero la alternativa B no presenta ningún punto débil tan marcado como C, lo que podría decantar la decisión en su favor.

Media Geométrica

2. En la Empresa Holplast cuya actividad fundamental es la producción de tuberías plásticas, se está valorando la posibilidad de ampliar sus departamentos debido al creciente aumento de las producciones. La dirección dispone de tres alternativas de ubicación, se desea que usted seleccione la óptima. Emplee en su análisis el método de Media geométrica, la información se muestra en la tabla siguiente:

Factores de localización	Ponderación del factor	Alternativas		
		A	B	C
1. Disponibilidad de mano de obra	0,28	4	6	3
2. Costos de instalación	0,22	5	4	4
3. Sistema de transporte	0,19	2	3	3
4. Proximidad a la fábrica central	0,16	5	4	4
5. Proximidad a los proveedores	0,15	2	5	3

Solución:

Para determinar la ubicación más conveniente para ampliar las localizaciones se deben determinar los valores de la puntuación a través de la expresión $P_i = \prod P_{ij}^{w_j}$

$$P_A = 4^{0,28} \times 5^{0,22} \times 2^{0,19} \times 5^{0,16} \times 2^{0,15} = 3,41$$

$$P_B = 6^{0,28} \times 4^{0,22} \times 3^{0,19} \times 4^{0,16} \times 5^{0,15} = 4,38$$

$$P_C = 3^{0,28} \times 4^{0,22} \times 3^{0,19} \times 4^{0,16} \times 3^{0,15} = 3,36$$

Según los resultados obtenidos la ubicación óptima para ampliar las localizaciones es la alternativa B.

Modelo Global de Localización

3. Un cuentapropista que presta servicios de venta de información digital, pretende abrir un anexo de su negocio, para ello cuenta con varias alternativas de localización en algunos repartos de la provincia de Holguín (Pueblo Nuevo, Villa Nueva, Alcides Pino, Vista Alegre y Reparto Peralta). Para determinar cuál será la mejor ubicación se recogió la información que se muestra en las siguientes tablas. El peso relativo de los factores objetivos es de $\alpha=0,6$ y el de los subjetivos es de $\alpha=0,4$.

Factores Críticos			
Repartos	Población	Infraestructura Industrial	Red de Comunicación
P. Nuevo	1	1	1
V. Nueva	1	1	1
A. Pino	1	0	0
V. Alegre	1	1	1
R. Peralta	0	1	1

Factores Objetivos					
Repartos	Costos de construcción	Costos de transporte	Carga impositiva	Costo de mantenimiento	Total
P. Nuevo	5,0	0,50	1,0	0,75	7,25
V. Nueva	5,5	0,55	0,5	0,5	7,05
A. Pino	6,0	0,75	0,75	0,5	8,0
Vista Alegre	4,5	1,0	0,5	0,5	6,5
R. Peralta	5,0	0,50	1,0	0,5	7,0

Factores subjetivos					
Repartos	Clima	Infraestructura de servicio	Infraestructura Educativa	Capacitación de F. Trabajo	Total
P. Nuevo	2	5	1	5	13
V. Nueva	3	2	2	4	11
A. Pino	2	3	3	3	11
V. Alegre	4	4	4	2	14
R. Peralta	3	1	5	1	10

Determine la mejor alternativa de localización para abrir el anexo del negocio teniendo en cuenta la información suministrada.

Solución:

En la siguiente tabla se muestran los cálculos realizados:

Repartos	F.C	F.O	F.S (5*4)	$ILi = FCi [\alpha * FOi + (1 - \alpha) * FSi]$
P. Nuevo	$1*1*1=1$	$7,25/8=0,91$	$13/20=0,65$	$1*[0,6*0,91+(1-0,4)*0,65]=0,94$
V. Nueva	$1*1*1=1$	$7,05/8=0,88$	$11/20=0,55$	$1*[0,6*0,88+(1-0,4)*0,55]=0,86$
A. Pino	$1*0*0=0$	$8/8=1$	$11/20=0,55$	0
Vista Alegre	$1*1*1=1$	$6,5/8=0,81$	$14/20=0,7$	$1*[0,6*0,81+(1-0,4)*0,7]=0,91$
R. Peralta	$0*1*1=0$	$7/8=0,88$	$10/20=0,50$	0

El mejor reparto según el método de localización es Villa Nueva porque es el que tiene el menor ILi diferente de cero.

Gráficos de volúmenes, ingresos y costos

4. Se está proyectando la construcción de una nueva planta de azulejos. Se pretende que los niveles de ingreso sean similares a la que actualmente se encuentra en explotación por lo tanto la ubicación se realizará en función de los costos. En este proceso de decisión la administración está valorando dos posibles alternativas, de las que se ha estimado que los costos fijos y variables se comportan de la forma siguiente:

Ubicación	Costos fijos (P)			
	Alquileres	Impuestos	Producción	Otros
A	2000,00	800,00	7200,00	3000,00
B	1000,00	800,00	6000,00	3200,00

Costos variables (\$/u)			
Materiales	Mano de obra	Transportes	Otros
0,08	0,12	0,03	0,01
0,19	0,30	0,10	0,08

Solución:

Para dar solución al ejercicio se procede primero a determinar los costos por ubicaciones.

Costos	Ubicaciones	
	A	B
Costos fijos	13 000,00	11 000,00
Costos variables unitarios	0,24	0,67

Sustituyendo en la ecuación de costo total $CT = CV \cdot x + CF$ se tiene que:

$$CT_A = 0,24u + 13\ 000$$

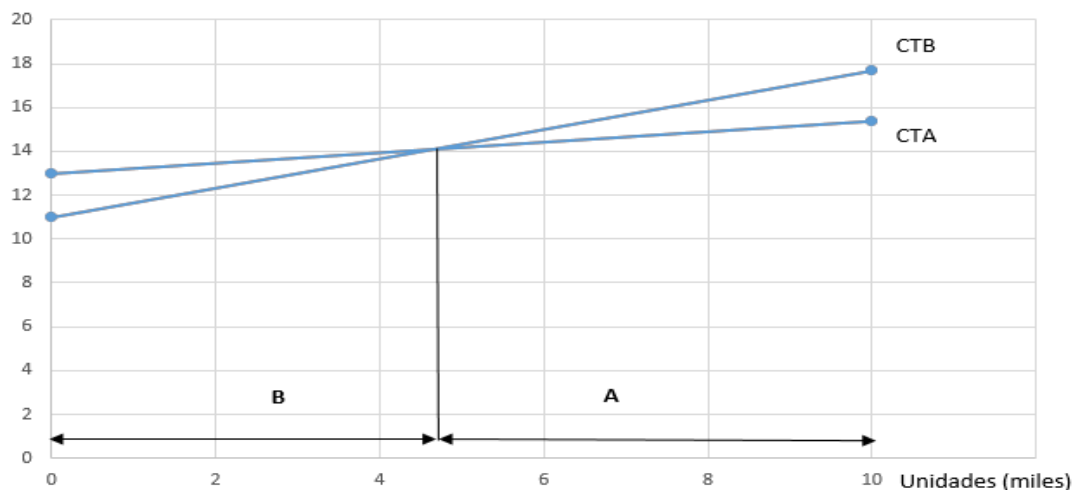
$$CT_B = 0,67u + 11\ 000$$

Luego se evalúa para diferentes niveles de producción a cuánto ascienden los costos totales de cada alternativa.

Ubicaciones	Costos fijos	Costos variables		Costo total	
		Para u=0	Para u=10 000	Para u=0	Para u=10 000
A	13 000,00	0	2 400,00	13 000,00	15 400,00
B	11 000,00	0	6 700,00	11 000,00	17 700,00

Posteriormente se realiza la representación gráfica de estas dos ubicaciones:

Costos (\$ miles)



Como se aprecia, ubicar la planta de azulejos en la ubicación B es donde origina menor costos fijos (11 000), con esta información se obtiene que la cantidad de equilibrio se alcanza en 4652 unidades. Por lo tanto a partir de la representación gráfica y la evaluación para diferentes niveles de producción y teniendo en cuenta el punto de equilibrio, se puede plantear que es mejor ubicar la planta de azulejos en: A para volúmenes superiores al equilibrio y B para volúmenes inferiores al equilibrio, pues se incurre en menores costos totales.

Método de Centro de Gravedad

5. La Empresa Mayorista de Productos Alimenticios de Bienes y Consumo de Holguín, se encuentra enfrascada en un análisis para ubicar un centro de distribución que permita abastecer los cuatro almacenes del municipio cabecera, de forma tal que los costos relacionados con las distancias a recorrer sean mínimos. Usted formará parte del grupo de expertos que contribuirá en esta decisión, para ello dispone de la información siguiente:

Almacén	Coordenadas (km)		Capacidad (ton)	Costo (\$/ton-km)
	X	Y		
A1	3	5	20	0,05
A2	4	4	15	0,08
A3	7	2	12	0,10
A4	6	8	18	0,06

La escala a trabajar será de 1:10 km.

Solución:

Se calcula el centro de gravedad cuyas fórmulas son:

$$x^* = \frac{\sum C_i * v_i * x_i}{\sum C_i * v_i} \quad y^* = \frac{\sum C_i * v_i * y_i}{\sum C_i * v_i}$$

Sustituyendo los valores:

$$x^* = \frac{[(0,05 * 20 * 3) + (0,08 * 15 * 4) + (0,10 * 12 * 7) + (0,06 * 18 * 6)]}{[(0,05 * 20) + (0,08 * 15) + (0,10 * 12) + (0,06 * 18)]} = 5,06$$

$$y^* = \frac{[(0,05 * 20 * 5) + (0,08 * 15 * 4) + (0,10 * 12 * 2) + (0,06 * 18 * 8)]}{[(0,05 * 20) + (0,08 * 15) + (0,10 * 12) + (0,06 * 18)]} = 4,65$$

Se procede a determinar las distancias:

$$d_i = K \left[(x_i - x^*)^2 + (y_i - y^*)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$d_1 = 10 \left[(3 - 5,06)^2 + (5 - 4,65)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 20,90 \text{ km}$$

$$d_2 = 10 \left[(4 - 5,06)^2 + (4 - 4,65)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 12,43 \text{ km}$$

$$d_3 = 10 \left[(7 - 5,06)^2 + (2 - 4,65)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 32,84 \text{ km}$$

$$d_4 = 10 \left[(6 - 5,06)^2 + (8 - 4,65)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 34,79 \text{ km}$$

Luego se determina el costo total:

$$CTT = \sum c_i * v_i * d_i$$

$$CT_1 = (0,05 * 20 * 20,90) + (0,08 * 15 * 12,43) + (0,10 * 12 * 32,84) + (0,06 * 18 * 34,79) = 112,80$$

La ubicación óptima para el centro de distribución empleando una distancia euclídea es en el punto (5,06; 4,65), incurriéndose en un costo total de \$112,80.

Método de transporte

6. El establecimiento 001 realiza la distribución de su producción a toda la región central del país. Para lograr el éxito de sus metas cuenta con:

- Una planta de producción en Camagüey con capacidad de 1240 unidades.
- Tres puntos receptores de esta producción que se encuentran ubicados en la zona de, Ciego de Ávila, Santi Spíritus y Guáimaro con demandas de 780,520 y 1040 unidades respectivamente.
- Se espera en años futuros incrementar las producciones, estando acorde con un crecimiento de la demanda de un 30 %. Esto ha originado que se deba llevar a cabo la construcción de un nuevo establecimiento, el mismo tendrá una capacidad de 1100 unidades.

Teniendo en cuenta los criterios que la dirección estima importantes para la localización de la nueva planta, existen dos alternativas a considerar: Santa clara (alternativa 1) y Jatibonico (alternativa 2). La elección para la construcción será aquella que genere los

menores costos de transporte entre los establecimientos y los puntos, dada que ambas se consideran igualmente convenientes respecto a otros factores.

La información necesaria para realizar la elección se resume en la tabla siguiente:

Costos unitarios de transporte

Costos unitarios	Ciego de Ávila	Santi Spíritus	Guáimaro
Camagüey	7	6	3
Santa Clara	5	3	7
Jatibonico	3	4	5

Solución:

Para la alternativa 1

	Ciego de Ávila	Santi Spíritus	Guáimaro	Capacidad
Camagüey	7 200	6	3 1040	1240
Santa Clara	5 580	3 520	7	1100
Demanda	780	520	1040	2340

Para la alternativa 2

	Ciego de Ávila	Santi Spíritus	Guáimaro	Capacidad
Camagüey	7 200	6	3 1040	1240
Jatibonico	3 780	4 320	5	1100
Demanda	780	520	1040	2340

Se calculan los costos totales para cada alternativa:

$$CT \text{ Santa Clara} = 7 \cdot 200 + 3 \cdot 1040 + 5 \cdot 580 + 3 \cdot 520 = \$8980,00$$

$$CT \text{ Jatibonico} = 6 \cdot 200 + 3 \cdot 1040 + 3 \cdot 780 + 4 \cdot 320 = \$7940,00$$

De los resultados se concluye que Jatibonico es la mejor localización para el nuevo establecimiento porque es la que genera un menor costo de transportación hacia los puntos.

Método de la esquina noroeste

7. La empresa ENCOMED se dedica a la comercialización de medicamentos y cuenta con dos plantas para elaborar los productos A y B, además dispone de dos almacenes (A1 y A2). Para el próximo año se espera un incremento en sus ventas de 25000, por lo que se está evaluando la posibilidad de construir un nuevo almacén, contando con dos posibilidades (A3 y A4). Se han recogido los datos que se muestran en las tablas siguientes:

Planta	Costo de embarque al almacén (\$/caja)			
	1	2	3	4
A	3	5	4	3
B	2	3	2	4

Planta	Capacidad (cajas/semana)	Almacenes	Demanda (cajas/semana)
A	80000	1	40000
B	30000	2	50000
Nueva planta	5000	3	25000
Total	115000	4	115000

Solución:

Como la capacidad (110000) es menor que la demanda (115000) se agrega una fábrica ficticia con capacidad de 5000u.

Para el almacén 3

	A1	A2	A3	Capacidad
F1	3 40000	5 45000	4	85000
F2	2	3 5000	2 20000	25000
F3	0	0	0 5000	5000
Demanda	40000	50000	25000	115000

Para el almacén 4

	A1	A2	A4	Capacidad
F1	3	5	3	85000
	40000	45000		
F2	2	3	4	25000
		5000	20000	
F3	0	0	0	5000
			5000	
Demanda	40000	50000	25000	115000

$$CT_{A3} = 3 \cdot 40000 + 5 \cdot 45000 + 3 \cdot 5000 + 2 \cdot 20000 + 0 \cdot 5000 = \$400000,00$$

$$CT_{A4} = 3 \cdot 40000 + 5 \cdot 45000 + 3 \cdot 5000 + 4 \cdot 20000 + 0 \cdot 5000 = \$440000,00$$

De los resultados se concluye que A3 es la mejor localización para el nuevo almacén porque es la que genera un menor costo de transportación hacia las fábricas.

Modelo Heurístico de Ardalán

8. Una fábrica que produce equipos electrodomésticos pretende abrir tres nuevos locales para la comercialización de estos, para ello tiene como propuestas cinco localidades. Con el objetivo de saber cuáles son las localizaciones idóneas, se brindan como datos en la siguiente tabla la distancia que existe entre las localidades, los datos de la población en cada una de ellas y el factor ponderado correspondiente.

Desde	Distancia si el local se ubicara en:					Población(miles personas)	Factor ponderado
	A	B	C	D	E		
A	0	8	12	9.5	10	20	1,1
B	8	0	5	11	9	10	1,4
C	12	5	0	8	7	15	0,7
D	9.5	11	8	0	11	12	1,0
E	10	9	7	11	0	9	0,9

Solución:

Paso 1: Se construye con los datos iniciales una tabla de distancia-población-ponderada, multiplicando las distancias por la población y el factor de ponderación.

Paso 2: Se suman las cantidades de cada columna, se elige el sitio con el costo distancia-población-ponderada más bajo y se localiza una inversión aquí, en nuestro caso A representa los costos de viaje más bajos.

Matriz de datos iniciales

	A	B	C	D	E
A	0	176	264	209	220
B	112	0	70	154	126
C	126	52,5	0	84	73,5
D	114	132	96	0	132
E	81	72,9	56,7	89,1	0
	433	433,4	486,7	536,1	551,5

Paso 3: Para cada fila se compara el costo de cada entrada con el costo de la entrada de la localidad ya seleccionada:

- Si el costo es menor, no se cambia
- Si el costo es mayor, sustituir el costo de dicha entrada por el costo de la entrada por el costo de la entrada de la localidad ya seleccionada.

Matriz de costo ajustada

	A	B	C	D	E
A	0	0	0	0	0
B	112	0	70	112	112
C	126	52,5	0	84	73,5
D	114	114	96	0	114
E	81	72,9	56,7	81	0
		239,4	222,7	277	299,5

Matriz de costo ajustada

	A	B	C	D	E
A		0	0	0	0
B		0	70	70	70
C		0	0	0	0
D		96	96	0	96
E		56,7	56,7	56,7	0
		152,7		126,7	166

Matriz de costo ajustada

	A	B	C	D	E
A		0		0	0
B		0		70	70
C		0		0	0
D		0		0	0
E		56,7		56,7	0
		56,7			70

Teniendo en cuenta los resultados de las matrices, los locales para la comercialización de equipos electrodomésticos deberán estar ubicados en las localidades A, C y D, debido a que representan los costos de viajes más bajos desde cualquiera de las localidades hasta ellos.

Modelo de Huff

9. Existen dos mercados originales (M1 y M2), ubicados en zona 1 y zona 4 respectivamente como se muestra en la figura:



En la siguiente tabla se muestran la cantidad de clientes por zonas que visitan estos mercados con propósito de compras y el tiempo que demoran en el recorrido.

Zonas	Clientes	Tiempo recorrido (min)		Mercados	Tamaño
		T1	T2		
1	500	5	12	1	300000
2	1200	10	10		
3	1000	10	10	2	500000
4	700	12	5		

Se desea conocer la cantidad de clientes que probablemente visiten estos mercados.

Utilice un A=2.

Solución:

$$N_{1-1} = \frac{\frac{300000}{5^2}}{\frac{300000}{5^2} + \frac{500000}{12^2}} * 500 = 387$$

$$N_{1-2} = \frac{\frac{500000}{12^2}}{\frac{500000}{12^2} + \frac{300000}{5^2}} * 500 = 112$$

$$N_{2-1} = \frac{\frac{300000}{10^2}}{\frac{300000}{10^2} + \frac{500000}{10^2}} * 1200 = 450$$

$$N_{2-2} = \frac{\frac{500000}{10^2}}{\frac{500000}{10^2} + \frac{300000}{10^2}} * 1200 = 750$$

$$N_{3-1} = \frac{\frac{300000}{10^2}}{\frac{300000}{10^2} + \frac{500000}{10^2}} * 1000 = 375$$

$$N_{3-2} = \frac{\frac{500000}{10^2}}{\frac{500000}{10^2} + \frac{300000}{10^2}} * 1000 = 625$$

$$N_{4-1} = \frac{\frac{300000}{12^2}}{\frac{300000}{12^2} + \frac{500000}{5^2}} * 700 = 66$$

$$N_{4-2} = \frac{\frac{500000}{5^2}}{\frac{500000}{5^2} + \frac{300000}{12^2}} * 700 = 633$$

$$\sum N = 1278$$

$$\sum N = 2120$$

Al realizar las operaciones necesarias y utilizando un A=2, se comprueba que el mercado 1 es el más pequeño y espera una captación de 1278 clientes por día, mientras que el mercado 2 espera el arribo de 2120 clientes por día.

Método de ley de Gravitación Comercial al detalle

10. Un cuentapropista abrió dos cafeterías en distintas localidades de la ciudad de Santiago de Cuba (localidad intermedia); él mismo desea conocer el porcentaje de ventas de ambas cafeterías, para ello se brindan los siguientes datos:

	Población	Distancia hasta Santiago de Cuba
Cafetería localidad 1	1 250 hab.	20,7km
Cafetería localidad 2	1 120 hab.	13,5km

Solución:

$$\frac{V_{LOC1}}{V_{LOC2}} = \left(\frac{1250}{1120}\right)^1 \left(\frac{13,5}{20,7}\right)^2$$

$$\frac{V_{LOC1}}{V_{LOC2}} = 1,1161 * 0,4253$$

$$\frac{V_{LOC1}}{V_{LOC2}} = 0,4747$$

$$LOC1 = 0,4747 LOC2$$

$$LOC1 = \frac{0,4747}{1 + 0,4747} = 0,3219$$

El porcentaje de ventas realizadas a consumidores de la localidad de Santiago de Cuba que atrae la cafetería de la localidad 1 es de un 32,19% y la cafetería de la localidad 2 es de un 67,81%.

Anexo 7. Encuesta realizada a los expertos para valorar la propuesta de los capítulos confeccionados

Estimado profesor:

La presente encuesta tiene como propósito someter a su valoración de forma anónima la propuesta presentada. Por ello, se le pide que lea con detenimiento toda la información que se expone y responda con sinceridad todas las preguntas. Para la evaluación considere 1 como menor cumplimiento y 7 como mayor. A continuación se muestran las interrogantes objeto de análisis. Muchas gracias.

Preguntas realizadas	1	2	3	4	5	6	7
¿Los capítulos poseen los elementos estructurales que deben tener?							
¿La teoría expuesta en los capítulos es comprensible?							
¿Son suficientes los aspectos teóricos abordados en cada capítulo?							
¿Existe relación entre los capítulos y los epígrafes?							
¿Existe coherencia entre los elementos expuestos en cada epígrafe?							
¿Los ejercicios presentan el nivel de dificultad adecuado?							
¿Son suficientes los ejercicios propuestos elaborados?							
¿Los ejercicios responden a las nuevas tendencias del sector económico de la sociedad cubana?							