

**DISEÑO INSTRUCCIONAL DE UN MANUAL CON TALLERES PARA EL
TRATAMIENTO DEL PROBLEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA
BASADO EN HERRAMIENTAS CAD EN LA ASIGNATURA
DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS**

JOSUÉ ANDERSON PRADA CAMARGO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2009**

**DISEÑO INSTRUCCIONAL DE UN MANUAL CON TALLERES PARA EL
TRATAMIENTO DEL PROBLEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA
BASADO EN HERRAMIENTAS CAD EN LA ASIGNATURA
DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**Trabajo de Grado para optar por el Título de
Ingeniero Industrial**

Autor: JOSUÉ ANDERSON PRADA CAMARGO

**Director: EDWIN ALBERTO GARAVITO HERNÁNDEZ
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2009**

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de vivir y crecer desarrollando mis capacidades y aportando un grano de arena en la construcción del entorno que me rodea.

A mis padres Josué Prada Serrano y Ángela Camargo de Prada por todo el esfuerzo, amor, paciencia, apoyo y confianza necesarios para obtener este logro en mi vida.

A mis hermanas Diana, Patricia y Claudia por su apoyo y compañía a lo largo de mi vida.

Y a mis amigos y demás personas que han participado en mi formación profesional por su amistad y apoyo

JOSUÉ

AGRADECIMIENTOS

El Autor Expresa sus agradecimientos a:

Edwin Alberto Garavito Hernández, Ingeniero Industrial, Profesor de la Universidad Industrial de Santander y Director del Trabajo de Grado, por su valiosa orientación y colaboración.

Piedad Arenas Díaz, Ingeniera Industrial, Profesora de la Universidad Industrial de Santander, por sus aportes en la realización de este proyecto.

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, por su interés en el desarrollo del trabajo de grado.

Diana Prada, Lorena Fiallo y Andrea Serrano, por su colaboración en el proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCION	18
1. ASPECTOS GENERALES	19
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1.1. Antecedentes.....	21
1.2. OBJETIVOS	25
1.2.1. Objetivo General.....	25
1.2.2. Objetivos Específicos.....	25
1.3. JUSTIFICACIÓN	25
1.3.1. Impacto	26
1.3.2. Viabilidad	27
2. MARCO TEÓRICO	29
2.1. DISEÑO INSTRUCCIONAL	30
2.1.1. Formación Superior Basada en Competencias.....	30
2.1.2. Teorías de Aprendizaje.....	32
2.1.3. Metodologías de Diseño Instruccional	36
2.2. HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA	40
2.2.1. Hardware	40
2.2.2. Software.....	40
2.3. DISEÑO DE MATERIALES.....	42
2.3.1. Objeto de Aprendizaje	42
2.3.2. Estándares de e-learning.....	42
2.4. METODOLOGÍA PARA PLANEACIÓN Y DISEÑO.....	43
2.4.1. Análisis	45
2.4.2. Búsqueda.....	50

2.4.3.	Evaluación y Selección	51
2.5.	DISEÑO Y PLANEACIÓN DEL LAYOUT CON SOFTWARE CAD	52
2.5.1.	Dibujo técnico normalizado	52
2.5.2.	Diseño Asistido por Computador CAD	54
3.	EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS CAD	55
3.1.	OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN.....	55
3.1.1.	Objetivo General	55
3.1.2.	Objetivos Específicos.....	55
3.2.	HERRAMIENTAS A EVALUAR.....	55
3.3.	PRESENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS.....	56
3.3.1.	Autocad.....	56
3.3.2.	Solidworks	57
3.3.3.	Flexsim	58
3.3.4.	Tecnomatix	59
3.4.	COMPARACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS	64
3.5.	TECNOMATIX EN OTRAS ASIGNATURAS.....	67
3.5.1.	Análisis de procesos	70
3.5.2.	Dirección de Procesos 1	71
3.5.3.	Dirección de Procesos 2	72
3.5.4.	Diseño de Sistemas Productivos	72
3.5.5.	Técnicas Modernas de Optimización	73
3.6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA EVALUACIÓN.....	75
3.6.1.	Conclusiones de la Evaluación	75
3.6.2.	Recomendaciones de la Evaluación	76
4.	DISEÑO Y DESARROLLO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE	77
4.1.	DISEÑO INSTRUCCIONAL DEL OBJETO DE APRENDIZAJE	78
4.1.1.	Formación por Competencias.....	78
4.1.2.	Teorías de Aprendizaje Aplicadas	79

4.2.	ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA CAD PARA EL MANUAL	82
4.3.	APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO FELDER-SILVERMAN	83
4.4.	CARACTERÍSTICAS DEL OBJETO DE APRENDIZAJE	85
4.4.1.	Nombre del Objeto de Aprendizaje	86
4.4.2.	Objetivos del Objeto de Aprendizaje	87
4.4.3.	Contenido del Objeto de Aprendizaje	87
4.4.4.	Conexión entre el Objeto y el Diseño Instruccional	97
4.4.5.	Aplicación del Objeto de Aprendizaje	98
4.4.6.	Evaluación del Objeto de Aprendizaje	98
4.5.	EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES	99
4.6.	AJUSTES DEL OBJETO DE APRENDIZAJE	103
	CONCLUSIONES	105
	RECOMENDACIONES	107

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación por Intervalos	48
Tabla 2. Comparación de las Herramientas.....	65
Tabla 3. Ayudas Tecnomatix en otras Asignaturas.....	68
Tabla 4. Comparación Tecnomatix Contenidos de Análisis de Procesos	70
Tabla 5. Comparación Tecnomatix Contenidos de Dirección de Procesos 1.....	71
Tabla 6. Comparación Tecnomatix Contenidos de Dirección de Procesos 2.....	72
Tabla 7. Comparación Tecnomatix Diseño de Sistemas Productivos.....	73
Tabla 8. Comparación Tecnomatix Técnicas Modernas de Optimización	74
Tabla 9. Resultados de la aplicación del test de Felder y Silverman grupo B1	83
Tabla 10. Resultados de la aplicación del test de Felder y Silverman grupo B2...	84
Tabla 11. Resultados Evaluación Grupo B1	100
Tabla 12. Resultados Evaluación Grupo B2	100
Tabla 13. Ajustes del Manual.....	103

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ayudas para el aprendizaje	20
Figura 2. Página Web de Diseño de Plantas	22
Figura 3. Página Web de Promodel	22
Figura 4. Curso de distribución de Plantas	23
Figura 5. Actualización del Portal Web del Profesor	24
Figura 6. Proceso de Ingeniería Instruccional.....	29
Figura 7. Esquema General del SLP	44
Figura 8. Ejemplo: Diagrama de flujo de operaciones	45
Figura 9. Ejemplo: Matriz Origen- Destino por referencias	47
Figura 10. Ejemplo: Matriz Origen- Destino, volúmenes totales	47
Figura 11. Tabla de Relaciones de Actividades	48
Figura 12. Diagrama de relaciones de Actividad.....	49
Figura 13. Esquema de Estación de Trabajo	50
Figura 14. Diagrama de relaciones de Espacios.....	51
Figura 15. Diseño 2D y Modelado 3D con Autocad	57
Figura 16. Taladro y Centro de Mecanizado	57
Figura 17. Entorno 3D de Instalaciones de Manufactura en Flexsim.....	58
Figura 18. Módulos de Tecnomatix.....	59
Figura 19. Módulos del Software Tecnomatix	60

Figura 20. Diagramas de relación con FactoryPLAN	61
Figura 21. Aplicaciones FactoryCAD	61
Figura 22. Aplicaciones FactoryCAD	62
Figura 23. Diagrama de Flujo con FactoryFLOW.....	63
Figura 24. Resultados grupales del test de Felder y Silverman grupo B1	85
Figura 25. Resultados grupales del test de Felder y Silverman grupo B2	85
Figura 26. Extracción de página tomada del Manual	88
Figura 27. Menú principal de la Ayuda Audiovisual	89
Figura 28. Submenú Introducción de la Ayuda Audiovisual	92
Figura 29. Imagen de manejo de Barras de Herramienta en AutoCAD	93
Figura 30. Imagen de la ayuda Dibujar una Línea en AutoCAD	94
Figura 31. Imagen del Desarrollo de un Plano en AutoCAD	95
Figura 32. Submenú de los talleres	96
Figura 33. Imagen de desarrollo de Taller 2	96
Figura 34. Resultados la Evaluación del Objeto de Aprendizaje grupo B1	100
Figura 35. Resultados la Evaluación del Objeto de Aprendizaje grupo B2	101

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Contenido asignatura Diseño de Sistemas Productivos	112
Anexo 2. Diagrama Secuencial de Actividades	115
Anexo 3. Tabla de Saberes.	117
Anexo 4. Estructura Modular	121
Anexo 5. Planeación Curricular	123
Anexo 6. Cuestionario de Estilos de Aprendizaje Felder-Silverman	132
Anexo 7. Cuestionario de Evaluación según Felder-Silverman	140
Anexo 8. Guía para la realización de la Prueba Piloto	142

GLOSARIO

Estilos de Aprendizaje: son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje.

Objeto de aprendizaje: es una entidad digital basada en la aplicación de la metodología del análisis funcional para programas de formación por competencias (diseño instruccional), que puede ser utilizado, reutilizado o referenciado durante el aprendizaje en línea con el objetivo de generar conocimientos, habilidades y actitudes en función de las necesidades del estudiante.

Causa-consecuencia: evidencia que existe información necesaria y suficiente entre el tema origen y el tema de destino involucrados en el proceso de aprendizaje.

Diagrama secuencial de actividades de aprendizaje: representación gráfica del entorno de una asignatura donde se muestran las actividades de aprendizaje de las temáticas generales identificadas y seleccionadas para el aprendizaje de la misma.

Estrategias de aprendizaje: son actividades, técnicas y medios que se planean de acuerdo a las necesidades de quien las use, con la finalidad de hacer más efectivo el proceso de aprendizaje.

Preconcepto: hace referencia a que existe información necesaria aunque no suficiente para abordar el tema por lo tanto se requiere información adicional que permita el proceso de enseñanza/aprendizaje.

SCORM: aprendizaje Distribuido Avanzado o ADL SCORM (Advanced Distributed Learning) es un programa del Departamento de Defensa de los Estados Unidos y de la Oficina de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca para desarrollar principios y guías de trabajo necesarias para el desarrollo y la implementación eficiente, efectiva y en gran escala, de formación educativa sobre nuevas tecnologías Web.

Saber: Se refiere a hechos, teorías y principios del conocimiento.

Técnicas: es un procedimiento didáctico que se presta para ayudar a realizar una parte del aprendizaje que se persigue con la estrategia a emplear que mejor se complementa con los métodos seleccionados.

Diseño Asistido por Computador CAD - *Computer Aided Design*: es el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y a otros profesionales del diseño en sus respectivas actividades. El CAD es también utilizado en el marco de procesos de administración del ciclo de vida de productos. Estas herramientas se pueden dividir básicamente en programas de dibujo en dos dimensiones (2D) y modeladores en tres dimensiones (3D).

Dibujo Técnico Normalizado: es el lenguaje gráfico comunicador de ideas que se caracteriza por tener “*normas*” establecidas para lograr una comunicación e interpretación exacta de las ideas que se quieren transmitir de un diseño determinado.

Croquis: representación a mano alzada respetando las proporciones de los objetos y registrando las medidas necesarias para su posterior representación a escala.

Dibujo: representación a escala con todos los datos necesarios para definir el objeto. En diseño de sistemas productivos el dibujo de las estaciones de trabajo.

Plano: representación de los objetos en relación con su posición o la función que cumplen. En sistemas productivos el plano de planta con estaciones de trabajo.

Distribución de Planta: es el arreglo físico de máquinas y equipos para la producción, estaciones de trabajo, personal, ubicación de materiales de todo tipo y en toda etapa de elaboración y el equipo de manejo de materiales.

Ergonomía: es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema, así como la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar a fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento global del sistema.

RESUMEN

TITULO:

DISEÑO INSTRUCCIONAL DE UN MANUAL CON TALLERES PARA EL TRATAMIENTO DEL PROBLEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA BASADO EN HERRAMIENTAS CAD EN LA ASIGNATURA DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS.

AUTOR:

JOSUÉ ANDERSON PRADA CAMARGO”

PALABRAS CLAVES:

Diseño Instruccional, Diseño de Sistemas Productivos, Objeto de Aprendizaje, Diseño Asistido por Computador CAD, Problema de Distribución de Planta, Dibujo Técnico Normalizado, Estilos de Aprendizaje.

DESCRIPCIÓN:

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander, ha venido incursionando en la utilización de las tecnologías de información y comunicación TICs, con el desarrollo de diseños instruccionales, para las asignaturas que componen el programa de pregrado en Ingeniería Industrial. Teniendo en cuenta la planeación curricular de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos, se desarrolla el presente diseño instruccional en el cual se elabora el objeto de aprendizaje “Manual con Talleres para el Diseño de Sistemas Productivos con Software CAD”, el cual:

- Considera los estilos de aprendizaje de los estudiantes para plantear una propuesta metodológica la cual ofrece ayudas textuales, gráficas y audiovisuales.
- Contiene la teoría del dibujo técnico normalizado, instruye para el auto-aprendizaje de Autocad y plantea talleres para desarrollar como práctica, buscando brindar herramientas para la representación de plantas industriales y estaciones de trabajo en 2D y 3D.

También se realizó una evaluación de las herramientas tipo CAD Autocad, SolidWorks, Flexsim y Tecnomatix, que puedan colaborar con el dibujo, planeación y/o diseño de plantas industriales, para recomendar la que mejor se ajuste al contenido de la asignatura “Diseño de Sistemas Productivos” y brinde ayudas en temáticas como el problema de distribución de planta y diseño ergonómico de puestos de trabajo.

’ Proyecto de grado

” Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Director: Prof. Edwin Alberto Garavito Hernández

SUMMARY

TITLE:

INSTRUCTIONAL DESIGN OF A TUTORIAL WITH ACTIVITIES RELATED WITH THE TRATMENT OF PLANT DISTRIBUTION PROBLEM BASED ON CAD TOOLS IN THE COURSE OF PRODUCTIVE SYSTEMS DESIGN.

AUTHOR:

JOSUÉ ANDERSON PRADA CAMARGO”

KEY WORDS:

Instructional Design, Productive Systems Design, Learning Objects, Computer Aided Design CAD, Plant Design Problem, Standard Technical Drawing, Learning Styles.

DESCRIPTION:

The School of Industrial and Enterprising Studies, of the Industrial University of Santander, has been penetrating in the use of technologies of information and communication (TIC’S) with the development of instructional designs for the assignments that make part of the Industrial Engineering Bachelor Program. Taking in consideration the curricular planning of the Productive Systems Design course, is developed the following instructional design, in which it is also built up the learning object “Tutorial with Activities for the Productive Systems Design using software CAD” , which:

- Considers the learning styles of students, to propose a methodology that offers textual, graphical and audio-visual helps.
- Contains the standardized technical drawing concepts of the tool Autocad, and proposes activities to develop as experiences, expecting with this, to provide the necessary instruments to represent industrial plants and work stations in 2D and 3D.

Eng. There was also designed an evaluation of the tools related to CAD that support the drawing, planning and/or design of industrial plants, such as Autocad, SolidWorks, Flexsim and Tecnomatix. The purpose of this evaluation was to suggest the tool that adjusts the best, to the content of the Productive Systems Design course, and gives out help in subject matters like the problem of plant distribution and the ergonomic design of workstations.

’ Degree Project

” Faculty of Engineering Physical – Mechanical. School of Industrial and Enterprise Studies.

Director: Edwin Alberto Garavito Hernández.

INTRODUCCION

Han surgido grandes avances informáticos de herramientas de diseño asistido por computador CAD que agilizan la fase de diseño. Las herramientas tipo CAD, que pueden ayudar con el Diseño de sistemas productivos, son ayudas para la representación gráfica, planeación y diseño de un sistema productivo. Resulta ambicioso enumerar las áreas industriales en las que el CAD tiene un papel destacado. Las áreas más relevantes en las que tiene aplicación son: gestión de la producción, robótica, logística, diseño de producto, procesos de Ingeniería, distribución en planta (layout), planificación en áreas específicas (generación de energía, explotaciones petrolíferas, industria de manufactura, química, militar o aeroespacial, etc.)

Resulta interesante explorar este tipo de herramientas y relacionarlas con los contenidos de las asignaturas del área de producción de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander para observar qué aportes podrían brindar en el proceso de formación académica para los estudiantes del programa de pregrado en Ingeniería Industrial. En el presente trabajo de grado se hace una evaluación de este tipo de herramientas para encontrar la(s) que mejor se acomode(n) al contenido de la asignatura de Diseño de Sistemas Productivos.

Encontradas y evaluadas estas herramientas se hace una propuesta metodológica para la asignatura *Diseño de Sistemas Productivos* con la elaboración de un objeto de aprendizaje llamado *Manual para el Diseño de Sistemas Productivos con Software CAD*. El manual busca contribuir con prácticas para el auto-aprendizaje y podrá ser utilizado para la enseñanza en línea mediante el uso de Tecnologías de información y comunicación (TIC's). La propuesta metodológica para la construcción del objeto de aprendizaje incluye ayudas textuales, gráficas y audiovisuales basadas en la formación por competencias, partiendo de la identificación de contenidos fundamentales requeridos para la asignatura. El objeto de aprendizaje se desarrolló con base en AutoCAD, software recomendado en la evaluación de herramientas CAD del presente trabajo.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La complejidad y variedad que presentan los procesos en el ámbito industrial es muy elevada. La definición de la distribución de las estaciones de trabajo conjuntamente con los flujos de operación en una cadena de producción, el establecimiento de redes logísticas de distribución, o el mantenimiento y supervisión de muchos procesos de fabricación industrial involucran un gran consumo de recursos, tanto técnicos como humanos, y se convierten muy a menudo en factores estratégicos capaces de condicionar la evolución de una compañía en el mercado.

Para poder analizar con detalle los resultados e interacciones que se originan entre sistemas de alta complejidad, se suele recurrir al empleo de herramientas de apoyo por computador. Se trata de llevar a cabo la implementación informática de un determinado modelo físico que aproxima el comportamiento real con el fin de aprovechar la potencia de cálculo de tales sistemas en el proceso de análisis y toma de decisiones, imprimiendo una mayor eficacia minimizando el índice de riesgo que se tendría al construir o redistribuir una planta de manufactura sin hacer una evaluación previa del diseño¹. Los planeadores de las instalaciones reciben muchos beneficios de dos categorías distintas de software, así lo plantea Meyers:

La primera clasificación se da a los paquetes que ayudan a planear y diseñar la instalación. Software como STORM, FactoryPLAN, FactoryCAD y SPIRAL, se incluyen en el grupo original de herramientas para planeación, en tanto que, PROMODEL, FactoryFLOW, PlantDesign, Factor/aim y Arena, se incluyen en la segunda categoría².

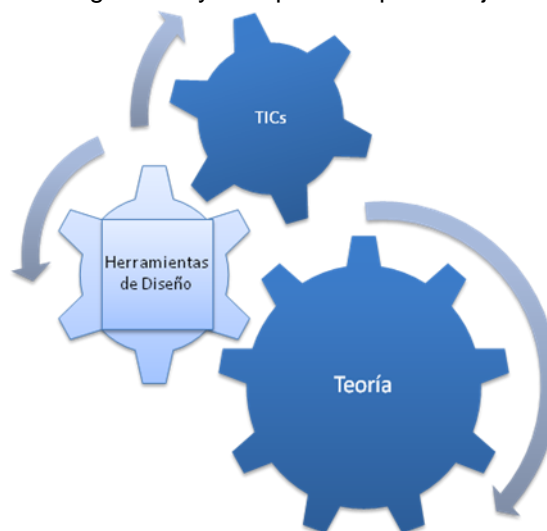
¹ M.P. Groover. Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing. Editorial Prentice Hall, 1987.

² MEYERS MATTHEW, Fred E. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. 3^{ra} ed, 2006 P.471

En el Proyecto en el cual se realizó la planeación curricular de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos³, la cual se aplicó en la reforma del plan de estudios de Ingeniería Industrial, en una de las recomendaciones define realizar un plan de actualización de la información, los medios y demás recursos utilizados en la elaboración de los objetos de aprendizaje para garantizar una enseñanza acorde a los cambios que se presentan tanto en tecnología como en información específica de la asignatura.

La planeación curricular de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos, parte de la necesidad de reestructurar la base teórica para el aprendizaje de la temática de Diseño de Plantas. Para esta asignatura, se ha incluido la enseñanza a través de nuevas herramientas que colaboran con el proceso de aprendizaje, aprovechando las Tecnologías de Información y Comunicación TICs, formando en el estudiante la cultura de aprendizaje en línea. De este modo, se realiza la planeación curricular de la asignatura, definiendo una base teórica sólida, creando ayudas para el aprendizaje en línea con la implementación de las TICs y enseñando herramientas que ayudan al proceso de diseño de instalaciones industriales (Microsoft Visio y Promodel (ver figura 1).

Figura 1. Ayudas para el aprendizaje



Fuente: Elaboración del Autor.

³ DIAZ CASTRO, Paola. MERCADO CASTILLA, Jorge A. Diseño Instruccional para la asignatura de Diseño de Sistemas Productivos basado en Competencias y Construcción de un Objeto de Aprendizaje relacionado con la Temática de Distribución de Planta. 2008.

La enseñanza de estas herramientas que colaboran con la fase de diseño, facilitan la planeación y distribución; sin embargo existen otras ayudas informáticas tipo CAD que podrían aprovecharse para representar, planear y diseñar una planta industrial. Se detecta la necesidad de investigar y evaluar acerca de este tipo de herramientas, y de hacer una propuesta metodológica para la enseñanza de herramientas CAD con la creación de un objeto de aprendizaje llamado manual. El interrogante planteado se sintetiza en: *¿Cómo podemos aprovechar las herramientas CAD existentes en la actualidad, para realizar la representación y agilizar el proceso de planeación y validación de una distribución de planta?*

1.1.1. Antecedentes

El programa de Ingeniería Industrial, de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander, tiene como objetivo la formación de *“profesionales integrales capaces de diseñar, emprender, dirigir y mejorar sistemas generadores de bienes y servicios para incrementar la productividad y mejorar la posición competitiva de las organizaciones, basados en el entendimiento y respeto del ser humano y su entorno”*⁴.

Se ha elaborado una reestructuración del pensum del programa de Ingeniería Industrial, buscando mejorar la formación de los egresados para enfrentar el entorno actual. El nuevo pensum incluye en el noveno semestre el curso de Diseño de Sistemas Productivos el cual aborda la temática del curso de Diseño de Plantas del pensum antiguo⁵. Este curso tiene el objetivo de proporcionar los conceptos teóricos para el análisis de localización de planta y la distribución interna de sus instalaciones, bajo la perspectiva de manufactura y servicios de clase mundial, analizar las posibilidades de mejoramiento en la toma de decisiones sobre instalaciones, utilizando las disciplinas básicas e integrar al proceso de planeación y localización de las instalaciones el conocimiento adquirido en cursos anteriores de la carrera.

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales ha estado trabajando en cultivar el aprendizaje en línea. Para cumplir este objetivo se han desarrollado proyectos que fortalecen el aprendizaje. Uno de estos proyectos

⁴ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. INGENIERÍA INDUSTRIAL. [Publicación en Línea]. Disponible en: https://www.uis.edu.co/portal/info_academica/escuelas/

⁵ Portal Web del profesor Edwin Garavito http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/index_general.ht

lo ejecutó el profesor a cargo de la asignatura Diseño de Plantas, Edwin Alberto Garavito Hernández, con el desarrollo de la herramienta Web que podemos ver en la figura 2. Con esta herramienta, los estudiantes tienen acceso a determinado material como lecturas comentadas en clase, material para el desarrollo de talleres de simulación y consulta de notas.

Figura 2. Página Web de Diseño de Plantas



Fuente: Portal Web del profesor Edwin Garavito
http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/index_general.ht

En materia de software, se introdujo Promodel como herramienta de simulación en procesos dinámicos de manufactura. Promodel cuenta con un soporte Web, desarrollado por el profesor Edwin Garavito (ver Figura 3).

Figura 3. Página Web de Promodel



Fuente: Portal Web del profesor Edwin Garavito:
http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/index_general.ht

También se desarrollo un proyecto de grado titulado “Sistema Hipermedia educativo como apoyo al aprendizaje del problema de Distribución de Plantas Sheplan⁶, que podemos observar en la figura 4. Este sistema es una alternativa para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura de Diseño de Plantas. Sheplan fue creado utilizando tecnologías libres de desarrollo Web. Ofrece funcionalidades para la consulta en línea con una aproximación al estado del arte del tema de distribución de plantas. Usa el apoyo de una herramienta de generación de diseños de plantas sub-óptimos. Esta herramienta implementa una heurística tipo construcción (SLP Tool) basada en el algoritmo Corelap.

Figura 4. Curso de distribución de Plantas

The screenshot shows a web browser window titled "Curso de Distribución de Planta - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows "http://localhost/Sheplan/Nota/Interfaces/Corelap.jsp". The page features a green header with the Sheplan logo and the text "Sistema Hipermedia Educativo para la Enseñanza de Distribución de Plantas". Below the header, there is a section titled "Distribución Coleante:" containing a table with the following data:

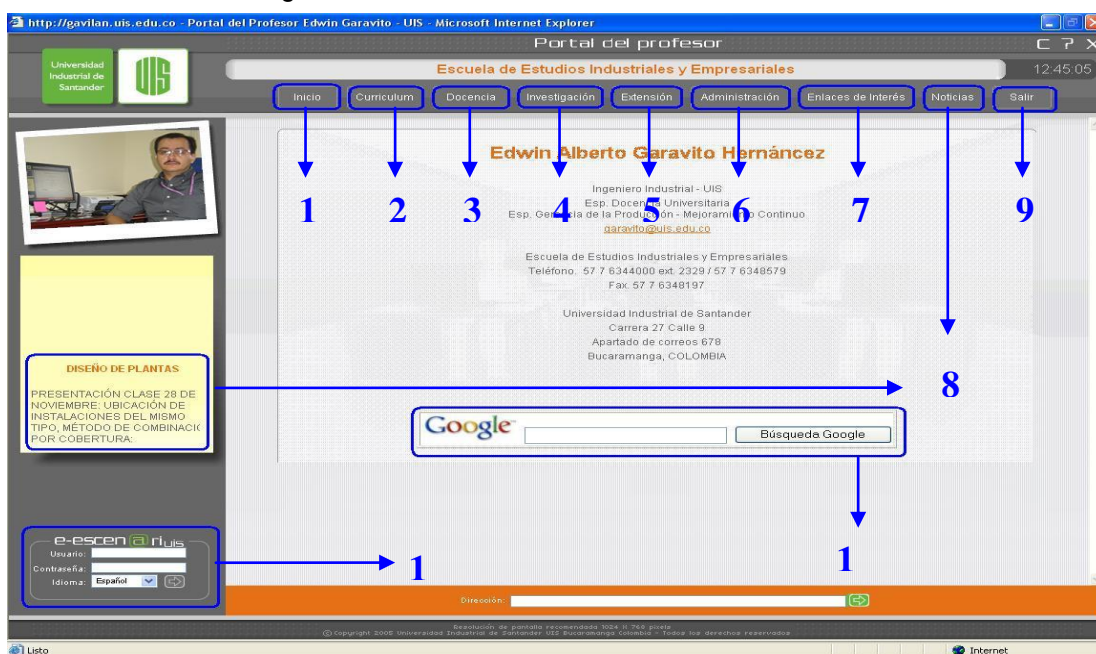
DEPT.	DEPARTAMENTO									RESUMEN				TCR	ORDEN				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	E	I	O			U	X		
1	-	A	A	E		O	U	A	O	3	1	0	2	2	0	402	5		
2	A	-	E	A		U	O	U	E	A	2	2	0	1	3	0	301	7	
3	A		E	-	E		A	U	U	E	A	3	3	0	0	2	0	450	4
4	E		A	E	-		E	O	A	E	U	2	4	0	1	1	0	351	6
5	U		O	A	E		-	A	A	O	A	4	1	0	2	1	0	527	2
6	U		O	U	O		A	-	A	O	O	2	0	0	4	2	0	254	8
7	U		U	U	A		A	A	-	X	A	4	0	0	0	3	1	625	1
8	A		E	E	E		O	O	X	-	X	1	3	0	2	0	2	452	9
9	O		U	A	U		A	O	A	X	-	3	0	0	2	2	1	502	3

Fuente: Baldiris, Silvia M. SHEPLAN: Sistema Hipermedia Educativo para la Enseñanza de Distribución de Plantas

⁶ BALDIRIS, Silvia M. SHEPLAN: Sistema Hipermedia Educativo para la Enseñanza de Distribución de Plantas. Directores: Edwin Alberto Garavito y Piedad Arenas Díaz.

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales ha realizado la reestructuración del pensum. Este pensum se aplica a los nuevos estudiantes que ingresan al programa de pregrado en Ingeniería Industrial, buscando mejorar la formación de los egresados para enfrentar el entorno actual. En el nuevo plan de estudios encontramos la asignatura Diseño de Sistemas Productivos. Su creación nace de la necesidad de fortalecer los preconceptos requeridos para la temática de Diseño de Plantas. Así se suman, en Diseño de Sistemas Productivos, los contenidos de diseño de producto y diseño de proceso, al tema de Diseño de Plantas actual: localización de instalaciones industriales, evaluación de alternativas de distribución y conservación industrial. En el diseño instruccional desarrollado previamente para la asignatura Diseño de Sistemas Productivos⁷, se realizó la actualización del portal Web del profesor para la planeación curricular bajo los estándares SCROM, cumpliendo con los parámetros exigidos por la plataforma institucional *e-escena@riuis* (ver figura 6).

Figura 5. Actualización del Portal Web del Profesor



Fuente: Portal Web del profesor Edwin Garavito
http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/index_general.ht

⁷ DIAZ CASTRO, Paola. MERCADO CASTILLA, Jorge A. Diseño Instruccional para la asignatura de Diseño de Sistemas Productivos basado en Competencias y Construcción de un Objeto de Aprendizaje relacionado con la Temática de Distribución de Planta. 2008.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Elaborar un manual para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, basado en la elaboración de talleres enfocados al tratamiento del problema de distribución de planta, con el uso de herramientas tipo CAD.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las herramientas tipo CAD para planeación y diseño de instalaciones de manufactura y recomendar la que mejor se ajuste a las necesidades del programa de Diseño de Sistemas Productivos.
- Definir el alcance y estructura de talleres teniendo en cuenta las metodologías de aprendizaje, la temática a tratar en la asignatura de Diseño de Sistemas Productivos y la teoría del diseño con herramientas CAD.
- Elaborar un manual de prácticas con talleres para el diseño de instalaciones de manufactura con ayuda de herramientas tipo CAD, siguiendo los estándares internacionales de dibujo técnico.
- Aplicar pruebas piloto a los talleres en la clase de Diseño de Plantas para hacer ajustes de metodología y contenido del manual.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Continuamente aparecen nuevas herramientas tecnológicas que colaboran con el desarrollo de soluciones a problemas tanto académicos como prácticos. Un tipo de herramienta tecnológica son las ayudas informáticas. Estas herramientas agilizan procesos que pueden ser cálculos matemáticos o elaboración de dibujos, facilitando la realización de alguna tarea o la solución de algún problema. Sin embargo las bases teóricas generalmente son las mismas, solo que se automatizan logrando una mayor rapidez para cumplir una determinada tarea.

El diseño de plantas industriales y la simulación asistida por computador en

el ámbito de la industria, es una de las tendencias más prometedoras dentro de las aplicaciones de los gráficos por computador. La capacidad de almacenamiento y procesamiento exhibida por los equipos informáticos actuales, unida a la descripción matemática y algorítmica de la mayor parte de los procesos industriales, posibilita que el ordenador se haya convertido en una herramienta imprescindible a la hora de abordar el diseño y supervisión de todo tipo de procesos industriales.

Teniendo en cuenta la teoría aprendida actualmente en la asignatura de Diseño de Plantas, teoría incluida en la planeación curricular de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos, se hace necesario investigar por nuevas herramientas informáticas que agilicen la búsqueda de la solución al problema de distribución de planta. Es así como surge la idea de evaluar herramientas tipo CAD que ayuden en el diseño y planeación de sistemas de manufactura.

Conocidos los conceptos de estandarización de procesos aprendidos en ingeniería industrial, se incluye en la parte teórica del Manual los estándares internacionales de dibujo técnico DIN⁸ utilizados por ISO⁹. Así se logra una mejor comunicación e interpretación de dibujos o planos para la realización de un determinado diseño de una planta industrial. En el presente trabajo de grado se hace una descripción del desarrollo del CAD, las generalidades del método para distribución de instalaciones “SLP”, la planeación curricular de la asignatura de Diseño de Sistemas Productivos en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, y las generalidades de las metodologías que serán estudiadas para el desarrollo de los talleres.

1.3.1. Impacto

La adquisición, aprendizaje y aplicación de nuevas herramientas computacionales de diseño de instalaciones de manufactura genera grandes beneficios para la academia, que a su vez es un aporte de personal altamente capacitado para ofrecer soluciones al sector empresarial y a la región en general.

⁸ DIN: “Deutsches Institut für Normung”, en español “Instituto Alemán de Normalización”.

⁹ ISO: “International Organization for Standardization”, en español “Organización Internacional para la Estandarización”.

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales se beneficia con este proyecto debido a que colabora con el plan de actualización de la información, los medios y demás recursos utilizados en la elaboración de los objetos de aprendizaje para garantizar una enseñanza acorde a los cambios tanto en tecnología como en información específica de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos.

También queda abierta la posibilidad de investigar acerca de cómo aprovechar otros módulos de las herramientas evaluadas para otras asignaturas que, en el pensum actual, podrían ser: Métodos y Tiempos, Producción y Técnicas Modernas de Optimización. Con la adquisición y enseñanza de nuevas herramientas de este tipo, la Escuela de Estudios Industriales:

- Ofrecería a sus estudiantes herramientas para que se mantengan actualizados según las tecnologías que brinda el mercado para solución de los problemas en las plantas de manufactura, para que así ayuden a las empresas a enfrentar el mercado globalizado de productos día a día con mayor calidad, diseño y menor costo.
- Lograr que los estudiantes observen y apliquen las bases teóricas enseñadas en la carrera, obteniendo la posibilidad de crear instalaciones de manufactura virtuales, satisfaciendo en parte, la necesidad de la creación de un laboratorio de prácticas.

La Universidad Industrial de Santander estaría interesada en poder continuar aplicando el software CAD en Ingeniería Industrial e integrarlo con otros planes de estudio como Ingeniería Mecánica, Diseño Industrial e Ingeniería Civil.

El sector empresarial estaría interesado en contratar estudiantes capacitados en el manejo de estas herramientas y continuar solicitando asesorías a la Escuela de Estudios Industriales para el Diseño de Instalaciones de Manufactura.

1.3.2. Viabilidad

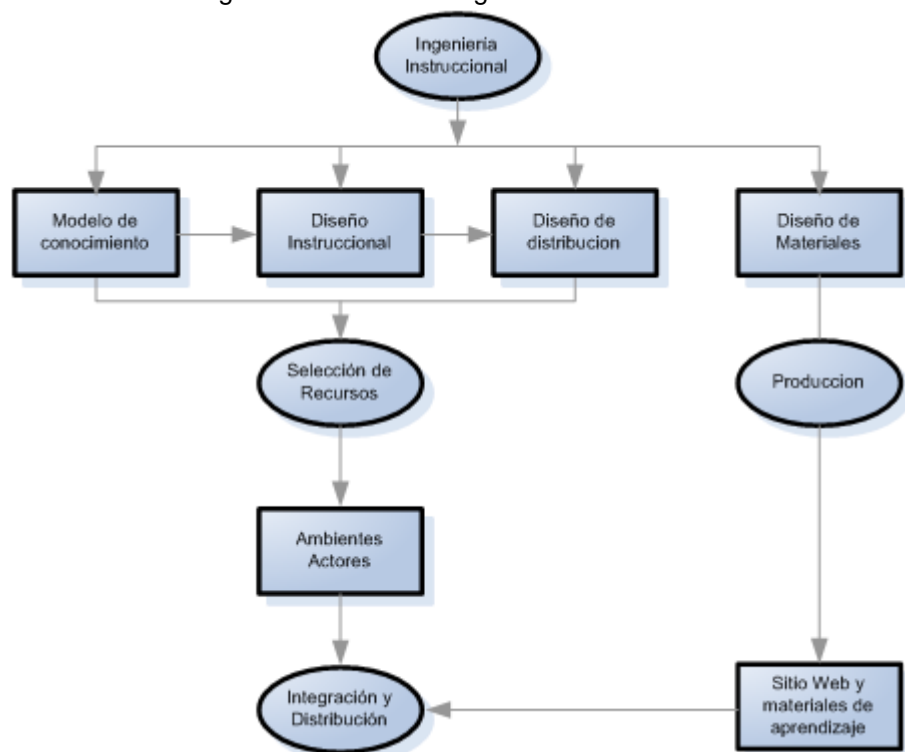
Existe interés por parte de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de colaborar con la construcción del manual, para adoptarlo como objeto de aprendizaje en un futuro para la asignatura del nuevo pensum del plan de estudios de Ingeniería Industrial “Diseño de Sistemas Productivos”.

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales está interesada en analizar la evaluación realizada para este tipo de herramientas, para tener en cuenta las recomendaciones que se realicen y definir si se compra alguna de las licencias evaluadas.

2. MARCO TEÓRICO

El presente trabajo de grado se fundamenta en las premisas de la Ingeniería Instrucciona propuesta por Gilbert Paquette (ver figura 6), en la cual se tienen en cuenta los modelos del conocimiento, el diseño instruccional y generación de materiales y recursos que apoyan los procesos educativos en línea.

Figura 6. Proceso de Ingeniería Instrucciona



Fuente: Adaptación hecha por el laboratorio I+D CENTIC UIS

En el esquema se aprecian las siguientes fases:

- Modelo de conocimiento: éste se contempla como la descripción estructurada de un objeto de análisis.
- Diseño Instrucciona: es un proceso sistemático planificado y estructurado en el cual se producen una variedad de materiales educativos dirigidos a las necesidades de los educandos, asegurándose así la calidad del aprendizaje.

- Diseño de Distribución: es la organización de los factores influyentes en un sistema de tal forma que se aumente la productividad del mismo.
- Diseño de Materiales: desarrollo de los materiales multimedia necesarios para el proceso de enseñanza aprendizaje.

2.1. DISEÑO INSTRUCCIONAL

El Diseño Instruccional es un proceso planificado con una estructura definida, que basándose en las teorías de formación, busca crear materiales necesarios para lograr niveles de aprendizaje superior en todos los estudiantes que presentan diferentes estilos de aprendizaje.

El análisis funcional es una metodología de investigación que permite reconstruir, luego de desarrollar una serie de etapas; por ejemplo las competencias que debe reunir un/a trabajador/a para desempeñarse competentemente en un ámbito de trabajo determinado¹⁰. Este análisis se utiliza para identificar las competencias laborales inherentes a una función productiva mediante una estrategia deductiva.

2.1.1. Formación Superior Basada en Competencias

Una competencia es una combinación adecuada de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para realizar una tarea, acción o proceso intelectual propio del desempeño profesional en un contexto dado. *Las competencias son capacidades complejas que poseen distintos grados de integración y se manifiestan en una gran variedad de situaciones en los diversos ámbitos de la vida humana personal y social*¹¹. Maurinou y colaboradores en Álvarez¹² proponen una taxonomía que comprende 3 niveles de desarrollo humano basado en:

¹⁰ CATALANO, Ana M. AVOLIO DE COLS, Susana. SLADOGNA, Mónica G. Diseño Curricular basado en Normas de Competencia: Conceptos y Orientaciones Metodológicas. 1º ed. – Buenos Aires: Banco Interamericano de Desarrollo, 2004. Pag.41.

¹¹ SLADOGNA, Mónica G. Una mirada a la construcción de las competencias desde el sistema educativo. La experiencia en Argentina. Boletín 149. Competencias laborales en la formación profesional. Montevideo, 2000.

¹² ALVAREZ, J.M. Dos Perspectivas Contrapuestas sobre el Currículum y su Desarrollo. Revista de Educación No. 282. enero-abril, 1987.

- *Habilidades en tareas ampliamente practicadas y programadas*
- *Reglas preestablecidas en una situación modificada y prevista.*
- *Conocimientos (comprensión) y uso de técnicas para la resolución de problemas y para encontrar soluciones a soluciones nuevas.*

Dado el esfuerzo por darse a entender y por comprender al otro se plantean las competencias comunicativas que son la expresión, la capacidad de escuchar y la interpretación. Las competencias comunicativas son las que tienen los seres humanos para la producción, recepción e interpretación de mensajes de diferentes tipos y a través de diferentes medios.

El objeto de aprendizaje manual se desarrolla teniendo en cuenta una metodología de enseñanza basada en las competencias comunicativas de los seres humanos.

A continuación se define cada una de las competencias comunicativas:

- *Competencia Interpretativa:* es la capacidad del estudiante para dar sentido a los problemas que surgen de una determinada situación. En esta instancia se espera que el estudiante se halle en la capacidad de encontrar el sentido de un texto, de una proposición, de un problema de un mapa, de un esquema, entre otros argumentando a favor o en contra de una teoría¹³.
- *Competencia Argumentativa:* su finalidad es dar razón de una afirmación, articular conceptos y teorías y, sujetar conclusiones propuestas. Este tipo de competencia se presenta cuando el estudiante explica o propone con argumentos sólidos lo que ha aprendido ante una situación de la vida cotidiana.
- *Competencia Propositiva:* implica asumir una postura constructiva y creativa, plantear opciones o alternativas entre la problemática presente en un texto o situación determinada¹⁴. Son acciones propositivas: resolver problemas, elaborar hipótesis y argumentos, construir mundos posibles,

¹³ HERNANDEZ, Carlos Augusto, et al. Exámenes de Estado: Una propuesta de evaluación por competencias. Bogotá: Javegraf, 1998.

¹⁴ HERNANDEZ, Carlos Augusto, et al. Exámenes de Estado: Una Propuesta de Evaluación por Competencias. Bogotá: Javegraf, 1998.

regularidades, explicaciones y generalizaciones y presentar alternativas ante la confrontación de perspectivas entre otras.

2.1.2. Teorías de Aprendizaje

Los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los estudiantes perciben, interaccionan y responden a sus entornos de aprendizaje¹⁵.

Existen teorías que estudian la forma de aprender por parte de los seres humanos. A continuación se describen las teorías de aprendizaje estudiadas para este trabajo:

a) Estrategias cognitivas:

Las estrategias cognitivas, se definen como cualquier comportamiento, pensamiento, creencia o emoción que ayude a adquirir información e integrarla al conocimiento ya existente, así como a recuperar la información disponible. Donolo distingue a las estrategias cognitivas, como de ensayo o repaso, elaboración, organización y pensamiento crítico. Las estrategias de repaso son los procedimientos más simples e incluyen operaciones básicas que favorecen el recuerdo de la información mediante repetición o recitación. Estas estrategias incidirían sobre la atención y los procesos de codificación, pero no ayudarían a construir conexiones internas o a integrar la nueva información con el conocimiento previo, razón por la que permitirían un procesamiento más bien superficial de la información. Las estrategias de elaboración constituyen un nivel intermedio entre las estrategias de repaso y de organización y permiten una transformación de la información, así como el establecimiento de conexiones entre los conocimientos del sujeto y los proporcionados por el nuevo material. Estas estrategias de organización conducirían a procesamientos más profundos de los materiales de estudio, permitiendo construir conexiones internas entre las piezas de información ofrecidas en el material de aprendizaje¹⁶.

¹⁵ Keefe, 1988, citado por Larkin et al., 2002.

Disponible en: <http://servicio.cid.uc.edu.ve/educacion/revista/volln27/27-1.pdf>

¹⁶ Revista Ciencias de la Educación. Año 6 Vol. 1 N° 27 Valencia, Enero-Junio 2006

b) Conductismo

Se basa en los cambios observables en la conducta del sujeto y se enfoca hacia la repetición de patrones de conducta hasta que estos se realizan de manera automática¹⁷. Para el conductismo, el modelo de la mente se comporta como una caja negra donde el conocimiento se percibe a través de la conducta, como manifestación externa de los procesos mentales internos.

Esta teoría sugiere medir la efectividad en términos de resultados, por lo que está condicionada por el estímulo inmediato ante un resultado del alumno, con objeto de proporcionar una retroalimentación o refuerzo a cada una de las acciones del mismo.

c) Constructivismo

Se sustenta en la premisa de que cada persona construye su propia perspectiva del mundo que le rodea a través de sus propias experiencias y esquemas mentales desarrollados. El constructivismo se enfoca en la preparación del que aprende para resolver problemas en condiciones ambiguas¹⁸.

Estas teorías son útiles para tratar problemas poco definidos a través de la reflexión en acción, igualmente identifica el aprendizaje con la creación de significados a partir de experiencias, situándose en la creación de herramientas que reflejan la cultura en la cual se utilizan, así como los deseos y experiencias de los individuos.

d) Estilos de Aprendizaje: Felder - Silverman

En el año 1988, la Dra. Linda Silverman y el Dr. Richard Felder, escribieron, en una publicación periódica, el artículo "Learning and Teaching styles in Engineering Education". La revista Journal of Engineering Education. Para ese momento, la meta de estos dos investigadores era expresar a través de un modelo, algunas estrategias de enseñanza y de aprendizaje, producto de la aplicación conjunta de la experiencia en Psicología Educativa de la Dra.

¹⁷ SCHUMAN, L. Perspectives on Instruction. 1996.

Disponible en: <http://adweb.sbsu.edu/courses/edtec540.html>

¹⁸ Resumen ejecutivo del Proyecto "Soporte al proceso Educativo UIS mediante Tecnologías de Información y Comunicación - ProSPECTIC" de la Universidad Industrial de Santander".

Silverman, y la experiencia en educación en el campo de la ingeniería del Dr. Richard Felder¹⁹.

Para ese entonces, estos investigadores basaron su estudio, en el uso de los estilos de aprendizaje, tomando como principio fundamental el modelo, que tomaba las siguientes dimensiones: Sensitivo/Inductivo, Visual/Auditivo, Activo/ Reflexivo, Secuencial / Global. Los tipos de estudiantes se pueden clasificar así:

- **Activos:** el sujeto activo discute, aplica conocimientos, es activo, prueba las cosas para ver cómo funcionan. Trabaja en grupo. Tiende a retener y entender mejor la información haciendo algo activo con ella, sea discutiéndola, aplicándola o explicándosela a otros.
- **Reflexivo:** prefiere pensar sobre las cosas antes de tomar alguna acción, prefiere trabajar solo. También se inclinan por aprender de materiales presentados ordenadamente a través de libros de trabajo, conferencias y demostraciones.
- **Sensitivos:** aprenden hechos, solucionan problemas con métodos bien establecidos y no les gusta las complicaciones ni sorpresas, no les gusta evaluarse en aspectos que no se han revisado en clase. Son muy prácticos y cuidadosos.
- **Intuitivos:** los sujetos intuitivos prefieren descubrir posibilidades y relaciones; les gusta la innovación y les disgusta la repetición. Se sienten bien con nuevos conceptos, abstracciones y fórmulas matemáticas. Tienden a trabajar más rápido que los sensibles. No les gustan los cursos con mucha memorización.
- **Visuales:** recuerdan mejor lo que ven, como diagramas, gráficas, películas y demostraciones.
- **Verbales:** prefieren explicaciones verbales y escritas.

¹⁹ Felder, Silverman, citados por Felder, 2002 Disponible en : <http://servicio.cid.uc.edu.ve/educacion/revista/volIn27/27-1.pdf>

- Secuenciales: prefieren encontrar soluciones, siguiendo pasos lineales con secuencia lógica.
- Globales: aprenden a grandes pasos, absorbiendo material casi en forma aleatoria sin ver la conexión y en forma repentina capta el sentido global. Resuelven problemas en forma novedosa y más rápida, pero tienen dificultades para explicar cómo lo hicieron.

e) Estrategia de Planeamiento

Planear las actividades contribuye para activar aspectos relevantes del conocimiento previo, que permiten organizar y comprender más fácilmente el material²⁰.

f) Estrategia de Control

Controlar las actividades implica evaluar la atención y cuestionarse durante la lectura, en tanto que la auto - regulación de las actividades refiere al continuo ajuste de las acciones cognitivas que se realizan en función del control previo. Todo ello, probablemente, redunde en beneficios para el aprendizaje²¹.

g) Estrategias de manejo de recursos

Estas estrategias incluyen la organización del tiempo y ambiente de estudio, la regulación del esfuerzo, el aprendizaje con pares y la búsqueda de ayuda. El manejo del tiempo implica programar y planear los momentos de estudio, en tanto que el manejo del ambiente refiere a la determinación por parte del estudiante acerca de su lugar de trabajo. Para Rinaudo:

La regulación del esfuerzo apunta hacia la habilidad del estudiante para persistir en las tareas a pesar de las distracciones o falta de interés; tal habilidad es de importancia para el éxito académico en la medida que implica compromiso con las actividades y tareas propuestas. El aprendizaje con pares y la búsqueda de ayuda aluden a la disposición de los estudiantes para plantear sus dificultades a un compañero o al

²⁰ Revista Ciencias de la Educación. Año 6 Vol. 1 N° 27 Valencia, Enero-Junio 2006

²¹ *Ibíd.*

docente; cuestión relevante si se atiende al valor pedagógico que se atribuye al diálogo profesor y alumno y, particularmente a los procesos de solicitar, dar y recibir ayuda pedagógica²².

2.1.3. Metodologías de Diseño Instruccional

a) Modelos de Diseño Instruccional

Los modelos de diseño instruccional son guías o estrategias en las que se basan los enfoques de aprendizaje por instructores. Estos suministran los procedimientos para la producción de instrucciones e incorporan elementos primordiales en el proceso instruccional, involucrando el análisis de las metas y objetivos, con la facilidad de ser usados en diferentes contextos.

A continuación se presentaran algunos modelos de diseño instruccional:

- *Modelos academicistas:*

Este modelo se basa en el concepto de educación prevalecido a través del tiempo adaptándose a los cambios de la sociedad.

Esta teoría se centra sobre el contenido, asumiendo estrategias pedagógicas como son racionalistas y didácticas, por medio de la exposición de conocimientos por parte del docente, donde éste básicamente se encarga de transmitirle los contenidos al estudiante para que él los asimile.

Estos modelos han evolucionado adaptándose a las necesidades de nuestra sociedad y es claro que han estado muy arraigados en nuestra cultura.

Es por esto que en la enseñanza en Educación a Distancia que tiene como guía este modelo, el docente es el único que provee los conocimientos, junto con otros profesionales que en conjunto conforman un equipo pedagógico, el cual desarrolla y construye los recursos didácticos necesarios para el aprendizaje del estudiante.

²² Revista Ciencias de la Educación. Año 6 Vol. 1 N° 27 Valencia, Enero-Junio 2006

El aprendizaje es fomentado directamente por el contacto existente entre el profesor y los recursos o materiales proporcionados por éste, como lo es la lectura de textos, de documentos audiovisuales, o el manejo de programas por computador, facilitando al estudiante la asimilación de las temáticas definidas por el docente. Por lo tanto el aprendizaje es alcanzado mediante la intervención ejercida por el docente por medio del uso de recursos eficaces.

Es importante aclarar que en este modelo la interacción presentada en la comunicación no es de tipo bidireccional, debido a que los contenidos que realiza el docente son presentados de forma eficaz, convincente y magistral, por lo tanto la intervención del estudiante solo se presenta para la aclaración de dudas referentes a los contenidos propuestos por el docente. Se presenta una “conversación didáctica dirigida”, en la cual, el material pedagógico simula la interacción entre el docente y el estudiante. Así pues la estructura de esta interacción está encaminada únicamente hacia los conocimientos a transmitir.

- *Modelos tecnológicos*

Estos modelos tienen por objeto elaborar sistemas cuyos resultados son previsibles, planificados y validados. Utilizan continuamente los medios de comunicación y las tecnologías de modo que los contenidos sean presentados de manera eficaz, razón que lo hace muy atractivo a las necesidades de la educación.

En cuanto a la enseñanza, en este modelo se requiere planificar el proceso y determinar los contenidos de manera muy rigurosa. Son usadas diferentes técnicas de aprendizaje, no solo de tipo conductistas. Además en este tipo de modelos es posible promover el aprendizaje experiencial, de grupo, colaborativo, etc., no hay un método estándar. En cuanto a la interacción, en este modelo se tiene por objeto la comprensión y asimilación de los contenidos propuestos por parte de los estudiantes, por medio de los medios didácticos, los cuales interactúan constantemente con el estudiante.

- *Modelos psicocognitivos*

A partir de este modelo se han desarrollado sistemas informáticos inteligentes que logran modelar los conocimientos, los comportamientos

cognitivos de los estudiantes y a la vez las respuestas entregadas por el tutor.

Proporciona una navegación del estudiante en el cual éste investiga y experimenta un aprendizaje por medio del descubrimiento, acercándose cada vez más a sus necesidades. Es claro que la estrategia de enseñanza debe tener en cuenta la retroalimentación para que el estudiante pueda afianzar sus conocimientos.

b) Fases del Diseño Instruccional

En el diseño instruccional se presentan las siguientes fases:

- **Análisis:** es la base fundamental en el diseño instruccional. En esta fase se define el problema, se identifican las fuentes del problema y se determinan las posibles soluciones.
- **Diseño:** en esta fase se toman los resultados de la fase anterior para planificar estrategias a utilizar en el desarrollo de la clase. También se debe determinar cómo se quiere alcanzar las metas instruccionales de la fase anterior, así como expandir los fundamentos instruccionales.
- **Desarrollo:** la planeación de la clase se genera en esta fase, al igual que los materiales necesarios para el desarrollo de ésta.
- **Implementación:** en esta fase se realiza el modulo instruccional. Tiene como fin la implementación efectiva y eficaz de los módulos instruccionales.
- **Evaluación:** en el transcurso de esta fase es evaluada la efectividad y eficiencia de los módulos instruccionales, la cual debe suceder durante todo el proceso de diseño, entre cada fase y posteriormente de la implementación.

c) Propuesta Metodológica de Diseño Instruccional

A continuación se presenta el proceso de elaboración de la propuesta de Diseño Instruccional, de un Manual con talleres para Diseño de Sistemas

Productivos con Software CAD, para la asignatura Diseño de Sistemas Productivos, del programa académico de Ingeniería Industrial.

- *Referentes Metodológicos*

Para el proceso de investigación, planteamiento y desarrollo del Diseño Instruccional se tomaron como base diversos trabajos investigativos y referentes bibliográficos, basados esencialmente en el concepto del análisis funcional, con el objeto de suministrar un desarrollo apoyado en la noción de competencias en la estructuración de diseños instruccionales. Además, estos referentes se han utilizado como base para el planteamiento y construcción de los objetos de aprendizaje basados en competencias, para la temática “Distribución de Planta”. Los anteriores referentes, son explicados a continuación:

Los principios rectores para la aplicación de la metodología del análisis funcional se concentran en tres sentencias específicas²³:

Ir de lo general a lo particular: el punto de arranque es el contexto de el objeto de aprendizaje (lo general) enmarcado por los contenidos temáticos básicos, genéricos y específicos, seleccionados a través del análisis de los contenidos presentes en literatura académica, empresarial e institucional concerniente, combinado a su vez con la experiencia y conocimientos de los expertos docentes, expertos pedagogos y expertos en la metodología de la planeación del diseño curricular que acompañen el proceso. Este principio permite delimitar el área de estudio que se pretende abarcar con la asignatura junto con la primera selección y estructuración de los contenidos.

Identificar acciones delimitadas (discretas) manteniendo la separación de los contextos específicos: la desagregación de los contenidos generales debe ser única; poseer un inicio y un fin en su descripción, definiendo un propósito y un alcance preciso; además deben estar en consonancia con el área de estudio abarcada por el objeto de aprendizaje, la asignatura y por el programa de formación general. En la propuesta metodológica los contenidos

²³ Proyecto de Propuesta de Innovación Docente. Documento resumen preparado por GISEL de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones E3T, dentro del marco de la convocatoria de proyectos de Innovación Docente Bucaramanga, 2006.

desagregados se clasifican en tres tipos: “Contenidos Conceptuales (saber)”, “Contenidos Procedimentales (saber hacer)” y “Contenidos Actitudinales (saber ser)”, que corresponden a competencias evidenciables en el estudiante. Este principio metodológico se evidencia en la estructura gramatical de los contenidos desagregados que consta de: Verbo, Objeto y Condición, en el estricto orden en que se enuncian.

Mantener una relación causa-consecuencia: este principio permite que los contenidos obtenidos de la desagregación sean realmente la suma de partes que den como resultado el contenido y/o propósito origen, o dicho de otra forma, el todo esté realmente sustentado en los componentes que lo conforman, además que tiene la utilidad de proveer la visión de correlación que debe establecerse entre las partes.

2.2. HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA

2.2.1. Hardware

En el desarrollo del presente proyecto se utilizó 1 equipo de cómputo con las siguientes características:

- Sistemas Operativos: MAC OSX Leopard y Microsoft Windows XP.
- Procesador Intel de 2.3 Ghz.
- Memoria RAM 1 Gb.
- Disco duro de 120 Gb.
- Unidad quemadora doble capa de DVD
- Conexión de puertos USB
- Tarjetas de sonido y video Onboard.

2.2.2. Software

Para el desarrollo del objeto de aprendizaje que soporta la temática *distribución de planta*, se hizo necesaria la utilización de herramientas digitales para poder desarrollar y explicar el contenido de acuerdo al estilo de aprendizaje elegido por el estudiante.

Para la realización objeto se utilizaron los siguientes programas:

- **CAMTASIA:** es una herramienta informática que permite capturar una ventana, una zona o la pantalla completa de un computador. Es capaz de capturar audio, recoger la imagen de una cámara web e incluso sirve para capturar una presentación PowerPoint. Ofrece funciones para hacer zoom, añadir audio, crear efectos de transición e incluso limpiar el sonido de ruidos. Con esta herramienta se puede exportar la creación a Flash, QuickTime, AVI, prepararlo para web, CD o incluso DVD. El programa incluye diversas utilidades que posibilitan sus usuarios desde la grabación de cualquier acontecimiento que suceda en nuestra pantalla, hasta la creación de atractivos menús para movernos a través del contenido de nuestros CD/DVD.
- **IMOVIE:** es un software de edición de video creado por Apple Computer como parte de la suite de aplicaciones iLife para Macintosh, el cual permite a los usuarios editar sus propias películas.
- **IDVD:** es una aplicación de software multimedia de la compañía informática Apple para su sistema operativo Mac OS X. IDVD permite agregar películas QuickTime, música MP3 y fotos digitales a un DVD que puede ser reproducido en un reproductor doméstico. Es considerado el último paso del paquete iLife, ya que reúne en un medio externo el resultado de las otras aplicaciones.
- **AUTOCAD:** es un programa de diseño asistido por ordenador para dibujo en 2D y 3D, que gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) las cuales se pueden operar a través de una pantalla gráfica.
- **MICROSOFT VISIO:** es un software de dibujo vectorial para Microsoft Windows. Las herramientas que lo componen permiten realizar diagramas de oficinas, diagramas de bases de datos, diagramas de flujo de programas, UML.
- **SolidWorks:** es un modelador de sólidos paramétrico, que permite dibujar piezas y conjuntos para extraer de ellos las vistas y otro tipo de información necesaria para la producción. Se pueden aprovechar las bondades de esta herramienta CAD para realizar el volumen de algunas

máquinas y elementos que componen las estaciones de trabajo de una planta industrial.

2.3. DISEÑO DE MATERIALES

2.3.1. Objeto de Aprendizaje

Un objeto de aprendizaje es una entidad digital basada en la aplicación de la metodología del análisis funcional para programas de formación por competencias. Puede ser utilizado, reutilizado o referenciado durante el aprendizaje en línea con el objetivo de generar conocimientos, habilidades y actitudes en función de las necesidades del estudiante²⁴.

Los objetos de aprendizaje son elementos de un nuevo tipo de instrucción basada en el computador y fundamentada en el paradigma computacional de “orientación al objeto”, por medio de la creación de componentes (objetos) que pueden ser reutilizados varias veces en múltiples contextos.

Éstos deben suministrar información pedagógica que determine el tipo de actividades cognitivas en las que estarán envueltos los estudiantes, además de las estrategias de enseñanza aprendizaje relacionadas con los objetos de aprendizaje, así los conceptos de eficiencia al que pertenecen pueden ser trasladados convenientemente al estudiante.

2.3.2. Estándares de e-learning

El término de e-Learning se refiere a la utilización de nuevas tecnologías de la información y la comunicación con un propósito de aprendizaje. Un estándar es un conjunto de reglas o normas que especifican cómo debe realizarse un determinado servicio, cómo debe producirse un determinado producto o cómo debe realizarse un determinado proceso de modo que se garantice una cierta calidad y compatibilidad con otros productos o servicios.

El e-learning es la modalidad de educación a distancia donde tanto el profesor como el alumno hacen uso de medios electrónicos para llevar a

²⁴ PEÑA, C.I., Resumen ProSPETICUIS, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2007.

cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje, no es un entorno absolutamente digital, por lo que parece más adecuada la denominación de “e-learning” o “aprendizaje electrónico”. El e-Learning como metodología de aprendizaje ofrece las siguientes ventajas:

- Facilita la incorporación de conocimientos mediante el empleo de contenidos interactivos que involucran al alumno en el desarrollo del curso.
- Permite mediante servicios de Internet el trabajo y la interacción grupal característicos de la educación presencial.
- Permite realizar la capacitación laboral y profesional en el momento que se necesita, donde se necesita, reduciendo costes y en forma compatible con actividades u obligaciones laborales, sociales o familiares.
- Flexibiliza y facilita la organización de los cursos al reducir total o parcialmente la coordinación física de las actividades.
- Permite capacitar a más alumnos en menos tiempo.
- Facilita el mantenimiento y actualización de contenidos y su distribución.
- Es un complemento eficaz de todas aquellas actividades que requieren la presencia física del alumno.
- Facilita el acceso, puesto que la formación puede llegar a más personas, desapareciendo las barreras espacio-temporales.

La necesidad de flujo y renovación del conocimiento han hecho del e-learning y de la administración del conocimiento estrategias fundamentales. La facilidad proporcionada por los estándares en materia de tecnología se transforma en calidad didáctica de las soluciones e-learning.

2.4. METODOLOGÍA PARA PLANEACIÓN Y DISEÑO

En el curso de Diseño de Sistemas Productivos de La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales se enseña el método SLP para desarrollar la distribución de las instalaciones de manufactura (ver figura 7).

El método SLP “*Systematic layout planning*”, en español “*Planeación Sistemática de la Distribución en Planta*”, fue desarrollado por el especialista reconocido internacionalmente en materia de planeación de fábricas Richard Muther. Este método es una forma organizada de realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases, en una serie de

procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación.

Esta técnica puede aplicarse a oficinas, laboratorios, áreas de servicio, almacén u operaciones manufactureras, y es igualmente aplicable a las mayores o menores readaptaciones que existan, nuevos edificios o en el nuevo sitio de planta planeado. Se analiza la distribución sobre la base de factores de naturaleza cualitativa. Se aplica generalmente en aquellos casos en donde los flujos del proceso son muy variables, o bien puede servir para la distribución de oficinas de trabajos generales y cambiantes²⁵.

Figura 7. Esquema General del SLP



Fuente: Material de asignatura *Diseño de Plantas* del profesor Edwin A. Garavito.

²⁵ Tomado de: <http://www.mitecnologico.com/Main/Slp>

2.4.1. Análisis

a) Flujo de materiales

Como primera medida se analizan los datos de entrada acerca de: producto (P), Cantidades (Q), proceso y recorrido (R) y/o servicios (S). Estas condiciones iniciales pueden ser mostradas en un diagrama de flujo de operaciones como lo observamos en la figura 8.

Figura 8. Ejemplo: Diagrama de flujo de operaciones

Secc/CT	PRODUCTO / COMPONENTE			
	A (200)	B (150)	C (250)	D (100)
M Almacén M.P.	▽	▽	▽	▽
P Prensas	1 ^{0.2}	1 ^{0.1}	1 ^{0.15}	1 ^{0.25}
F Fresadoras	2 ^{0.8} 4 ^{0.9}	2 ^{0.5}	3 ^{0.7}	2 ^{0.6}
T Taladradoras	3 ^{1.2}		2 ^{0.6}	
I Inspección	2 ^{0.5} 1 ^{0.6}	1 ^{0.3}	2 ^{0.8} 1 ^{0.2}	1 ^{0.4}
A Acabado	5 ^{1.8}		4 ^{2.1}	3 ^{1.3}
E Embalaje	6 ^{0.2}	3 ^{0.3}	5 ^{0.4}	4 ^{0.6}
Z Almacén P. T.	▽	▽	▽	▽

Fuente: Material de asignatura *Diseño de Plantas* del profesor Edwin A. Garavito.

Se hace un *análisis* en el cual se evalúa la *capacidad disponible* y se compara con la *capacidad requerida*. Si se observa que el número de máquinas requeridas para poder dedicar líneas exclusivas a cada uno de los productos, sobrepasa la disponibilidad que tiene la empresa, es necesario

reagrupar referencias en *familias*, de acuerdo al *flujo de proceso*. Por ejemplo: Familia X: Ref. A y C; Familia Y: Ref. B; Familia Z: Ref. D.

Al crear *familias*, las referencias que las conformen, compartirán *recursos*. Esto hace que las referencias que tenían *recursos ociosos*, den mayor utilización a los mismos; de igual manera los *recursos* que estaban siendo incapaces de mantener la demanda actual, van a recibir el apoyo de las *unidades* productivas ociosas de las otras referencias.

Para seleccionar qué referencias pueden conformar familias, se puede observar en el diagrama de flujo de operaciones (ver figura 8) y ver cuál es el recorrido que tiene que hacer cada una de las mismas. De esta forma se busca cuales referencias comparten flujos y se agrupan en familias bajo este criterio. Se puede determinar si la capacidad instalada alcanza a suplir los requerimientos de demanda, lo cual puede arrojar como resultado, la necesidad de replantear la utilización de algún recurso.

Para solucionar el problema del recurso que no tiene la capacidad suficiente, dada la forma como se lleva a cabo el proceso, se podría pensar en dos estrategias. La primera se enfocaría en determinar si existe capacidad ociosa en alguna de las familias que utilizan este recurso y, si es así, se determina si dicha capacidad es superior a la que requieren las otras familias del mismo recurso. Si la respuesta es afirmativa, entonces estas familias compartirían el recurso para aprovechar mejor su capacidad. Si después de analizar la capacidad ociosa se determina que no alcanza a cubrir los requerimientos no atendidos de las otras familias, entonces la única solución, dadas las condiciones iniciales, es la compra de unidades adicionales del mismo recurso.

Posteriormente, se realiza la Matriz Origen-Destino, donde se determina el flujo de materiales de los recursos a usar por cada familia e igualmente, se establece la escala para determinar las relaciones de proximidad de los recursos. Un ejemplo de Matriz Origen-Destino por referencias lo podemos observar a continuación en la figura 9. Posteriormente, se suman los valores de cada casilla para determinar los volúmenes totales como podemos observarlo en la figura 10.

Figura 9. Ejemplo: Matriz Origen- Destino por referencias

De \ A	M	P	F	T	I	A	E	Z
M		AB CD						
P			AB D	C				
F				A	AB CD			
T			AC					
I						AC D	AB C	
A					AC		D	
E								AB CD

Fuente: Material de asignatura *Diseño de Plantas* del profesor Edwin A. Garavito.

Figura 10. Ejemplo: Matriz Origen- Destino, volúmenes totales

De \ A	M	P	F	T	I	A	E	Z
M		700						
P			450	250				
F				200	700			
T			450					
I						550	600	
A					450		100	
E								700

Fuente: Material de asignatura *Diseño de Plantas* del profesor Edwin A. Garavito.

Se establece el rango entre el menor y mayor volumen, para determinar intervalos para clasificar los recursos en tipo: A, E, I y O. Podemos observar la tabla 1, en relación al ejemplo que se está desarrollando.

Tabla 1. Clasificación por Intervalos

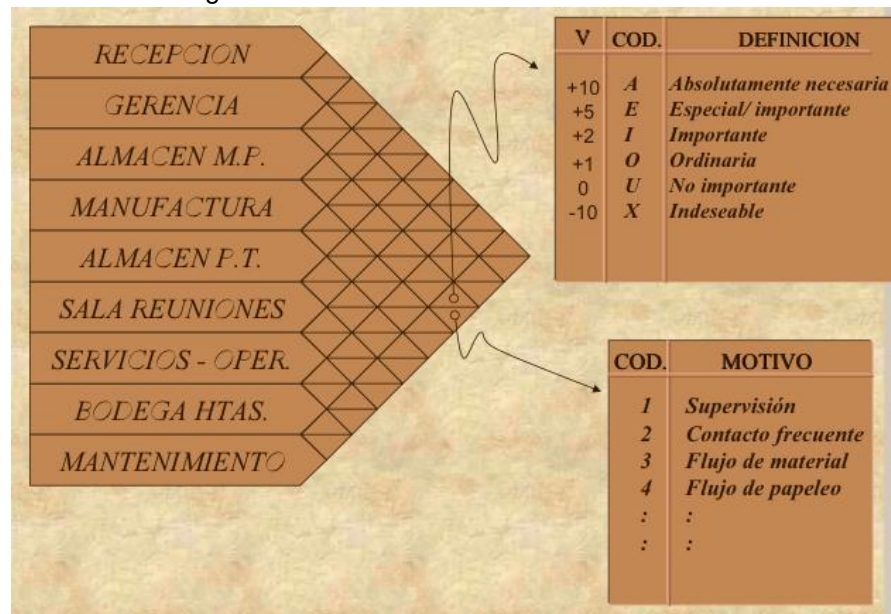
Intervalos		
O	100	250
I	250	400
E	400	550
A	550	700

Fuente: Elaboración del Autor.

b) Relaciones entre actividades

Posteriormente, se determinan las relaciones de espacios y/o actividades para ajustar las relaciones obtenidas con el análisis de la Matriz Origen-Destino (ver figura 11):

Figura 11. Tabla de Relaciones de Actividades



Fuente: Material de asignatura *Diseño de Plantas* del profesor Edwin A. Garavito.

Para determinar estas relaciones se establecen motivos; algunos de los motivos de proximidad que comúnmente se encuentran son:

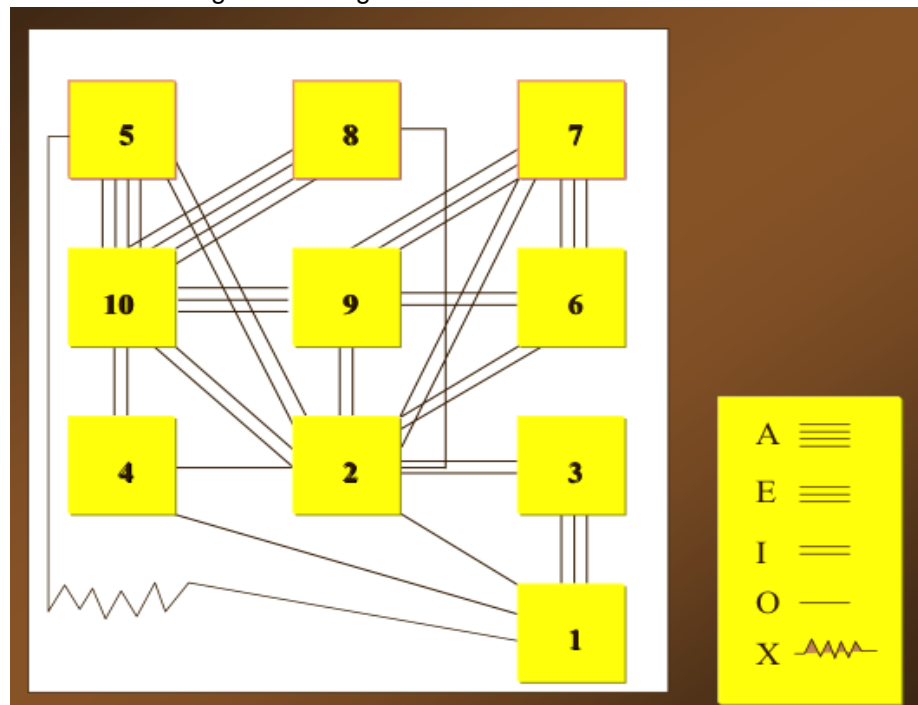
- Flujo de material
- Necesidad de contacto personal
- Uso de equipo común
- Uso compartido del personal

- Evitar contaminación por ruido y vibración
- Contacto frecuente
- Supervisión de personal
- Servicio urgente
- Reducción del costo de distribución del servicio
- Uso del mismo servicio
- Flujo de papeleo
- Deseado por la administración

c) *Diagrama de relaciones*

Se realiza este diagrama teniendo en cuenta el tipo de relación establecida entre recursos; observemos la figura 12.

Figura 12. Diagrama de relaciones de Actividad

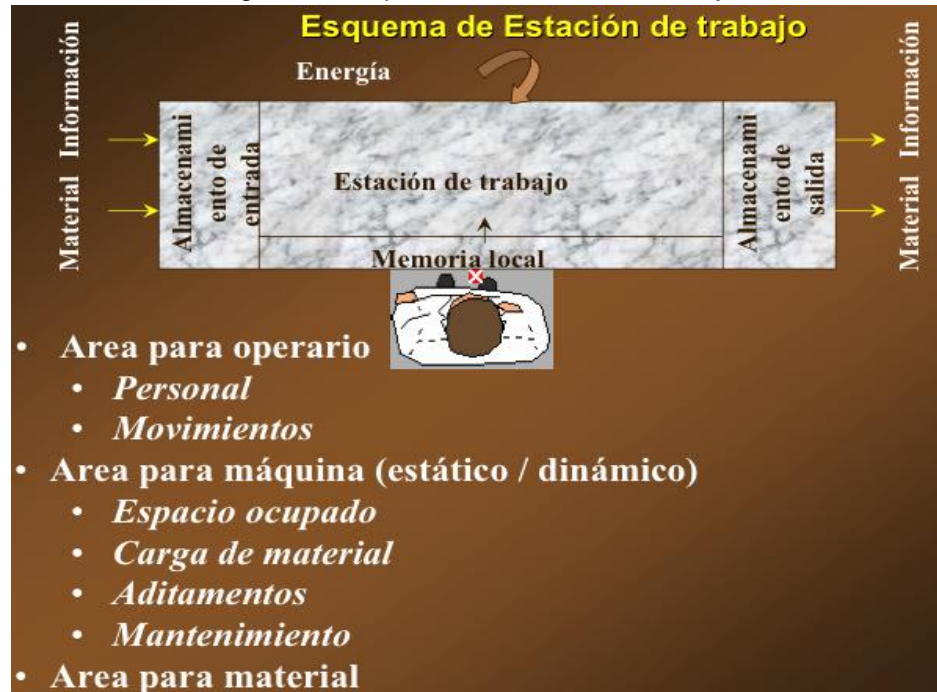


Fuente: Material de asignatura *Diseño de Plantas* del profesor Edwin A. Garavito.

d) *Necesidades de espacio*

Se deben tener definidas las necesidades de espacio, para poder acomodar cada uno de los recursos, por ejemplo las estaciones de trabajo (ver figura 13).

Figura 13. Esquema de Estación de Trabajo



Fuente: Material de asignatura *Diseño de Plantas* del profesor Edwin A. Garavito.

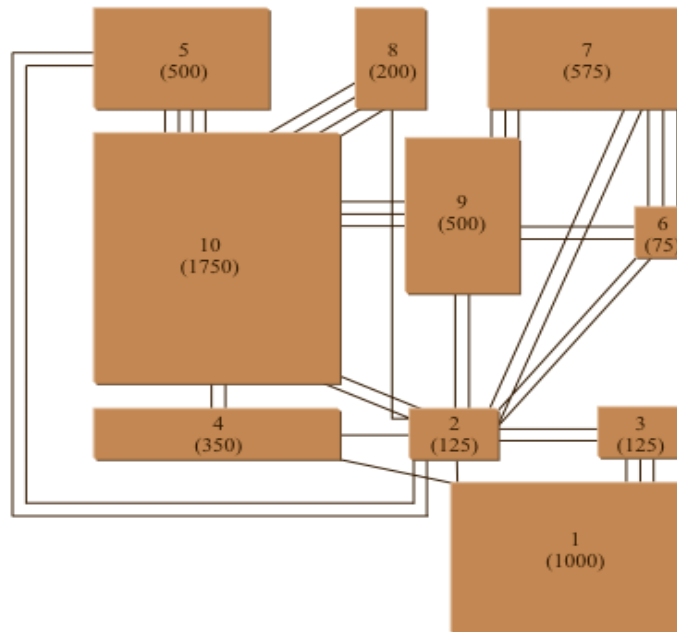
e) *Espacio Disponible*

Se debe tener definido el espacio con el que se cuenta en un plano. Conocidas las necesidades de espacio y el espacio disponible se puede realizar un análisis para determinar la mejor distribución.

2.4.2. **Búsqueda**

Se realiza el diagrama de relación de espacios teniendo en cuenta el espacio ocupado por cada una de las estaciones de trabajo (ver figura 14). Se deben tener en cuenta los *factores influyentes* y las *limitaciones* prácticas para desarrollar las *soluciones posibles* según las *necesidades de espacio* para los recursos y el *espacio disponible* para realizar la distribución. Para realizar la respectiva redistribución de planta, se deben calcular las distancias teniendo en cuenta el movimiento por pasillos, el centroide de las máquinas, o centros de trabajo (grupo de máquinas), con el objetivo de que éstas sean las mínimas posibles en los recorridos de materiales, herramientas y una circulación adecuada para los trabajadores, además de la utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad.

Figura 14. Diagrama de relaciones de Espacios



Fuente: Material de asignatura *Diseño de Plantas* del profesor Edwin A. Garavito.

2.4.3. Evaluación y Selección

Se escoge una de las soluciones desarrolladas, buscando que la nueva distribución de la planta reduzca considerablemente las distancias en la secuencia de flujo de operaciones para cada una de las líneas de los productos, con relación a la distribución inicial. Lo anterior trae como consecuencia una reducción en los tiempos de transporte de materia prima, productos en proceso, y producto terminado entre los recursos disponibles. También es factible una reducción de los costos asociados en los ítems nombrados anteriormente, elevando la eficiencia general de la planta. Con la redistribución de la planta se optimizan los espacios en los cuales se realiza el proceso productivo, quedando disponible un espacio considerable dentro de la planta, el cual puede ser aprovechado por la empresa para proyectos posteriores, por ejemplo expansión de líneas de producción.

2.5. DISEÑO Y PLANEACIÓN DEL LAYOUT CON SOFTWARE CAD

2.5.1. Dibujo técnico normalizado

a. El dibujo técnico como lenguaje

El “*Dibujo*” es el lenguaje gráfico universal comunicador de ideas, que a través de la historia ha evolucionado de acuerdo al nivel tecnológico de cada época de la humanidad. El “*Dibujo Técnico*” se caracteriza por tener “*normas*” establecidas para lograr una comunicación e interpretación exacta de las ideas que se quieren transmitir de un diseño determinado. Esta normalización establecida es el lenguaje que utilizan profesionales como técnicos, ingenieros, diseñadores industriales y arquitectos, para comunicar e interpretar diseños tales como distribuciones eléctricas, estructura de una construcción, piezas mecánicas de una máquina, arquitectura de una edificación y, en relación con la Ingeniería Industrial, el *diseño de un sistema productivo*.

Previo a la construcción de una planta industrial, suele requerirse la representación del diseño en los planos de cimentación, eléctricos, estructurales, hidráulicos, arquitectónicos y de distribución de planta, para así poder lograr una comunicación técnica entre los partícipes de un proyecto de este tipo. El plano de distribución de planta se utiliza para representar la colocación de estaciones de trabajo, de forma análoga al dibujo de la distribución del mobiliario dentro de un diseño arquitectónico.

b. ¿Cómo surge el dibujo técnico normalizado?

El dibujo técnico nació con la revolución industrial en los países altamente industrializados a finales del siglo XIX, ante la necesidad de producir en mayor cantidad y con más calidad. Se impulsó más con la llegada de la segunda guerra mundial (1914-1918), ante la necesidad de abastecer ejércitos y reparar los armamentos. El 22 de diciembre de 1927 los alemanes Naubaus y Hellich, constituyen el primer organismo dedicado a la normalización. Este organismo actualmente se denomina por las siguientes siglas DNA “Deutsches Normen Ausschuss” o Comité de Normas Alemanas y emite las normas DIN “Deutsches Institute für Normung” en español

Instituto Alemán de Normalización. Las normas DIN actualmente utilizadas por ISO “International Organization for Standardization” como normas internacionales de dibujo técnico.

c. El diseño asistido por computador como herramienta

Para el dibujo técnico hoy en día se tienen grandes avances informáticos, paquetes de diseño asistido por ordenador los cuales van progresando continuamente. Actualmente existen programas de diseño asistido por computador CAD de las siglas del inglés “Computer Aided Design”, que son herramientas que agilizan la fase de diseño de este tipo de proyectos. En el diseño asistido por computador CAD, encontramos varios tipos de herramientas que se caracterizan por tener precisión en el manejo de coordenadas para el dibujo de planos y modelado 3D. Las herramientas que brindan ayudas para el diseño, planeación y distribución de instalaciones industriales pueden clasificarse en las siguientes categorías:

Diseño general: las herramientas de esta categoría manejan entidades gráficas que el usuario va introduciendo tanto en 2D como en 3D, permitiendo obtener un resultado final con ventanas y vistas de los planos u objetos diseñados. A esta categoría pertenece la herramienta *AutoCAD* que sirve para el dibujo de los planos y modelado 3D de las instalaciones industriales.

Planificación y diseño de instalaciones de manufactura: son programas CAD para la planeación y diseño de instalaciones de industriales. Los planeadores de las instalaciones reciben muchos beneficios de este tipo de herramientas. Estas herramientas para la planeación y diseño son: *STORM*, *FactoryPLAN*, *FactoryFLOW*, *FactoryCAD* y *SPIRAL*²⁶.

Simulación 3D: Estos programas tienen la capacidad de simular procesos industriales en un entorno virtual 3D. En esta categoría encontramos herramientas como *Flexsim* y *Plant Simulation*.

²⁶ MEYERS MATTHEW, Fred E. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, P.472

2.5.2. Diseño Asistido por Computador CAD

El software CAD del inglés "Computer Aided Design" (dibujo asistido por ordenador) y el software CAM del inglés "Computer Aided Mecanization" (mecanización asistida por ordenador) ayudan a ingenieros y diseñadores en una amplia variedad de industrias. Con estos programas se diseñan productos tan dispares como edificios, puentes, carreteras, aviones, barcos, coches, cámaras digitales, teléfonos móviles, ropa, obras de arte e incluso, como lo vamos a estudiar en este proyecto, las Plantas Industriales. El Dr. Patrick Hanratty concebía en 1957 el primer software CAM llamado "PRONTO", por eso el Dr. Hanratty ha sido muchas veces llamado el padre del CAD/CAM. A principios de los 60 Iván sutherland inventa en el laboratorio Lincoln (MIT) el primer sistema grafico CAD llamado "Sketchpad". Por el alto precio de estos computadores solo algunas compañías de aviación o automóviles desarrollaron en los 60 estos tipos de software.

Durante los años 70 este tipo de software comenzó su migración de la pura investigación hacia su uso comercial, aunque todavía el software fuera desarrollado por grupos internos de grandes fabricantes de automoción y aeroespaciales como General Motors, Mercedes-Benz, Renault, Nissan, Toyota, Lockheed, McDonnell-douglas, Dassault. Dassault, empresa Francesa de aviación, desarrolla el primer programa CAD/CAM llamado DRAPO iniciales de definición y realización de aviones por ordenador. En los años 80 el empleo del CAD/CAM se generaliza en las empresas industriales. Había comenzado como un tema de investigación que fue floreciendo comercialmente con el avance de los ordenadores, pero se convirtió en una dura competencia entre diferentes firmas comerciales. A partir de los 90 la industria del CAD/CAM genera un volumen de mercado de miles de millones de euros con empresas como la francesa Dassault systèmes con su famoso software "CATIA" o las estadounidenses parametric technology y autodesk entre otras muchas más.

Actualmente han surgido programas CAD para la planeación y diseño de instalaciones de trabajo. Los de los planeadores de las instalaciones reciben muchos beneficios de este tipo de software. En esta categoría encontramos programas como: STORM, FactoryPLAN, FactoryCAD y SPIRAL, que serán evaluados para escoger el software que mejor se acomode a las necesidades de la asignatura.

3. EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS CAD

3.1. OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN

3.1.1. Objetivo General

Evaluar las herramientas tipo CAD para planeación y diseño de instalaciones de manufactura y recomendar la(s) que mejor se ajuste(n) a las necesidades del programa de Diseño de Sistemas Productivos.

3.1.2. Objetivos Específicos

- Clasificar los tipos de herramientas CAD que ayudan con el diseño de sistemas productivos y seleccionar cuáles de estas que se evaluarán.
- Describir las herramientas seleccionadas y explicar la ayuda que brindan para el diseño de sistemas productivos.
- Hacer un análisis comparativo y presentar alternativas.
- Presentar las ayudas que pueden brindar las herramientas a otras asignaturas del programa de Ingeniería Industrial.

3.2. HERRAMIENTAS A EVALUAR

En el diseño asistido por computador CAD, encontramos varios tipos de herramientas que se caracterizan por tener precisión en el manejo de coordenadas para el dibujo de planos y modelado 3D. Las herramientas que brindan ayudas para la planeación y distribución de instalaciones industriales pueden clasificarse en las siguientes categorías:

Diseño general: estas herramientas manejan entidades gráficas que el usuario va introduciendo tanto en 2D como en 3D, permitiendo obtener un resultado final con ventanas y vistas de los planos u objetos diseñados. Se evaluará la herramienta *AutoCAD* que sirve para el diseño de los planos y modelado 3D de las instalaciones industriales.

Diseño mecánico: con estas herramientas se pueden dibujar piezas mecánicas y maquinaria concentrándose en el concepto de diseño, dejando que el programa ajuste los detalles. A esta categoría pertenecen Solid Edge, SolidWorks, CATIA, etc. Se analizará la herramienta *Solidworks*.

Planificación y diseño de instalaciones de manufactura: Actualmente han surgido programas CAD para la planeación y diseño de instalaciones de industriales. Los planeadores de las instalaciones reciben muchos beneficios de este tipo de herramientas. Estas herramientas para la planeación y diseño son: STORM, FactoryPLAN, FactoryFLOW, FactoryCAD y SPIRAL.

En esta categoría analizaremos herramientas como *FactoryCAD*, *FactoryPLAN* y *FactoryFLOW*. Estas herramientas anteriormente eran una extensión de AutoCAD 2002, pero luego fueron adquiridas por Siemens para hacer parte de la herramienta *Tecnomatix*.

Simulación 3D: Estos programas tienen la capacidad de simular procesos industriales en un entorno virtual 3D. En esta categoría encontramos *Flexsim* y *Plant Simulation* de *Tecnomatix*.

Flexsim es una herramienta para modelar sistemas y procesos en empresas manufactureras y organizaciones de servicio, con la característica que se diseña y se muestra el proceso en un entorno 3D.

Plant Simulation es una herramienta que hace parte del modulo de diseño de plantas del software Tecnomatix, que sirve para simular procesos de manufactura en un entorno 3D.

3.3. PRESENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS

Se describirán herramientas tipo CAD que ofrezcan ayudas al Ingeniero Industrial para la planeación y diseño de instalaciones de manufactura.

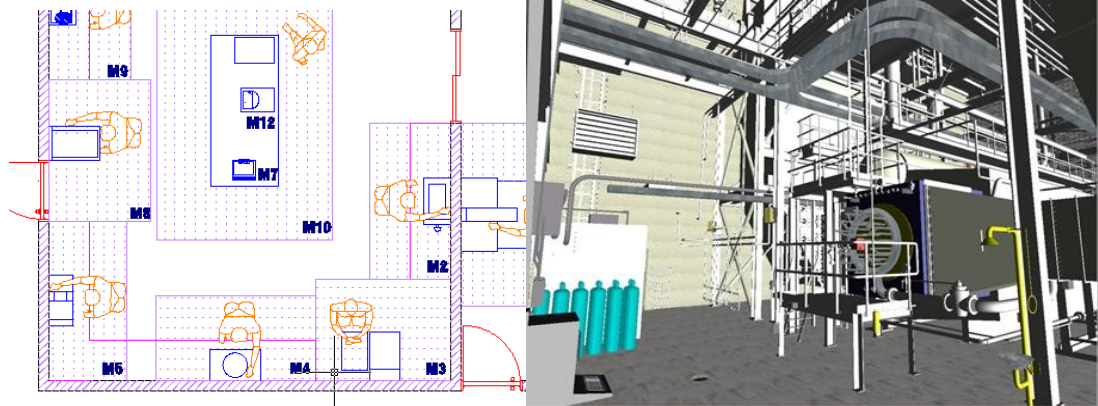
3.3.1. Autocad

AutoCAD es un programa de diseño asistido por ordenador para dibujo en 2D y 3D, que gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos,

líneas, arcos, etc.) las cuales se pueden operar a través de una pantalla gráfica.

En la asignatura Diseño de Sistemas Productivos se puede aprovechar esta herramienta para realizar los planos de planta, el dibujo de las estaciones de trabajo y el modelado en 3D de instalaciones de manufactura (ver Figura 15).

Figura 15. Diseño 2D y Modelado 3D con Autocad



Fuente: el Autor y Pagina Oficial de AutoCAD.

3.3.2. Solidworks

SolidWorks es una herramienta tipo CAD para modelado mecánico. Es un modelador de sólidos que permite dibujar piezas y conjuntos para extraer de ellos las vistas y otro tipo de información necesaria para la producción. Se pueden aprovechar las bondades de esta herramienta CAD, para realizar el volumen de algunas máquinas y elementos que componen las estaciones de trabajo de una planta industrial (ver Figura 16).

Figura 16. Taladro y Centro de Mecanizado



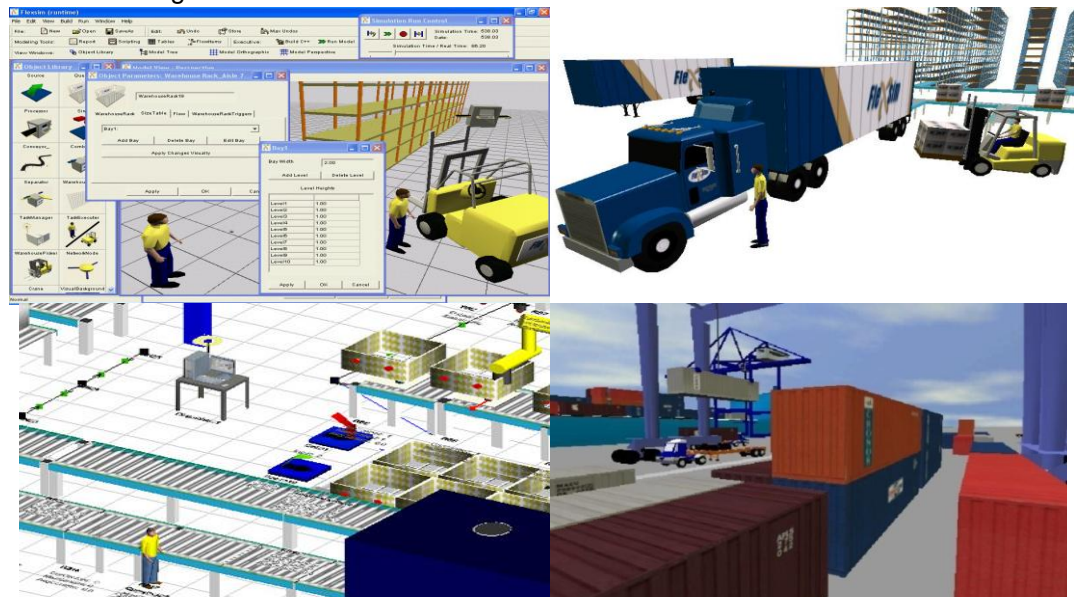
Fuente: Página web de Solidworks.

3.3.3. Flexsim

Es una herramienta para modelar, analizar, visualizar y optimizar procesos de manufactura y procesos logísticos. Utiliza la simulación de eventos discretos, continuos y mixtos. Los modelos son construidos directamente en 3D ofreciendo precisión en los resultados y las estadísticas (ver Figura 17). También permite importar objetos y gráficos en formato .dwg de AutoCAD y agregarle características elementos de Flexsim. Se puede importar información de cualquier base de datos estándar como Excel, y puede exportar datos para análisis estadísticos puntuales.

Flexsim es utilizado en industrias tales como la agrícola, alimenticia, consumo masivo, energético, operadores logísticos, salud, servicios y transporte entre otros. Algunos clientes de este software son: Coca Cola, Whirlpool, Nasa, General Mills, Dupont, Goodyear, Puerto de Cartagena, Siemens, Maersk, Norfolk Southern, Pfizer, Avon, Volkswagen, Ford, Mattel, Michelin, Fedex, Gillette y muchos otros. Podemos consultar más sobre este programa en la página web²⁷ y ver videos²⁸.

Figura 17. Entorno 3D de Instalaciones de Manufactura en Flexsim



Fuente: Página web de Flexsim.

²⁷ Representante Flexsim Colombia. Sitio Web:
<http://www.vaticgroup.com/unlimitpages.asp?id=19&gclid=CK7ZpYvesZgCFVqF7QodVQU8Uw>

²⁸ Ver videos en: <http://www.youtube.com/watch?v=AsO2tDmEG48>

3.3.4. Tecnomatix

Tecnomatix es una herramienta que logra la virtualización de procesos productivos en instalaciones industriales, cubriendo desde la ingeniería de manufactura hasta la ejecución en planta. Con Tecnomatix se obtiene una clara visibilidad al vincular la información sobre el producto, proceso, recurso y planta, de modo que los cambios en uno de estos elementos se extienden automáticamente a todos los demás.

Tecnomatix cuenta con un módulo de *diseño y optimización de planta* que permite crear modelos de fábrica con mayor rapidez. Muestra a los Ingenieros los resultados de los planes en plantas virtuales ayudando a realizar la planeación de instalaciones de manufactura. Se recomienda consultar la página web²⁹. Dentro de Tecnomatix encontramos 7 módulos, uno de ellos el de *diseño y optimización de planta* (ver figura 18).

Figura 18. Módulos de Tecnomatix



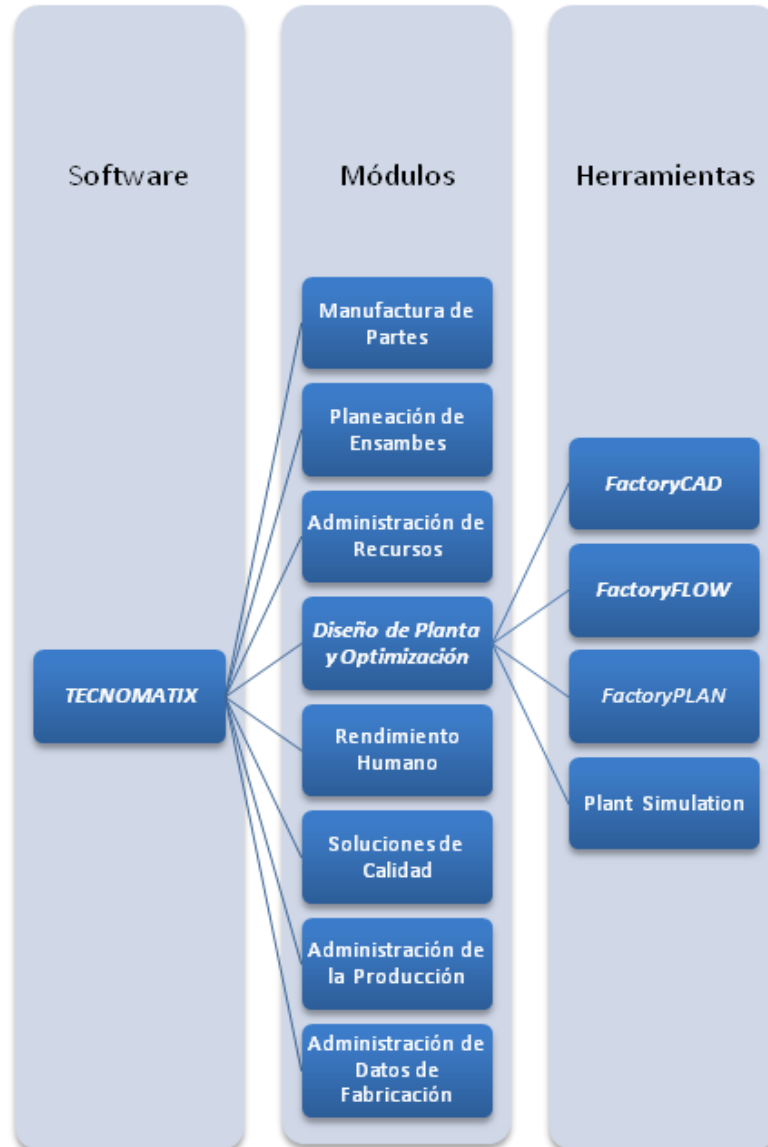
Fuente: Página web de Tecnomatix.

²⁹ Páginas Web:

http://www.plm.automation.siemens.com/es_es/products/tecomatix/plant_design/index.shtm

FactoryPLAN, *FactoryCAD* y *FactoryFLOW* hacen parte del módulo de diseño de planta y optimización, como lo observamos en la figura 19.

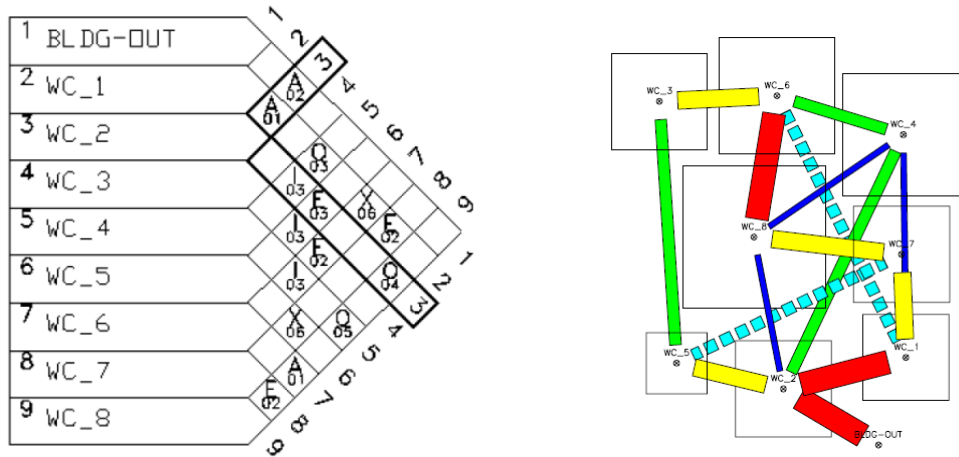
Figura 19. Módulos del Software Tecnomatix



Fuente: Elaboración del Autor.

FactoryPLAN: Es una aplicación que permite realizar el análisis de relación de actividades y análisis de relación de espacios por medio de una interfaz (ver figura 20). Esta herramienta es utilizada en varias universidades como un elemento de apoyo para la planeación y distribución instalaciones industriales.

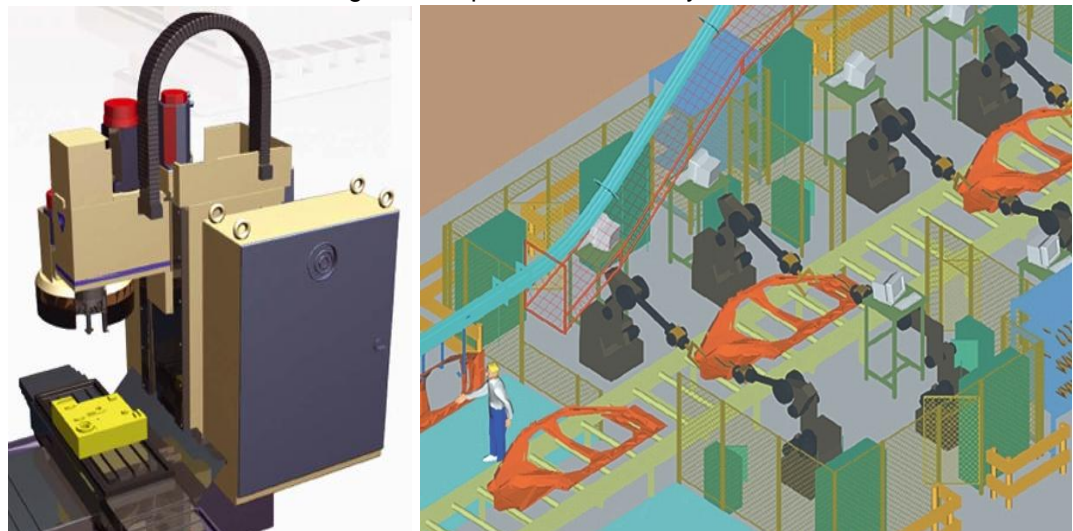
Figura 20. Diagramas de relación con FactoryPLAN



Fuente: David P. Sly. *Before Dynamic Simulation: Systematic Layout Design from Scratch* Cimtechnologies Corporation 2501 North Loop Drive, Suite 700 Iowa State University Research Park Ames, Iowa 50010, U.S.A.).

FactoryCAD: Es una aplicación que utiliza objetos inteligentes en 3D que representan todos los objetos de una fábrica como transportadores, maquinaria, grúas, contenedores y operarios entre otros (ver figura 21 y 22).

Figura 21. Aplicaciones FactoryCAD



Fuente: *FactoryCAD, 3D factory layout software to design better factories faster. Tecnomatix*

Figura 22. Aplicaciones FactoryCAD



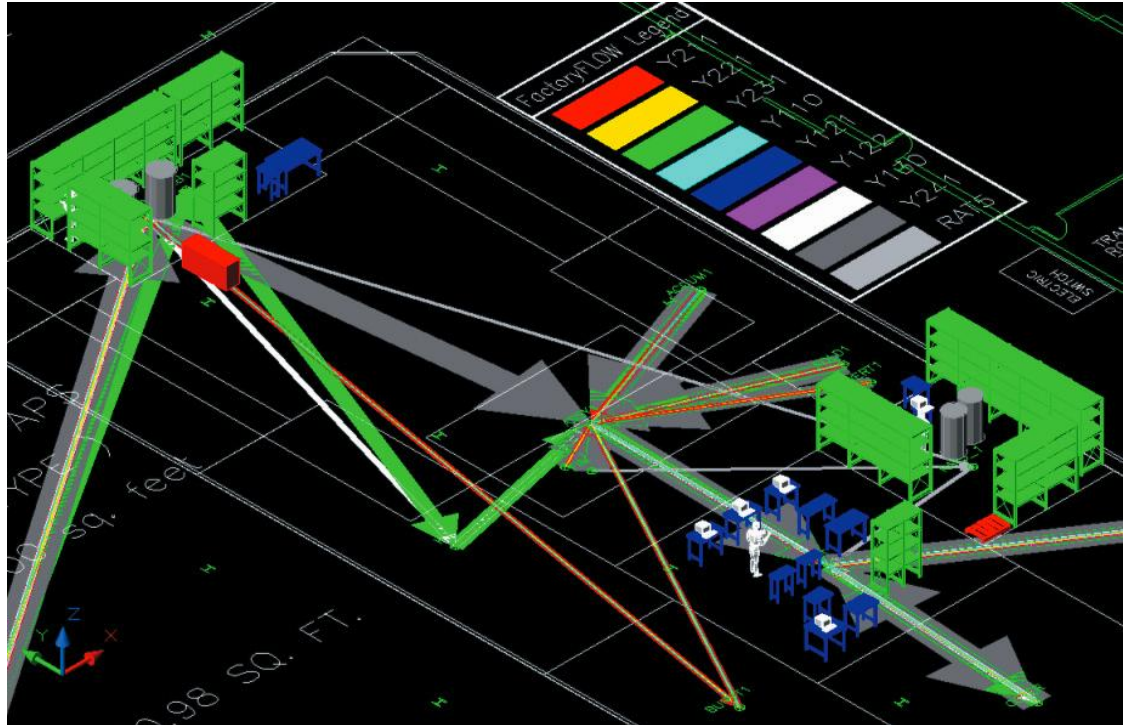
Fuente: *FactoryCAD, 3D factory layout software to design better factories faster. Tecnomatix*

FactoryCAD permite:

- Creación de Modelos 2D y 3D rápidamente, a partir de objetos prediseñados.
- Creación de transportadores de objetos: bandas transportadoras, transportadores de rodillos, por gravedad, de paleta, ascensores etc.
- Creación de los modelos de robots más comunes.
- Objetos para el manejo de contenedores como grúas y puentes grúas.
- Actualización vía Web de objetos inteligentes teniendo en cuenta los parámetros inteligentes.
- Crear Listado de Materiales.

FactoryFLOW: Es un sistema gráfico de manejo de materiales que permite elaborar los diagramas de recorrido de materiales, tiempo, frecuencia y costos asociados (ver figura 23).

Figura 23. Diagrama de Flujo con FactoryFLOW



Fuente: Tecnomatix. FactoryFlow

FactoryFLOW permite:

- Mejorar el Layout inicial mediante la determinación de la mejor ubicación de las maquinas.
- Reducir las necesidades de manejo de materiales y requerimiento de almacenamiento.
- Diseñar la distribución de las celdas de manufactura para la planeación del proceso.
- Optimizar los diseños basándose en factores cualitativos como el ruido y suciedad.
- Incorporación de Diagramas de Flujo.
- Realizar el Diagrama de recorrido de materiales.
- Calcular el costo de manejo de materiales y del flujo de materiales.
- Actividad de puntos: Ayuda a determinar las mejores ubicaciones de los centros de trabajo cuando se crean los diagramas de flujo de materiales.
- Creación de informes detallados sobre el diseño, flujo de materiales, tiempo y costos de fabricación asociados.

Tecnomatix ha sido probado en fábricas líderes en industria de talla mundial como Boenig, Seat, Volkswagen, Audi y Ford, entre otros. Además se le ha mencionado como la nueva solución para la fabricación catalogándose como un Software que pone la fábrica en la PC.

Su implementación en Seat, empresa dedicada a la producción de automóviles, fue premiada en el salón del automóvil³⁰. Manfred Keuthe, Gerente de procesos de Pintura y Montaje de Seat, explica que en el entorno industrial actual obliga a moverse rápido para garantizar la supervivencia y eso se consigue con la reducción del tiempo de desarrollo con una plataforma para la virtualización de procesos de fabricación.

3.4. COMPARACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS

Se identificó que las herramientas presentadas ofrecen las siguientes ayudas para la planificación y distribución de instalaciones de manufactura:

- Grafía en 2D y en 3D de la instalación: la herramienta permite realizar los planos de planta y modelación 3D de las instalaciones de manufactura.
- Grafía en 2D y 3D de estaciones de trabajo: el programa sirve para diseñar la volumetría y planos de estaciones de trabajo.
- Planeación y diseño de distribución de planta: la herramienta ayuda en la planeación y distribución de las estaciones de trabajo para sistemas de manufactura.
- Simulación en 3D: con la herramienta se pueden representar los procesos de manufactura en un entorno 3D.

En la tabla 2 se muestran las ayudas que ofrece cada herramienta, el precio de la versión académica y el mantenimiento anual. Los costos corresponden al valor de las comercial de las licencias educativas de red para 20 equipos. Para Tecnomatix y Solidworks fue necesario realizar un proceso de cotización por ser licencias poco comerciales.

³⁰ Autocad Magazine, Agosto-Septiembre 2007.

Tabla 2. Comparación de las Herramientas

	Grafía de instalación en 2D y 3D	Volumetría de máquinas	Planeación y distribución de Planta	Simulación en 3D	Costo licencia US\$	Mantenimiento en US\$
AutoCAD	✓	✓	–	–	999	N.A
SolidWorks	–	✓	–	–	2470	N.A
Flexsim	–	–	–	✓	3800	1100
Tecnomatix	✓	✓	✓	✓	6313	1515

Fuente: Elaboración del Autor.

Análisis:

- a) AutoCAD ayuda con el Dibujo de planos y modelado en 3D de instalaciones industriales y estaciones de trabajo. Es catalogada como la herramienta universal para el dibujo. Permite la importación y exportación de entidades geométricas a la gran mayoría de programas de diseño como Solidworks, Flexsim y Tecnomatix.
- b) Solidworks es una herramienta especializada en el dibujo y modelado de máquinas. Brinda ayudas similares a Autocad, para el diseño de estaciones de trabajo, pero no para el diseño de las instalaciones industriales.
- c) Flexsim es una herramienta que sirve para la simulación en un entorno gráfico 3D de instalaciones industriales, el cual:
 - Se utiliza en la academia exclusivamente para los cursos en los que se enseña simulación.
 - Es una herramienta que Incluye objetos prediseñados y permite la importación de objetos elaborados en Autocad para agregarles características de objetos Flexsim.
 - Con esta herramienta se va construyendo el modelo en 3D al tiempo que se va realizando la simulación.

- Es un software fácil de aprender y permite una clara visualización de los procesos.
- Flexsim se ha integrado en el programa académico de varias universidades.

d) Tecnomatix es una herramienta PLM que abarca la simulación de toda la cadena productiva; podemos destacar en Tecnomatix las siguientes características:

- Permite la simulación en 3D de instalaciones industriales.
- Incluye objetos prediseñados y permite la importación de objetos elaborados en Autocad para agregarles características de objetos de Tecnomatix.
- Es una herramienta que permite la planeación y distribución de planta a través de análisis de relación de actividades y relación de espacios.
- Brinda soluciones a otros problemas tratados en Ingeniería Industrial que serán especificados en el numeral 3.5.

Es también importante destacar como actualmente se está impulsando el aprendizaje con la herramienta Tecnomatix.

- La aplicación en Western Michigan University, en este artículo es importante destacar lo siguiente: *nuestro propósito es crear una conciencia de las soluciones Tecnomatix en la academia. Creemos que esto tendrá un papel clave en los estudiantes para el futuro y su papel en la industria y la investigación. Estamos trabajando con varias otras universidades de todo el país para ayudarles a integrar esta tecnología en sus programas. Creemos WMU servirá como modelo para otras instituciones que utilizan esta tecnología para la educación y la investigación.*
- La integración en el centro PACE de la Universidad de Tonji, aquí se menciona: *por primera vez se ha integrando la fabricación virtual con PLM en el centro PACE y en el plan de estudios como laboratorio. Es de gran importancia para el cultivo ingenieros y para la universidad a largo plazo.*

- Se ha integrado al currículo de Ingeniería Industrial, Mecánica y Electrónica, entre otras carreras, en universidades americanas, europeas y orientales. Se encuentran como ejemplo: *Berufsakademie Baden Wurttemberg en Alemania, Escuela de Ingeniería de Bilbao España, Universidad de Michigan Estados Unidos, Universidad de Tonji Asia.*

3.5. TECNOMATIX EN OTRAS ASIGNATURAS

Por solicitud de la Dirección de la Escuela de Estudios Industriales se realizó un análisis más profundo acerca de la herramienta Tecnomatix, debido a que ofrece ayudas en otros temas aparte de lo referente a Diseño de Plantas.

La licencia académica de Tecnomatix ofrecida por Siemens PLM, cuenta con otros módulos aparte del módulo de planeación y diseño de instalaciones. El paquete académico de Tecnomatix contiene las siguientes herramientas:

Planeación y diseño (módulo para diseño de sistemas productivos):

FC10014 FactoryCAD Floating License

FC10110 FactoryFLOW

FC10210 FactoryPLAN/OPT

Manufactura:

EFI40320 E-factory Part Man Planner User Module

EFI40322 E-factory Asy Process Planner Basic Mod

EFI40440 E-factory Resource Manager user module

EFI40500 E-Factory Manufacturing Server Bundle

Ergonomía:

JK10610 Jack

JK10712 Jack Motion Capture Toolkit

JK10725 Occupant Packaging Toolkit

JK10730 Task Analysis Toolkit

JK10735 Jack 3D Bodyscan Module

Programación de Robots:

TN10016C DXF IN/OUT on PC Float

TN10020C eM-Arc on PC Float

TN10024C eM-Calibration on PC Float

TN10028C eM-OLP on PC Float

TN10035C eM-Workplace Base on PC Float
 TN10042C FANUC RJ3 ARC on PC Float
 TN10049C IGES IN/OUT on PC Float
 TN10094C UG CI on PC Float

Optimizar Tiempos de Procesos:

TN14596C eM-Plant-EDU Float
 TN14623C eM-Plant-OptionsPack-EDU Float
 TN40323NU E-factory eM-Planner Asy Process Basic
 TN75040C Plant Simulation Education
 TN75080C Options Pack for EDU. Licenses

Visualizadores:

VS20530 TC Visualization Mockup All Floating
 VS21306 TC Visualization Animation Creation Opt

Se realizó una matriz donde se detalla en qué otras asignaturas podrían ser utilizadas las herramientas de la licencia académica de Tecnomatix (ver tabla 3).

Tabla 3. Ayudas de Tecnomatix en otras Asignaturas

Asignatura Nuevo Pensum	Asignatura Antiguo Pensum	Módulos del Paquete Académico Ofertado	Ayudas para la Asignatura
Análisis de Procesos	Métodos y Tiempos	JK10712 Jack Motion Capture Toolkit JK10725 Occupant Packaging Toolkit JK10730 Task Analysis Toolkit	Análisis y optimización de operaciones manuales detalladas.
Dirección de Procesos 1	Producción	TN40323NU E-factory eM-Planner Asy Process Basic TN14596C eM-Plant-EDU Float	Planificación y gestión de procesos de producción , Programación de procesos y sistemas productivos ,
Dirección de Procesos 2	Producción	TN14623C eM-Plant-OptionsPack-EDU Float TN10035C eM-Workplace Base on PC Float	Creación de sistemas informáticos de sistemas logísticos. Entorno digital de fabricación con Células Robotizadas ,

Asignatura Nuevo Pensum	Asignatura Antigo Pensum	Módulos del Paquete Académico Ofertado	Ayudas para la Asignatura
Diseño de Sistemas Productivos	Diseño de Plantas	FC10210 FactoryPLAN/OPT FC10110 FactoryFLOW FC10014 FactoryCAD Floating License JK10610 Jack JK10730 Task Analysis Toolkit JK10735 Jack 3D Bodyscan Module	Planeación de la Distribución SLP. Diagrama de recorrido de materiales. Diseño 3D de con objetos inteligentes. Mejora interactiva de puestos de trabajo mediante el uso de métodos ergonómicos NIOSH81 Y NIOSH91.
Técnicas modernas de optimización	Técnicas modernas de optimización	Visualizadores: VS20530 TC Visualization Mockup All Floating VS21306 TC Visualization Animation Creation Opt. Simulador: TN75040C Plant Simulation Education	Visualizadores de sistemas productivos. Simulador de sistemas productivos.

Fuente: Elaboración del Autor.

Teniendo en cuenta Tecnomatix ofrece ayudas para el desarrollo de talleres acerca de temáticas tratadas en otras asignaturas del área de producción. Siguiendo la recomendación de la Dirección de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, se realizó una relación de cada uno de los módulos de Tecnomatix, con los contenidos de cada asignatura del área productiva a partir de los cuales se podrían desarrollar talleres como práctica de laboratorio; estos módulos vienen incluidos en la licencia académica cotizada con SIEMENS PLM Brasil.

Relación con los contenidos de las asignaturas:

3.5.1. Análisis de procesos

El objetivo de esta asignatura es proporcionar al estudiante conocimientos básicos sobre las técnicas de análisis de procesos, con el fin de desarrollar su capacidad analítica y su habilidad para diseñar métodos de trabajo altamente eficientes, ya sea empleando los recursos disponibles en la empresa o involucrando transferencia de tecnología³¹. A continuación se muestra la relación que existe entre el software y la asignatura (ver tabla.4):

Tabla 4. Comparación de Tecnomatix con Contenidos de Análisis de Procesos

Contenido	Ayudas para la Asignatura	Módulos del Paquete Académico Ofertado
<p>1. PRODUCTIVIDAD</p> <p>2. MARCO HISTÓRICO</p> <p>3. MEJORA DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA – CREATIVIDAD</p> <p>4. TECNICAS PARA LA MEDICIÓN DE TIEMPOS DE TRABAJO</p> <p>4.1 Tipo Determinístico</p> <p>4.1.1 Técnica del Cronometraje</p> <p>4.1.2 Técnica de Muestreo del Trabajo</p> <p>4.1.3 Técnica de Tiempos Predeterminados</p> <p>4.1.4 Otras Técnicas de Interés</p> <p>4.2 El Tiempo Como Una Variable Aleatoria (Fluctuaciones Estadísticas)</p> <p>5. TECNICAS PARA EL ANÁLISIS DE MÉTODOS DE TRABAJO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO</p> <p>5.1 Área de Producción</p> <p>5.1.1 Diagramas de Análisis General</p> <p>5.1.2 Diagramas de Análisis Detallado</p> <p>5.2 Área administrativa</p> <p>5.2.1 Símbolos empleados</p> <p>5.2.2 Diagramación</p> <p>LABORATORIOS PRÁCTICOS:</p> <p>Cada sesión es de 2 horas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de Tiempos: Valoración • Estudio de Tiempos: Técnica Cronometraje • Estudio de Tiempos: Técnica MTM • Variabilidad del Tiempo (Fluctuaciones Estadísticas) • Diagrama de Operaciones • Diagrama de Recorrido • Diagrama Mano Izquierda Mano Derecha 	<p>Análisis y optimización de operaciones manuales detalladas.</p>	<p>JK10712 Jack Motion Capture Toolkit</p> <p>JK10725 Occupant Packaging Toolkit</p> <p>JK10730 Task</p>

³¹ ANÁLISIS DE PROCESOS, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Universidad Industrial de Santander. 2009

Contenido	Ayudas para la Asignatura	Módulos del Paquete Académico Ofertado
		Analysis Toolkit

Fuente: Elaboración del Autor.

3.5.2. Dirección de Procesos 1

El comprender como manejar los sistemas productivos, la naturaleza de los mismos y las estrategias válidas y eficaces a través del tiempo, es el objetivo de este curso. El estudiante deberá al finalizar el curso conocer las principales herramientas administrativas para la dirección de los procesos y las actividades³². A continuación se muestra la relación que existe entre el software recomendado y la asignatura (ver tabla.5):

Tabla 5. Comparación de Tecnomatix con Contenidos de Dirección de Procesos 1

Contenido	Módulos del Paquete Académico Ofertado	Ayudas para la Asignatura
1. DESARROLLO HISTÓRICO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN 2. EVOLUCIÓN DE LA FUNCIÓN Y NATURALEZA DE LA DIRECCIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS. 3. RETOS DE LA DIRECCIÓN DE PROCESOS: EN EL MUNDO Y EN COLOMBIA 4. ESTRATEGIA DE OPERACIONES. OBJETIVOS DE DESEMPEÑO. 5. ENFOQUES DE LA ORGANIZACIÓN DE LA MANUFACTURA 5.1 Tradicional 5.2 JIT 5.2.1 Componentes 5.2.2 Ventajas 5.3 TOC 6. PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA 7. PLANEACIÓN DE LAS OPERACIONES 7.1 Niveles De Planeación 7.2 Planeación De Recursos 7.2.1 MRP 7.3 Planeación De Capacidad	TN40323NU E-factory eM-Planner Asy Process Basic TN14596C eM-Plant-EDU	Planificación y gestión de procesos de producción. Programación de la procesos y sistemas productivos.

³² DIRECCIÓN DE PROCESOS 1, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Universidad Industrial de Santander. 2009

Contenido		Módulos del Paquete Académico Ofertado	Ayudas para la Asignatura
7.4	Planeación De Inventarios	Float	Creación de sistemas informáticos de sistemas logísticos .
7.5	Plan Maestro De Producción	TN14623C eM-Plant-OptionsPack-EDU Float	

Fuente: Elaboración del Autor.

3.5.3. Dirección de Procesos 2

Las técnicas aprendidas en este curso, dan al estudiante los instrumentos necesarios para llevar a cabo procesos productivos teniendo en cuenta su entorno, y dependientes directamente de las reales necesidades, permitiendo así la optimización de los mismos³³. A continuación se muestra la relación que existe entre el software recomendado y la asignatura (ver tabla 6):

Tabla 6. Comparación de Tecnomatix con Contenidos de Dirección de Procesos 2

Contenido		Módulos del Paquete Académico Ofertado	Ayudas para la Asignatura
1. PROGRAMACIÓN DE OPERACIONES		TN40323NU E-factory eM-Planner Asy Process Basic	Planificación y gestión de procesos de producción.
1.1	Programación De Piso Del Taller		Programación de la procesos y sistemas productivos.
1.2	Secuenciación		
1.3	Balanceo De Líneas	TN14596C eM-Plant-EDU Float	
2. PROGRAMACIÓN DETALLADA		TN10035C eM-Workplace Base on PC Float	Entorno digital de fabricación con Células Robotizadas.
2.1	Programación De Inventarios		
2.2	Programación De Recursos	TN14623C eM-Plant-OptionsPack-EDU Float	Creación de sistemas informáticos de sistemas logísticos.
2.2.1	Tecnología De Procesos		
2.3	Programación De Capacidad		
3. TÉCNICAS DE GRAFOS			
4. INDICADORES DE CONTROL			

Fuente: Elaboración del Autor.

3.5.4. Diseño de Sistemas Productivos

Esta asignatura tiene como objetivo proporcionar los conceptos teóricos para el análisis de localización de planta y la distribución interna de sus instalaciones, bajo la perspectiva de manufactura y servicios de clase mundial³⁴. Se muestra la relación de los contenidos de la asignatura con las ayudas que brinda cada modulo de la herramienta son los siguientes (ver tabla 7):

³³ DIRECCIÓN DE PROCESOS 2, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Universidad Industrial de Santander. 2009

³⁴ DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Universidad Industrial de Santander. 2009

Tabla 7. Comparación de Tecnomatix con Contenidos de Diseño de Sistemas Productivos

Contenido	Módulos del Paquete Académico Ofertado	Ayudas para la Asignatura
<p>1. DISEÑO DEL PRODUCTO (B/S)</p> <p>1.1. El proceso de diseño 1.2. Estrategias y técnicas 1.2.1. DFM 1.2.2. Diseño para uso optimo de recursos 1.2.3. Diseño para desempeño 1.3. Especificaciones (funcionales, de desempeño) y medición</p> <p>2. DISEÑO DEL PROCESO</p> <p>2.1. El Protocolo de operaciones 2.2. El proceso productivo y la calidad 2.3. Herramientas de análisis</p> <p>3. LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES INDUSTRIALES</p> <p>3.1. Localización como una decisión derivada del análisis estratégico 3.2. Análisis sistemático de Localización 3.2.1. Métodos Cuantitativos en el análisis de localización 3.2.2. Localización Continua</p> <p>4. LOCALIZACIÓN DISCRETA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN</p> <p>4.1. Criterios generales 4.2. Distribución sistemática de la planta 4.3. Modelos matemáticos para Distribución de plantas 4.4. Ergonomía y su papel en la distribución de espacios en plantas y oficinas 4.5. Celdas de Manufactura 4.6. Sistemas de almacenamiento 4.7. Sistemas de transferencia de materiales</p> <p>5. CONSERVACIÓN INDUSTRIAL</p> <p>5.1. Conservación Integral 5.2. Preservación Vs. Mantenimiento 5.3. Plan de Conservación – Componentes</p>	<p>FC10210 FactoryPLAN/OPT</p> <p>JK10610 Jack JK10730 Task Analysis Toolkit JK10735 Jack 3D Bodyscan Module</p> <p>FC10110 FactoryFLOW FC10014 FactoryCAD</p>	<p>Planeación de la Distribución SLP.</p> <p>Mejora interactiva de puestos de trabajo mediante el uso de métodos ergonómicos NIOSH81 Y NIOSH91.</p> <p>Diagrama de recorrido de materiales. Diseño 3D de con objetos inteligentes.</p>

Fuente: Elaboración del Autor.

3.5.5. Técnicas Modernas de Optimización

En esta asignatura el estudiante deberá aprender los conceptos fundamentales de la simulación de sistemas. Aplicar el método de simulación para la solución de modelos de optimización, sistemas de colas e inventarios y el análisis de sistemas dinámicos³⁵. La relación de los contenidos de la asignatura con las ayudas que brinda cada modulo de la herramienta son los siguientes (ver tabla 8):

Tabla 8. Comparación de Tecnomatix con Técnicas Modernas de Optimización

Contenido	Módulos del Paquete Académico Ofertado	Ayudas para la Asignatura
1. CONCEPTOS GENERALES		
1.1 Métodos para la solución de Modelos matemáticos		
1.2 Procedimiento para llevar a cabo la simulación de un sistema		
1.3 Ejemplos		
2. GENERACIÓN DE NÚMEROS ALEATORIOS		
2.1 Concepto de incertidumbre e impredecibilidad		
2.2 Propiedades computacionales de los números aleatorios		
2.3 Pruebas de contrastes para los números aleatorios		
2.4 Generadores de números aleatorios		
2.4.1 Generador cuadrático		
2.4.2 Generadores congruenciales		
2.4.2.1 Generadores multiplicativos		
2.4.2.2 Generador de L'ecuyer		
3. GENERACIÓN DE VALORES DE VARIABLES ALEATORIAS		
3.1 Método de Inversión		
3.2 Método de rechazo		
3.3 Método de composición		
3.4 .4 Algoritmo de Box Muller		
3.5 Generación de variables aleatoria Gama	Visualizadores: VS20530 TC Visualization Mockup All Floating VS21306 TC Visualization Animation Creation Opt.	Visualizadores de sistemas productivos .
3.6 Simulación a través de Cadenas de Markov		
4. SIMULACIÓN DE SISTEMAS		
4.1 Sistemas conceptos y generalidades	Simulador: TN75040C Plant Simulation Education	Simulador de sistemas productivos.
4.2 Modelación		
4.3 Simulación sincrónica u orientada a intervalos		
4.4 Simulación asincrónica u orientada a sucesos		
4.5 Ejemplos		
5. OPTIMIZACIÓN		

³⁵ TÉCNICAS MODERNAS DE OPTIMIZACIÓN. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Universidad Industrial de Santander. 2009

Contenido	Módulos del Paquete Académico Ofertado	Ayudas para la Asignatura
5.1 Modelo de optimización 5.2 Método de Monte Carlo 5.2.1 Técnicas clásicas 5.2.1.1 Búsqueda aleatoria pura 5.2.1.2 Método del reinicio 5.2.2 Técnicas Modernas 5.2.2.1 Recocido Simulado 5.2.2.2 Algoritmo Genético 5.2.2.3 Búsqueda Tabú 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS 6.1 Estimadores Puntuales 6.2 Estimadores por intervalos 6.3 Otros estimadores 7. TÉCNICAS DE REDUCCIÓN DE VARIANZA		

Fuente: Elaboración del Autor.

3.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA EVALUACIÓN

Teniendo en cuenta, el análisis comparativo realizado entre las herramientas seleccionadas que pueden brindarme ayudas para la planeación y diseño de las instalaciones industriales, y el análisis de las ayudas que puede ofrecer Tecnomatix para cada una de las asignaturas del área productiva, se establecieron las siguientes conclusiones y recomendaciones:

3.6.1. Conclusiones de la Evaluación

- AutoCAD como software CAD, sirve para el dibujo de instalaciones industriales y sus estaciones de trabajo.
- Solidworks ofrece ayudas para la representación de estaciones de trabajo en 2D y 3D.
- La utilización de Flexsim, permite el dibujo y simulación 3D de un sistema productivo. Esta herramienta puede ser utilizadas para realizar prácticas para la asignatura Técnicas Modernas de Optimización.
- La herramienta Tecnomatix es la única que ofrece ayudas puntuales para la planeación y diseño de sistemas productivos.
- La herramienta Tecnomatix es la única que también ofrece ayudas puntuales, para temas estudiados en otras asignaturas del programa de

Ingeniería Industrial de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Estas asignaturas son: análisis de procesos, dirección de procesos 1 y 2, salud ocupacional y técnicas modernas de optimización.

3.6.2. Recomendaciones de la Evaluación

- Se recomienda adquirir AutoCAD, para el dibujo de los planos y modelado 3D de instalaciones de manufactura y estaciones de trabajo.
- Se presentan dos alternativas:
 - Alternativa 1: Aprovechar las ayudas que presta AutoCAD para el dibujo en 2D y modelado en 3D, y utilizar Flexsim para realizar la visualización en 3D y simulación. Esta alternativa sugiere la compra de la licencia de Flexsim. Al tomar esta alternativa no se contaría con una ayuda específica para la planeación y diseño de sistemas productivos.
 - Alternativa 2: Aprovechar las ayudas que presta AutoCAD para el dibujo en 2D y modelado en 3D. Utilizar también Tecnomatix para la planeación y diseño de instalaciones industriales. Esta alternativa sugiere la compra de la licencia de Tecnomatix. Al elegir esta opción se contaría con una ayuda específica para la planeación y distribución de instalaciones industriales, además de la visualización de procesos en un entorno 3D.
- En caso de tomar la alternativa 2, estudiar la opción de implementar la herramienta Tecnomatix para otras asignaturas del programa de Ingeniería Industrial de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, tales como: análisis de procesos, dirección de procesos 1 y 2, salud ocupacional y técnicas modernas de optimización.
- Si se adquiere alguna de estas herramientas, crear modelos de fábricas virtuales para prácticas de laboratorio e impulsar la investigación en el desarrollo de nuevos modelos.

4. DISEÑO Y DESARROLLO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

Partiendo del trabajo desarrollado en el proyecto de grado en el cual se desarrolló la planeación curricular para la asignatura Diseño de Sistemas Productivos³⁶, se continúa trabajando con la iniciativa de la elaboración de un nuevo objeto de aprendizaje Manual de Diseño de Sistemas Productivos con Software CAD (ver anexo 6).

El objeto de aprendizaje consiste en un manual que contiene talleres, como práctica para el manejo de software CAD, brindando ayudas a través de:

- a) Un documento escrito con teoría del dibujo, instrucciones de manejo del software y talleres para el desarrollo de dibujos.
- b) Un medio audiovisual de apoyo al documento con instrucciones de manejo del software y ayudas para algunos de los talleres a desarrollar.

De este modo se logra complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje, teniendo en cuenta el diseño de los medios didácticos que se planteó dentro de la planeación curricular de la asignatura, enfocando el uso de Tecnologías de Información Y comunicación TIC's.

En este capítulo se muestra el proceso de diseño del objeto de aprendizaje para la temática de *distribución de planta* de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos. Estos objetos de aprendizaje darán soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje con prácticas establecidas a través de talleres para desarrollar en las horas de laboratorio, siguiendo la metodología del análisis funcional en relación con los contenidos de la asignatura (ver anexo 1: Contenido de la Asignatura de Diseño de Sistemas Productivos).

³⁶ DIAZ CASTRO, Paola. MERCADO CASTILLA, Jorge A. Diseño Instruccional para la asignatura de Diseño de Sistemas Productivos basado en Competencias y Construcción de un Objeto de Aprendizaje Relacionado con la Temática Distribución de Planta. 2008.

4.1. DISEÑO INSTRUCCIONAL DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

Desarrollando el análisis funcional, para el diseño instruccional planteado (ver numeral 2.1), se llevó a cabo el desarrollo del manual siguiendo un proceso secuencial, teniendo en cuenta los planteamientos de Felder y Silverman y las estrategias para desarrollo de estilos de aprendizaje: cognitivos, de planteamiento, de control y de manejo de recursos.

Se logró elaborar un sistema cuyos resultados son previsibles, planificados y validados. Se utilizaron los medios de comunicación y las tecnologías de modo que los contenidos fueron presentados de manera eficaz. En cuanto a la enseñanza, se planeó el proceso y se determinaron los contenidos de manera muy rigurosa, utilizando diferentes técnicas de aprendizaje. Se tuvieron en cuenta las siguientes metodologías utilizadas para el desarrollo de diseños instruccionales:

4.1.1. Formación por Competencias

Con el objeto de aprendizaje se espera facilitar la comunicación con otras ingenierías, al enseñarle al estudiante el lenguaje utilizado en el dibujo técnico aplicado al diseño de plantas y el manejo de un programa de diseño asistido por computador llamado AutoCAD. Esta será una herramienta que ayudará a formar bases sólidas para el aprendizaje de otros tipos de programas de diseño asistido por computador más específicos como los que se evaluaron en el capítulo 3 del presente trabajo, los cuales tienen gran compatibilidad con AutoCAD. Se determinó incluir en el objeto de aprendizaje, la formación por competencias, teniendo en cuenta las competencias comunicativas:

- *Competencia Interpretativa:* teniendo en cuenta la capacidad del estudiante para dar sentido a los problemas que surgen de una determinada situación, se espera que el estudiante se halle en la capacidad de encontrar el sentido al texto de una proposición, de un problema, de un mapa o de un esquema. El objeto de aprendizaje fue diseñado para que el estudiante obtenga la capacidad de interpretar la normativa acerca del dibujo técnico y la forma de manejo de un software de diseño asistido por ordenador determinado.

- *Competencia Argumentativa:* se espera que el estudiante explique o proponga con argumentos sólidos, lo que ha aprendido ante la lectura y la revisión de los videos explicativos realizados. El manual debe dar a conocer al estudiante las herramientas necesarias para realizar el croquis de una instalación de manufactura ya existente o un prototipo de sistema productivo. Lo anterior con el objetivo de que el estudiante obtenga la capacidad de diseñarlo y dibujarlo con un programa de diseño asistido por computador.
- *Competencia Propositiva:* se espera que el estudiante asuma una postura constructiva y creativa, plantee opciones o alternativas entre la problemática presentada en el manual. Se estructuraron los conceptos y habilidades aprendidas en el curso de Diseño de Sistemas productivos, de tal forma que se aporten o refuercen otras habilidades para proponer y comunicar los diseños de plantas industriales, con la misma base teórica aprendida actualmente.

4.1.2. Teorías de Aprendizaje Aplicadas

Según las teorías d aprendizaje (ver numeral 2.1.2) se tuvieron en cuenta los estilos de aprendizaje utilizando las siguientes estrategias:

a) Estrategias cognitivas

Las estrategias cognitivas, se definen como cualquier comportamiento, pensamiento, creencia o emoción que ayude a adquirir información e integrarla al conocimiento ya existente, así como a recuperar la información disponible. Uno de los objetivos que persigue con mayor interés es enseñar al alumno a aprender por sí mismo y de forma independiente. La metodología para el aprendizaje de software utilizada en el manual es de tipo cognoscitivo ya que busca que el estudiante aprenda a manejar la herramienta a través de la práctica de ver hacer, hacer inmediatamente lo que ha visto y realizar los talleres donde tiene que volver a repetir los procedimientos, consiguiéndose una repetición de los procedimientos y logrando que el estudiante lo desarrolle de forma independiente.

b) Conductismo

Para el desarrollo del diseño instruccional esta teoría sugiere la evaluación de los talleres desarrollados por los alumnos, para así lograr un reconocimiento al trabajo realizado. En el caso de un dibujo se tiene la opción de comparar el resultado con el plano del cual se toman las medidas para desarrollar el ejercicio, el hecho de lograr realizar el dibujo ya significa un estímulo para el estudiante.

c) Constructivismo

Se sustenta en la premisa de que cada persona construye su propia perspectiva del mundo que le rodea, a través de sus propias experiencias y esquemas mentales desarrollados. Con base en las experiencias realizadas con el seguimiento de un paso a pasó tipo conductista, se plantean posteriormente talleres para que el alumno construya nuevos dibujos y planos de plantas industriales.

d) Estilos de Aprendizaje: Felder - Silverman

Teniendo en cuenta el estudio de los estilos de aprendizaje que trabajan bajo la premisa de que existen las siguientes dimensiones para clasificar los tipos de estudiante: Sensitivo/Inductivo, Visual/Auditivo, Activo/ Reflexivo, Secuencial / Global. En el desarrollo del objeto de aprendizaje se tiene en cuenta el análisis de los estilos de aprendizaje, para conseguir que el estudiante interactúe de forma clara y sencilla, según su estilo de aprendizaje. Se desarrolla en el numeral 4.3 el test de Felder-Silverman, para observar qué percepción pueden tener los estudiantes actuales acerca del objeto de aprendizaje y tener en cuenta las observaciones para el desarrollo del objeto de aprendizaje.

e) Estrategia de Planeamiento

Se planteó la enseñanza de las normas para el dibujo técnico, teniendo en cuenta que eran necesarios para activar los aspectos relevantes del conocimiento previo a la enseñanza del dibujo con software CAD.

f) Estrategia de Control

Se controlaron las actividades, con la evaluación de las pruebas piloto que se desarrollaron; estas pruebas son analizadas con detalle en el numeral 4.5.

g) Estrategias de manejo de recursos

Con la experiencia de la primera prueba piloto, se organizó el tiempo y el ambiente de estudio, para regular el esfuerzo en las actividades a desarrollar en la segunda prueba piloto.

d) Fases del Diseño Instruccional

Teniendo en cuenta las fases para el desarrollo de un diseño instruccional (numeral 2.1.3-d). Se tuvieron en cuenta las características para cumplir con un estándar que ofrezca usabilidad, interoperabilidad y mantenibilidad del objeto de aprendizaje. Se desarrollaron las fases de análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación descritas a continuación:

Análisis: Se realizó una exploración y evaluación de las herramientas tipo CAD existentes para encontrar la(s) más adecuada(s) que ofreciera el mercado para diseño y planeación de instalaciones de manufactura. Una vez encontrada(s) las herramienta(s), se presentaron resultados e hicieron recomendaciones a La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Con base en estos resultados también se estableció escoger la herramienta AutoCAD debido a que es la base para el aprendizaje de las otras herramientas CAD que se eligieron dentro de las alternativas recomendadas en el capítulo 3 (ver numeral 4.3).

Diseño: Se buscaron y estudiaron los modelos de instalaciones de manufactura con elementos comunes para el desarrollo de procesos productivos. Se exploraron libros, trabajos de grado con empresas, páginas de internet y todo tipo de documentación que atendiera el tema de diseño de instalaciones de manufactura. También se estudió documentación con información acerca de los estándares internacionales del dibujo técnico.

Desarrollo: Se Seleccionaron modelos de instalaciones de manufactura e inició el proceso de diseño con la ayuda de herramientas tipo CAD. En el

proceso de diseño se aplicaron los estándares internacionales de dibujo técnico.

Implementación: Se estudiaron las metodologías de enseñanza de Felder-Silverman y las estrategias para desarrollo de estilos de aprendizaje. Se definió una metodología de enseñanza para aplicarla en cada uno de los talleres de diseño y planeación de instalaciones de manufactura con ayudas tipo CAD.

Evaluación: Se inició la elaboración de talleres y se desarrollaron pruebas piloto en la clase de Diseño de Plantas. El profesor encargado de la asignatura evaluó el aprendizaje obtenido con los talleres y los estudiantes evaluaron la metodología utilizada. Posteriormente se realizaron los ajustes necesarios de contenido y metodología según los resultados de las evaluaciones.

4.2. ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA CAD PARA EL MANUAL

Teniendo en cuenta las conclusiones y recomendaciones de la evaluación de las herramientas CAD del capítulo 3 del presente trabajo, se escogió AutoCAD como herramienta CAD a enseñarse, teniendo en cuenta que:

- Autocad ofrece ayudas para el dibujo de volúmenes de las estaciones de trabajo y también brinda la posibilidad de dibujar los planos en 2D y el conjunto de la instalación industrial completa en 3D.
- En las dos alternativas de selección de herramienta(s), se escogió *AutoCAD* junto a una de las otras dos herramientas especializadas *Flexsim* o *Tecnomatix*. La razón por la cual se determinó es porque para el aprendizaje de *Flexsim* y/o *Tecnomatix*, es de gran ayuda saber manejar la herramienta *AutoCAD*, para el desarrollo de instalaciones de manufactura.
- Se cuenta con su licencia en la Universidad para poder realizar pruebas piloto al manual.

4.3. APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO FELDER-SILVERMAN

Uno de los referentes de este proyecto es el modelo de estilos de aprendizaje de Felder y Silverman. Este modelo permite identificar y comprender las diversas formas en que los individuos asimilan la información en su proceso de aprendizaje y, por tales razones, es recomendado para su aplicación a sistemas educativos orientados hacia los multimedios. Este modelo da respuesta a cinco preguntas fundamentales, que resultan importantes a la hora de medir la efectividad del aprendizaje personalizado y soportado por Tecnologías de Información y Comunicación:

- ¿A través de qué modalidad es la información cognitiva mejor percibida?
- ¿Qué tipo de información perciben preferentemente los estudiantes?
- ¿Cómo prefiere el estudiante procesar la información?
- ¿Cómo progresa el estudiante en su aprendizaje?
- ¿Con qué tipo de organización de la información está más cómodo el estudiante a la hora de trabajar?

Con el fin de ratificar este hecho, se realizó el Test de Felder y Silverman a los grupos de estudiantes que actualmente están cursando la asignatura; este test se puede encontrar en el Anexo 7. Los resultados obtenidos con esta aplicación se muestran en las tablas 9 y 10, para los grupos B1 y B2:

Tabla 9. Resultados de la aplicación del test de Felder y Silverman grupo B1

Dimensión	Perfil	Nro. de estudiantes	% Nro. de estudiantes
Procesamiento			
	Activo	7	33.33
	Neutral	14	66.67
Percepción			
	Muy sensitivo	1	4.76
	Sensitivo	6	28.57
	Intuitivo	1	4.76
	Neutral	13	61.90
Recepción			
	Muy visual	3	14.29
	Visual	11	52.38
	Neutral	7	33.33
Progreso			
	Secuencial	5	23.81

Dimensión	Perfil	Nro. de estudiantes	% Nro. de estudiantes
	Muy global	1	4.76
	Global	1	4.76
	Neutral	14	66.67

Fuente: Elaboración del Autor.

Tabla 10. Resultados de la aplicación del test de Felder y Silverman grupo B2

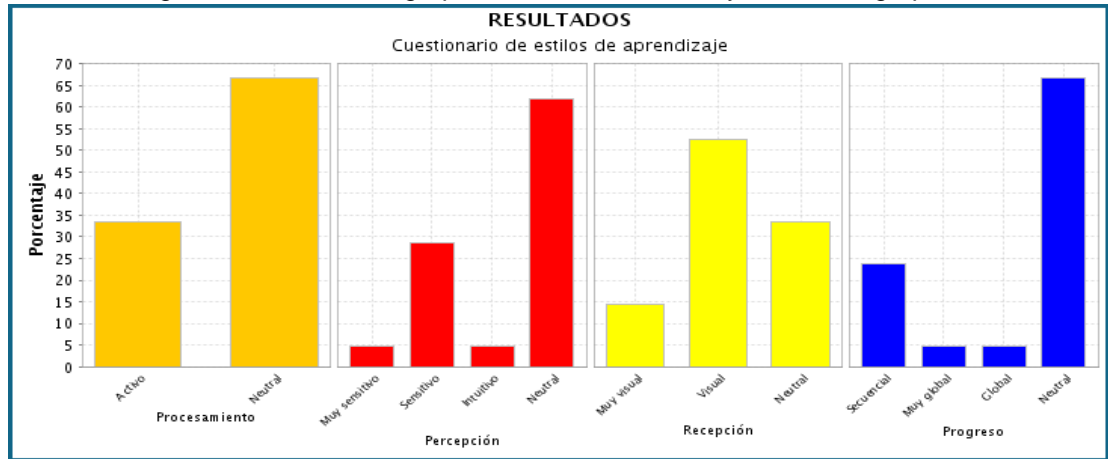
Dimensión	Perfil	Nro. de estudiantes	% Nro. de estudiantes
Procesamiento			
	Activo	4	26.67
	Neutral	11	73.33
Percepción			
	Sensitivo	6	40.00
	Neutral	9	60.00
Recepción			
	Muy visual	4	26.67
	Visual	5	33.33
	Neutral	6	40.00
Progreso			
	Muy secuencial	3	20.00
	Secuencial	3	20.00
	Global	1	6.67
	Neutral	8	53.33

Fuente: Elaboración del Autor.

Gracias a la plataforma e-escen@ri, se puede clasificar los estudiantes según el modelo de estilos de aprendizaje de acuerdo a su proceso de aprendizaje. Esta clasificación permite de igual forma considerar cuales serían los medios y recursos educativos que más impacto tendrían para determinado grupo.

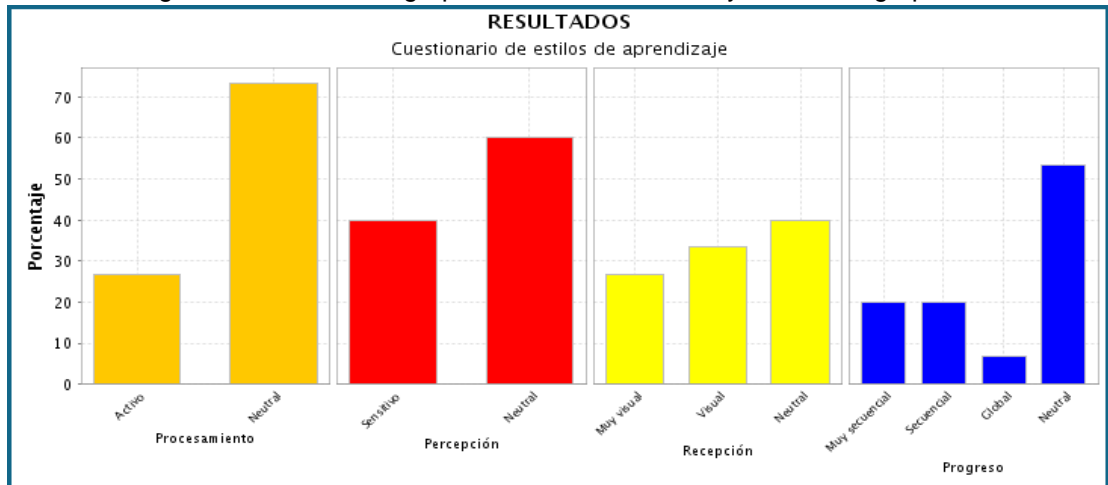
Se pueden observar los resultados individuales o grupales según se requiera. Podemos observar en las gráficas de las figuras 24 y 25, que existe una mayoría de estudiantes neutrales para el procesamiento, percepción y progreso. Para la forma de recepción de la información vemos que la mayoría de estudiantes tienden a ser visuales, por tal motivo, se determina complementar la enseñanza a través de medios audiovisuales debido a que esta es una buena alternativa metodológica para utilizar en el objeto de aprendizaje; además la temática de diseño de plantas requiere una buena interacción visual, al igual que el aprendizaje de un software como AutoCAD.

Figura 24. Resultados grupales del test de Felder y Silverman grupo B1



Fuente: plataforma e-escen@ri UIS.

Figura 25. Resultados grupales del test de Felder y Silverman grupo B2



Fuente: plataforma e-escen@ri UIS.

4.4. CARACTERÍSTICAS DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

El objeto de aprendizaje que se desarrolló para las temáticas de distribución de planta, cuenta con las siguientes características que garantizan su eficiencia:

- a) Ser autocontenido: se diseñó para ayudar a cumplir con los objetivos relacionados con la temática de distribución de planta, el cual muestra los contenidos textuales que hacen parte del programa académico de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos.

b) Ser durable y actualizable en el tiempo: fue creado con el fin de que en determinado momento permita ser actualizado de acuerdo a las nuevas normativas del dibujo técnico o a la actualización de la herramienta tipo CAD enseñada. También se diseñó para que permita ser ampliado para incluir en él la enseñanza de las herramientas recomendadas según la evaluación realizada en el capítulo 3. Estas características posibilitan agregar contenidos nuevos, complementar y/o modificar los contenidos existentes.

e) Ser de fácil acceso y manejo para los estudiantes: el acceso a este objeto principalmente será para los alumnos que estén cursando la asignatura Diseño de Sistemas Productivos, y como se mencionó antes, fue creado para ser manipulado sin ningún inconveniente proporcionando así apoyo al proceso de aprendizaje. Según los resultados de las pruebas piloto se tuvieron que hacer ajustes para mejorar el acceso y navegabilidad del medio audiovisual. Estos ajustes se pueden observar en el numeral 4.6.

f) Ser secuenciable con otros objetos: el objeto se creó pensando en la secuencialidad con los objetos de aprendizaje de proyectos anteriores y posteriores de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos para las demás temáticas que componen la asignatura.

g) Ser breve y sintetizado: el objeto de aprendizaje diseñado es breve, puntual y utiliza recursos como texto, imágenes, videos y audio, por lo tanto no se excede en contenido.

h) En el objeto de aprendizaje se encuentra incorporada cada una de las fuentes de donde se tomó la información que hizo parte de su construcción, consolidando el cumplimiento de las leyes de derecho de autor existentes.

A continuación se presenta una descripción del Objeto de Aprendizaje:

4.4.1. Nombre del Objeto de Aprendizaje

El nombre del objeto de aprendizaje es MANUAL CON TALLERES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS CON AYUDA DE SOFTWARE CAD.

4.4.2. Objetivos del Objeto de Aprendizaje

El objeto de aprendizaje realizado fue diseñado para cumplir los siguientes objetivos:

- Brindarle al estudiante la posibilidad de conocer normas del dibujo técnico, para aplicarlas en dibujo de planos de instalaciones industriales.
- Dar a conocer las herramientas de medición de áreas que existen, para realizar un levantamiento de una planta y presentar indicaciones sobre su manejo.
- Presentar talleres para que el estudiante aprenda a manejar las ayudas que puede ofrecer la herramienta AutoCAD, para el diseño de instalaciones industriales.

Para la implementación del material didáctico que forma parte del objeto de aprendizaje, fue necesaria la utilización de tecnologías multimedia para el manejo de gráficos, videos, textos entre otras.

4.4.3. Contenido del Objeto de Aprendizaje

Para desarrollar el contenido del objeto se ha seguido el formato que se ha utilizado para crear manuales que han sido creados para que se distribuyan a través de Publicaciones UIS, tomando como ejemplo el manual Simulación de Procesos de Manufactura³⁷. También se diseñó un formato de video para apoyo al manual. A continuación se hace una descripción del formato del manual y de la ayuda audiovisual.

El formato del documento del manual está compuesto por una portada, tabla de contenido, lista de figuras, lista de tablas, el cuerpo del manual, bibliografía y tabla de anexos. El cuerpo del manual está dividido en capítulos, que a su vez están divididos por temas. Dentro de cada tema encontramos el texto correspondiente a la temática explicada y podemos encontrar complementos gráficos, tablas y referencias a la ayuda audiovisual;

³⁷ ARENAS, Piedad. GARAVITO, Edwin A. Simulación de Procesos de manufactura 1. 2008

en la figura 26 vemos algunos de los componentes que encontramos en el manual (podemos encontrar el manual en el cd del manual).

A continuación se explica que contiene cada una de las ayudas:

Textos: el texto puede contener la explicación teórica de un tema, las instrucciones de manejo de una herramienta física o virtual, el planteamiento de un taller, la explicación de una normativa, la explicación de una ayuda a un taller etc.

Gráficos: los gráficos contienen normas de representación de objetos, dibujos de objetos de medición, detalles de la interface AutoCAD y dibujos realizados en AutoCAD.

Figura 26. Extracción de página tomada del Manual

Desde una esquina inferior derecha hacia una esquina superior derecha para seleccionar todo lo que el cuadro toca (ver figura 31):

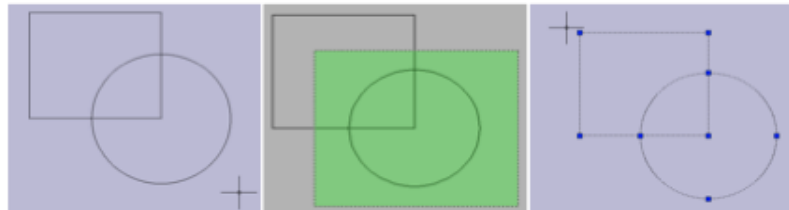


Figura 31. Área de Trabajo – Selección de derecha izquierda

3.3 COMANDOS

3.3.1 LÍNEA (ver tabla 8)




Tarea	Instrucción
Dar la orden línea.	- Barra de herramientas: dibujo  - Menú: dibujo > línea - Comando: línea o L
Especificar el primer punto de coordenadas X, Y.	- Clic al primer punto  - Precise el primer punto: X1,Y1 (p ej.: 0,0)
Especificar los siguientes puntos de la línea.	- Clic al segundo punto  - Precise punto siguiente: X2,Y2 (p ej.: 5,0)> Entrar - Precise punto siguiente: @ (magnitud)<(ángulo)(p ej.: @5<90)> Entrar.
Terminar	Escape o Entrar

Tabla 8. Trazar una línea

Fuente: Elaboración del Autor.

Tablas: las tablas pueden contener convenciones para la representación de objetos o convenciones del objeto de medición e instrucciones de manejo de la herramienta.

Medio Audiovisual: está compuesto por un menú general que contiene 4 submenús: *Introducción, Dibujo de un plano, Ayuda Talleres y Créditos*. Los tres primeros submenús contienen otros submenús en los que viene un video de acuerdo al tema. En el submenú *Créditos* se muestran los autores del video (ver figura 27).

Figura 27. Menú principal de la Ayuda Audiovisual



Fuente: Elaboración del Autor.

A continuación se describe el material que conforma el objeto de aprendizaje desarrollado para la asignatura Diseño de Sistemas Productivos:

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES

TEMA 1: EL DIBUJO TÉCNICO COMO LENGUAJE

TEMA 2: EL DIBUJO TÉCNICO NORMALIZADO

TEMA 3: EL CAD COMO HERRAMIENTA

TEMA 4: EL DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES

- **TEXTO:** se muestra la evolución particular de cada uno de los subtemas tratados, que a su vez llevan a presentar el estado

del arte general del diseño de instalaciones industriales con CAD.

CAPÍTULO 2: EL DIBUJO TÉCNICO NORMALIZADO

- **TEXTO:** se hace una explicación detallada del dibujo técnico normalizado aplicable al diseño de sistemas productivos.

TEMA 1: NORMATIVIDAD DEL DIBUJO

- **TEXTO:** se hace una clasificación de las normas según el contenido y el ámbito de aplicación mostrando el contexto de forma global.

TEMA 2: CLASIFICACIÓN DE LOS DIBUJOS

- **TEXTO:** se clasifican los tipos de dibujos que se presentan cuando se desarrolla un diseño. Generalmente estos dibujos se dan en el diseño de forma secuencial.

TEMA 3: NORMAS FUNDAMENTALES DE TIPO GENERAL

- **TEXTO:** se explican las normas del dibujo técnico internacionales según ISO, aplicables para la representación de instalaciones industriales en un plano.
- **GRÁFICOS:** muestran la norma para representar cada detalle de una instalación en particular.
- **TABLAS:** se muestran tablas con datos estándar para utilizar en un dibujo.

TEMA 4: REPRESENTACIÓN DE ELEMENTOS DENTRO DE UN PLANO

- **TEXTO:** se explican las normas internacionales que existen para representar los elementos comúnmente encontrados en las instalaciones industriales.

- **GRÁFICOS:** muestran la forma estandarizada para representar los elementos más comunes que componen una instalación industrial.
- **TABLAS:** se muestran tablas con datos estándar para utilizar en un dibujo.

TEMA 5: ANTROPOMETRÍA

- **TEXTO:** se expone la idea de dimensionamiento de los objetos acorde a las medidas del cuerpo humano.
- **GRÁFICOS:** muestra en detalle las medidas antropométricas a tener en cuenta en el momento de diseñar un espacio que será ocupado por una persona.

TEMA 6: PRESENTACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO

- **TEXTO:** se exponen los formatos de representación utilizados en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales para representar las máquinas y estaciones de trabajo.
- **GRÁFICOS:** Muestran los formatos de representación de máquinas y estaciones de trabajo.

TEMA 7: LEVANTAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

- **TEXTO:** se explica el funcionamiento del equipo de medición utilizado para el levantamiento de una instalación industrial.

CAPÍTULO 3: DIBUJO CON AUTOCAD

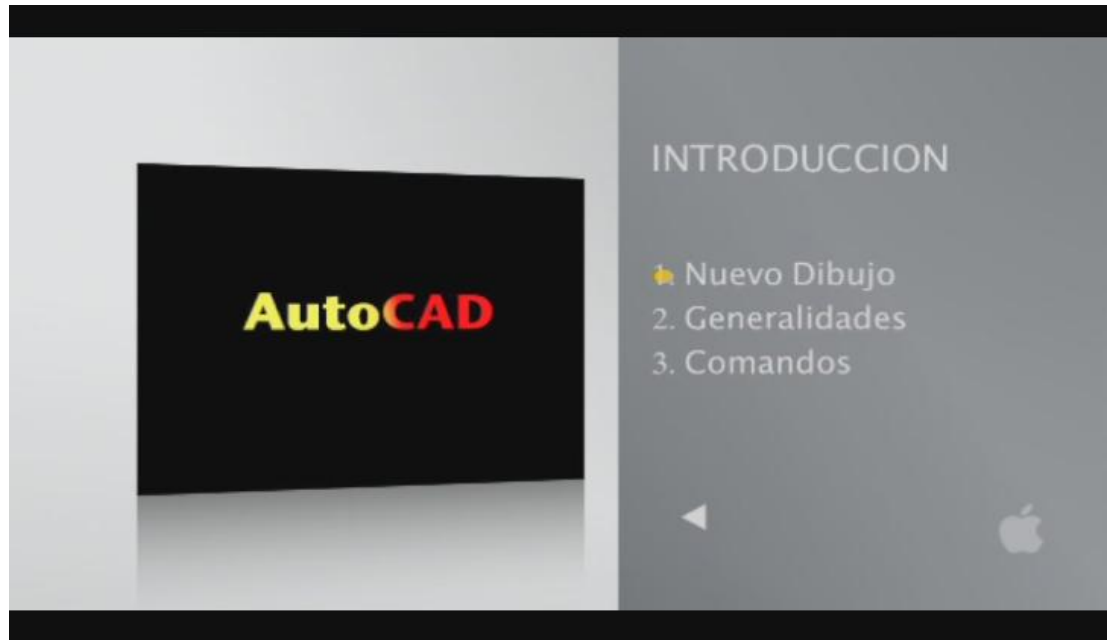
- **TEXTO:** se hace una explicación detallada del dibujo técnico normalizado aplicable en el diseño de sistemas productivos.

TEMA 1: INICIO DE UN NUEVO DIBUJO

- **TEXTO:** se explica la forma de configurar el programa para iniciar un nuevo dibujo de un forma práctica
- **GRÁFICO:** muestra la interface de configuración de un nuevo dibujo con los valores por defecto.
- **VIDEO:** muestra como configurar el programa (ver figura 28).

- **AUDIO:** explica lo que se está desarrollando en el video.

Figura 28. Submenú Introducción de la Ayuda Audiovisual

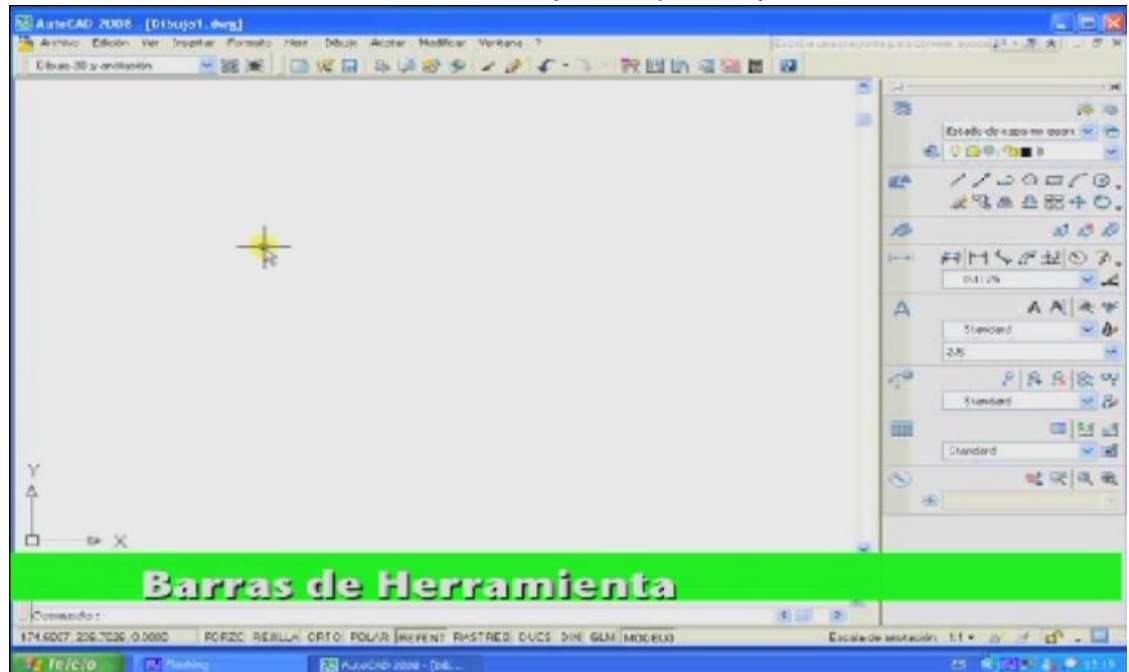


Fuente: Elaboración del Autor.

TEMA 2: BARRAS DE HERRAMIENTA, MENÚ Y CENTRO DE CONTROL

- **TEXTO:** se explican los tipos de barras que componen el programa y para qué sirve cada una de ellas.
- **GRÁFICOS:** muestran la interface del programa AutoCAD, señalando el nombre de cada una de las barras y demás ayudas que la componen.
- **VIDEO:** se realiza un paseo por la interface que componen la aplicación (ver figura 29).
- **AUDIO:** se explica para que sirve cada una de las barras y demás objetos que componen la interface.

Figura 29. Imagen de manejo de Barras de Herramienta en AutoCAD, de la ayuda audiovisual del objeto de aprendizaje

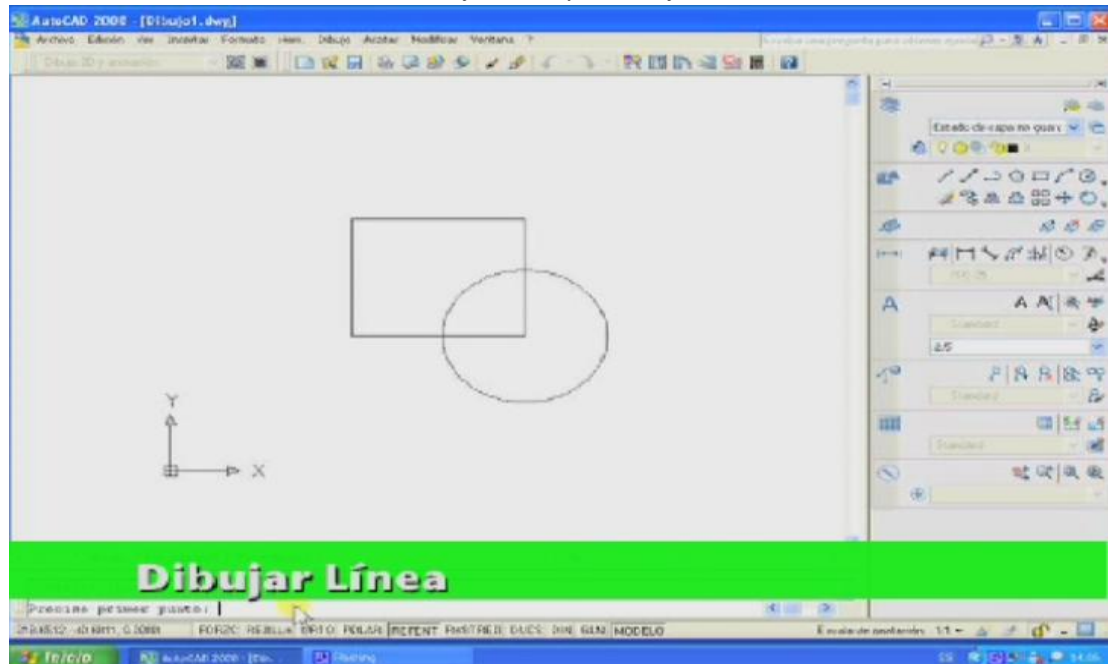


Fuente: Elaboración del Autor.

TEMA 3: COMANDOS

- **TEXTO:** se exponen los comandos más utilizados en el programa AutoCAD, que son de gran ayuda para el dibujo de instalaciones industriales.
- **TABLA:** especifican el paso a paso para introducir y ejecutar cada comando.
- **VIDEO:** muestra la forma de ejecutar cada uno de los comandos generales expuestos (ver figura 30).
- **AUDIO:** explica para que y como se están ejecutando los comandos del video.

Figura 30. Imagen de la ayuda Dibujar una Línea en AutoCAD, de la ayuda audiovisual del objeto de aprendizaje

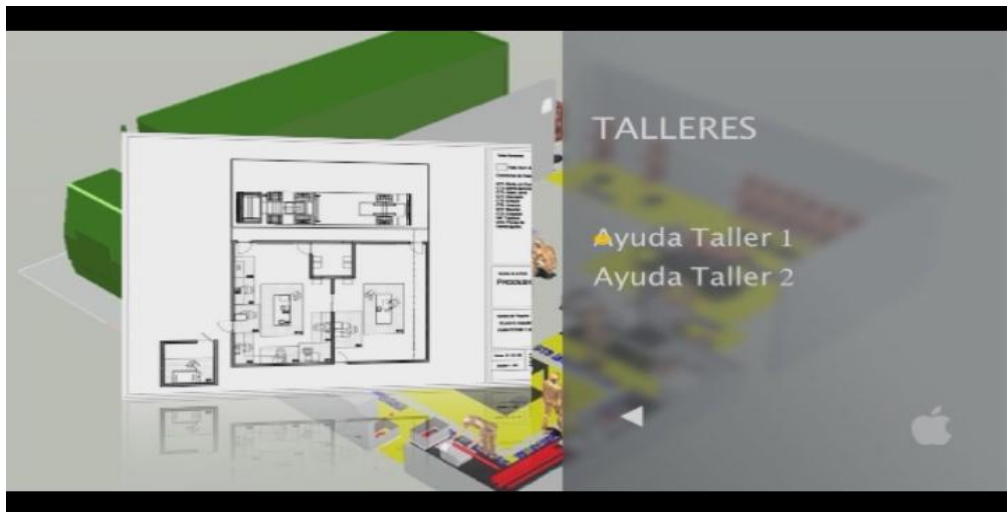


Fuente: Elaboración del Autor.

TEMA 4: DESARROLLO DE UN PLANO

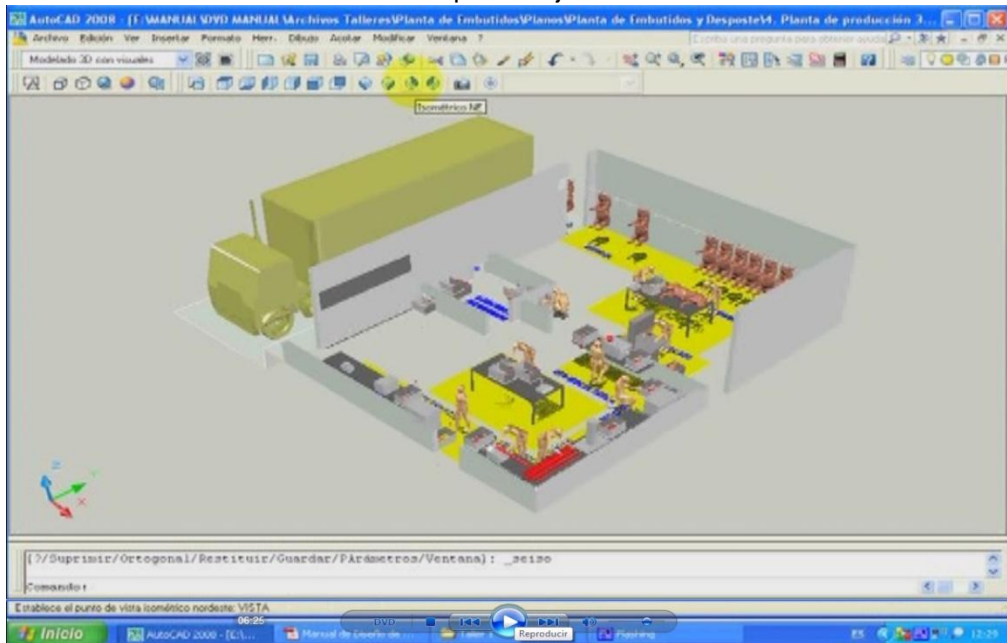
- **TEXTO:** describe paso a paso el desarrollo de un plano de una instalación industrial. Al final se plantean dos talleres para practicar el manejo del software.
- **GRÁFICOS:** muestran la interface del programa AutoCAD según la tarea que se esté desarrollando.
- **TABLA:** especifican el paso a paso para introducir y ejecutar cada comando.
- **VIDEO:** muestra la forma de ejecutar cada uno de los comandos generales expuestos para desarrollar cada una de las tareas para dibujar la instalación industrial (ver figura 31).
- **AUDIO:** explica para que y como se están ejecutando los comandos del video.

Figura 32. Submenú de los talleres de la ayuda audiovisual del objeto de aprendizaje



Fuente: Elaboración del Autor.

Figura 33. Imagen de desarrollo de Taller 2 de la ayuda audiovisual del objeto de aprendizaje



Fuente: Elaboración del Autor.

TEMA 2: PLANTA DE MECANIZADO

- **TEXTO:** se expone como ejemplo una planta de mecanizado y se plantean 3 talleres a partir de lo aprendido en los anteriores capítulos, para el desarrollo de un dibujo de una instalación con

el programa AutoCAD. También se hace referencia a un anexo que incluye los planos, estaciones de trabajo y dibujos a representar.

- **GRÁFICO:** muestran detalles de la planta de mecanizado a dibujar, tales como: diagrama de flujo de procesos y dibujos de la planta.

4.4.4. Conexión entre el Objeto y el Diseño Instruccional

En esta parte se establece la relación existente entre *Diseño Instruccional* realizado anteriormente, para el cual se desarrolló la *planeación curricular* de la asignatura *Diseño de Sistemas Productivos*³⁸, con el presente *Diseño Instruccional*. Esta relación está determinada específicamente para la temática *Distribución de Planta*. A continuación se detallan los aspectos tomados del Diseño Instruccional realizado previamente, para la construcción del objeto de aprendizaje en el presente trabajo de grado:

- a) Se revisó el **diagrama secuencial de actividades DSA** establecido en el anterior Diseño Instruccional, el cual es una representación gráfica y estructural de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos, que muestra las relaciones de desagregación, relación causa-consecuencia, dependencia y secuencialidad por medio de las actividades de formación de la asignatura (ver DSA en el anexo 2).
- b) A partir del **DSA**, se revisaron las **tablas de saberes** desarrolladas. Estas tablas sitúan al estudiante en el contexto conceptual, procedimental y actitudinal de la asignatura, brindando soporte al proceso de enseñanza planteado por el docente (ver anexo 3).
- c) Posteriormente fue revisado el planteamiento de la relación **propósitos-contenidos**. Este planteamiento establece los objetivos que debe alcanzar el estudiante durante su proceso de aprendizaje de la asignatura y las actividades que debe realizar para su consecución (ver anexo 3).

³⁸ DIAZ CASTRO, Paola. MERCADO CASTILLA, Jorge A. Diseño Instruccional para la asignatura de Diseño de Sistemas Productivos basado en Competencias y Construcción de un Objeto de Aprendizaje Relacionado con la Temática Distribución de Planta. Trabajo de Grado UIS. Bucaramanga. 2008. p.61

- d) Posteriormente se revisó el módulo de *estudio y análisis para la distribución de instalaciones* de la **estructuración modular** de la asignatura, el dio las bases para agrupar las actividades de formación afines para el desarrollo de la **planeación curricular**, para cada uno de los módulos de formación de la asignatura, basándose en el proceso de enseñanza aprendizaje por competencias y logrando que las unidades, módulos y actividades, respalden el seguimiento de los objetivos planteados en los propósitos. Además en la planeación se incluye una descripción detallada de los medios didácticos que se deben utilizar en el proceso de enseñanza aprendizaje del estudiante (ver planeación curricular y estructuración modular en los anexos 4 y 5).
- e) A partir del Diseño Instruccional realizado previamente para la asignatura, se determinó plantear prácticas complementarias para la realización del nuevo **objeto de aprendizaje**. Este objeto contiene prácticas como complemento al módulo de estudio y análisis para la distribución de instalaciones, basándose en el proceso de enseñanza aprendizaje por competencias logrando que las unidades, módulos y talleres respalden el seguimiento de los objetivos planteados en los propósitos (El objeto de aprendizaje escrito se encuentra en el cd del manual).

4.4.5. Aplicación del Objeto de Aprendizaje

En el manual y la ayuda audiovisual multimedia se presenta la teoría aplicada que junto con talleres permite que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos en la asignatura respecto a la distribución de instalaciones industriales para que se lleven a cabo prácticas con talleres para laboratorio.

El objeto de Aprendizaje se estructuró como complemento para finalizar el proceso de aprendizaje de los objetivos de la asignatura mediante la lectura y desarrollo de sus contenidos o temas y posterior desarrollo de las prácticas.

4.4.6. Evaluación del Objeto de Aprendizaje

Todo objeto de aprendizaje debe concluir el proceso de enseñanza con una evaluación de los contenidos presentados, en este caso lo concerniente a la temática del diseño de sistemas productivos con software CAD por la cual se realizaron una serie de talleres.

Para adquirir destreza en temática tratada se plantean talleres que a su vez pueden ser evaluados. Los talleres que desarrollen los estudiantes servirán para evaluar el impacto del objeto de aprendizaje en los estudiantes y a su vez se evaluarán el desempeño particular de cada uno de los mismos.

4.5. EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES

Durante el desarrollo del objeto de aprendizaje, se realizaron pruebas piloto con dos grupos de la asignatura Diseño de Plantas. Lo anterior con el fin de evaluar ciertas características como manejabilidad, navegabilidad, entre otras que se describen en el Anexo 8. Observemos que se quería saber con cada una de las preguntas realizadas:

Pregunta 1: el estudiante considera que el contenido del objeto de aprendizaje desarrollado facilita el proceso de aprendizaje de los conceptos básicos de las temáticas planteadas.

Pregunta 2: la forma en la que está organizada y presentada la información (audio, video, texto y gráficos), facilita el aprendizaje de la temática planteada.

Pregunta 3a: el objeto de aprendizaje fue fácil de manejar.

Pregunta 3b: fue fácil de acceder al objeto de aprendizaje.

Pregunta 4: el objeto de aprendizaje despierta el interés de los estudiantes por estudiar las temáticas planteadas.

El número de preguntas respondidas por cada estudiante se puede observar en las figuras 34 y 35 y en tablas 11 y 12, para cada uno de los grupos que cursan la asignatura Diseño de Plantas. Se puede observar el resultado de cada una de las preguntas formuladas en una calificación de 1 a 5 (siendo 5 la máxima puntuación y 1 la mínima).

Tabla 11. Resultados Evaluación Grupo B1

Calificación	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3a	Pregunta 3b	Pregunta 4
1	0	0	0	0	0
2	0	0	3	5	1
3	2	2	6	11	1
4	16	11	10	6	12
5	9	14	8	5	13
Total	27	27	27	27	27
Calificación	85%	89%	77%	68%	87%

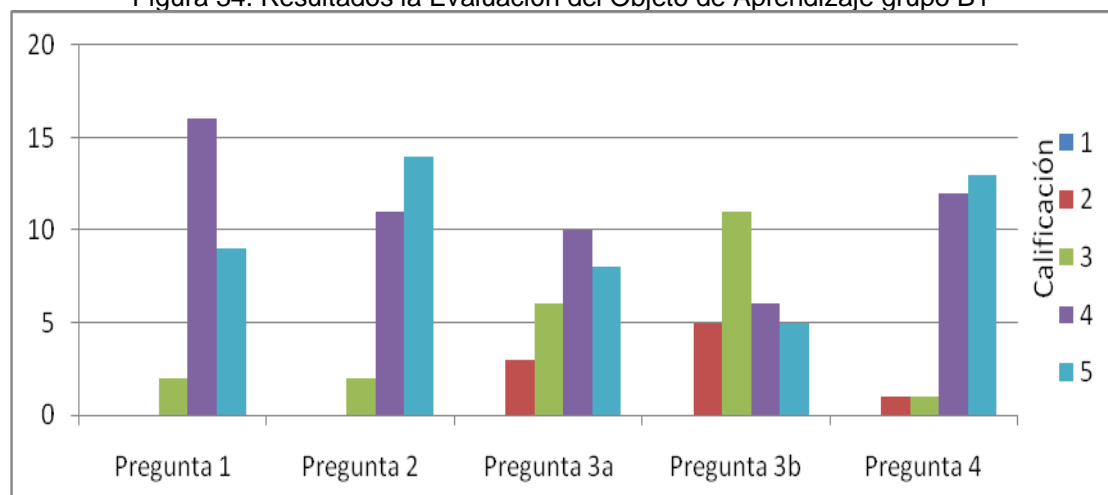
Fuente: Elaboración del Autor.

Tabla 12. Resultados Evaluación Grupo B2

Calificación	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3a	Pregunta 3b	Pregunta 4
1	0	0	0	3	0
2	0	1	6	5	0
3	5	3	4	14	2
4	14	14	8	4	10
5	11	12	12	4	18
Total	30	30	30	30	30
Calificación	84%	85%	77%	61%	90%

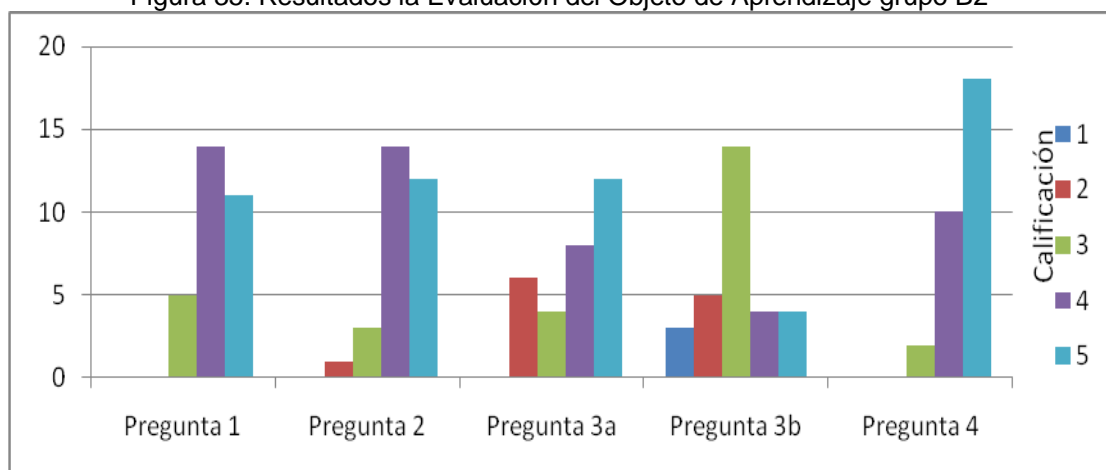
Fuente: Elaboración del Autor.

Figura 34. Resultados la Evaluación del Objeto de Aprendizaje grupo B1



Fuente: Elaboración del Autor.

Figura 35. Resultados la Evaluación del Objeto de Aprendizaje grupo B2



Fuente: Elaboración del Autor.

Según los resultados de la evaluación se observa que los grupos de estudiantes consideran que:

- El contenido del objeto de aprendizaje desarrollado facilita el proceso de aprendizaje de los conceptos básicos de las temáticas planteadas para la mayoría de los estudiantes, teniendo en cuenta que la calificación fue de 85% en el grupo B1 y 84% en el grupo B2.
- La forma en la que está organizada y presentada la información (audio, video, texto y gráficos) les facilita el aprendizaje de la temática planteada, para la mayoría de los estudiantes, teniendo en cuenta que la calificación fue de 89% en el grupo B1 y 85% en el grupo B2.
- La mayoría de los estudiantes fue capaz de manejar el video; teniendo en cuenta que la calificación fue de 77% en el grupo B1 y 77% en el grupo B2.
- Algunos de los estudiantes tuvieron problemas con el acceso a la información del video; teniendo en cuenta que la calificación fue de 68% en el grupo B1 y 61% en el grupo B2.
- El objeto de aprendizaje despierta un gran interés por parte de los estudiantes para estudiar las temáticas planteadas; teniendo en cuenta que la calificación fue de 87% en el grupo B1 y 91% en el grupo B2.

También se consideran las sugerencias realizadas por los que se pueden resumir en:

- Facilitar material a los estudiantes.
- Dar breve explicación del contenido previo a la actividad.
- Ver primero el video que los documentos.
- Interfaz de video sencilla.
- Mejorar Audio.
- Mejorar capacidad Técnica del sitio.
- Formato del video que lo pueda leer cualquier reproductor DVD.

Con base en las observaciones hechas en la prueba piloto con el grupo B1, se determinó realizar una guía explicando la actividad a desarrollar (ver anexo 8); esta guía sirvió para realizar ajustes para el manual. Con esta guía también se indicó al segundo grupo (B2) de estudiantes que realizó la prueba, que tenían que ver primero los videos y luego leer el manual. El resultado fue un mayor avance en la realización de la actividad.

A los estudiantes del segundo grupo (B2) también se les pidió que mencionaran las debilidades y fortalezas encontradas. Estas fortalezas y debilidades:

Fortalezas:

- Ayuda al estudiante a familiarizarse con el software.
- Se comprende cada una de las instrucciones.
- Una explicación muy detallada sobre el software permitió conocerlo más.
- Fácil y rápido aprendizaje con los medios que facilitaron
- Fácil manejo y acceso.
- Bien explicado en el manual escrito.
- Está presentado de una manera práctica, sencilla y fácil de entender porque se interactúa directamente con el software.
- Las ayudas son buenas a pesar de no tener conocimiento previo.
- El material entregado para la actividad en forma de video es muy bueno.
- Bastante dinámico.
- Es interactivo.
- Tiene ayuda visual.

Debilidades:

- Poca familiaridad con el software.
- Dificultades de manejo por capacidad del equipo.
- No se comprende la versión 2006 de la sala visitada, respecto de la versión 2008 del tutorial.
- Se presenta dificultad con el sonido del video.
- Acceso solo con reproductor VLC.

4.6. AJUSTES DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

Se realizaron ajustes al objeto de aprendizaje, teniendo en cuenta las calificaciones dadas para cada pregunta, las sugerencias dadas por los estudiantes, las sugerencias del profesor a cargo de la asignatura y las observaciones realizadas durante las pruebas piloto.

Observando las fortalezas del objeto de aprendizaje, se evidencia que la ayuda visual agiliza la comprensión del manejo de la herramienta por parte de los estudiantes y es un complemento al manual escrito.

También se realizaron ajustes al manual, teniendo en cuenta que para una mejor comprensión de los estudiantes se debe hacer una explicación previa a las actividades a desarrollar en cada taller. Esto se evidencia al observar el mayor avance que lograron los estudiantes del grupo B2 respecto a los estudiantes de grupo B1, teniendo en cuenta que a los estudiantes del grupo B2 se les entregó una guía para desarrollo de la actividad. Los ajustes realizados se pueden observar a continuación en la tabla 13:

Tabla 13. Ajustes del Manual

Acción	Ajuste	Sugerencia atendida
Nueva edición del video en otro formato	Modificación del formato del video de tal forma que pueda ser visto en cualquier equipo con Windows XP instalado.	<ul style="list-style-type: none">✓ Mejorar de accesibilidad.✓ Facilitar el material fuera de clase.✓ Realizar una interfaz del video sencilla.✓ Formato del video que lo pueda leer cualquier reproductor de DVD.
	Reducir el tamaño del medio audiovisual.	<ul style="list-style-type: none">✓ Facilitar el material a los estudiantes.

Acción	Ajuste	Sugerencia atendida
	Editar y/o grabar nuevamente el audio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Normalizar picos de audio ✓ Mejorar audio
Adicionar texto al manual	Incluir dentro del manual una explicación más detallada, previo a las actividades a desarrollar.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dar una breve explicación del contenido, previo a la actividad. ✓ Ver primero el video que los documentos (esto se evidencio en la práctica debido a que los estudiantes que vieron primero el video avanzaron más en la actividad).

Fuente: Elaboración del Autor.

CONCLUSIONES

- AutoCAD como software CAD sirve para el dibujo de instalaciones industriales y sus estaciones de trabajo, mientras que Solidworks solo ofrece ayudas para el dibujo de las estaciones de trabajo.
- La utilización de Flexsim o Tecnomatix con AutoCAD, permite el dibujo y simulación 3D de un sistema productivo. Estas herramientas pueden ser utilizadas para las asignaturas de Diseño de Sistemas Productivos y Técnicas Modernas de Optimización.
- La herramienta Tecnomatix es la única que ofrece ayudas puntuales para la planeación y diseño de sistemas productivos y, además, ofrece ayudas para temas estudiados en otras asignaturas del programa de Ingeniería Industrial de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Estas asignaturas son: análisis de procesos, dirección de procesos 1 y 2, salud ocupacional y técnicas modernas de optimización.
- La incorporación de tecnologías de información (TICs), implica la transformación de las metodologías pedagógicas profesionales y una educación orientada hacia el autoaprendizaje para el desarrollo de competencias del estudiante.
- Con los resultados obtenidos de la evaluación de la percepción que los estudiantes tienen sobre el objeto de aprendizaje desarrollado, se aprecia que el manual tuvo una buena aceptación como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza.
- Después de realizadas las pruebas piloto del manual, se observó que la mayoría de los estudiantes prefieren utilizar primero medios audiovisuales y posteriormente medios textuales, para el aprendizaje de las herramientas de diseño asistido por computador.
- Se obtuvo como producto, un objeto de aprendizaje diseñado siguiendo la formación basada en competencias, las teorías de aprendizaje y las metodologías de diseño instruccional, que utiliza textos, gráficos, audio y

video, ajustado al perfil de los estudiantes de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

- Con el desarrollo de este proyecto, fortalecí aspectos de mi perfil profesional con el mejoramiento de mis conceptos en el área productiva, el aprendizaje de nuevas herramientas informáticas y el trabajo social de apoyo al mejoramiento de un sistema de generación de servicios como la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

RECOMENDACIONES

- Implementar el objeto de aprendizaje desarrollado, para aprovechar las ayudas que presta AutoCAD, como dibujo en 2D y modelado en 3D de instalaciones Industriales.
- De acuerdo a la evaluación realizada de las herramientas tipo CAD, se recomienda AutoCAD para la enseñanza del dibujo de los planos y modelado 3D de instalaciones de manufactura y estaciones de trabajo.
- Adquirir Tecnomatix como herramienta de apoyo para realizar prácticas de planeación y diseño de instalaciones industriales. Esta alternativa sugiere la compra de la licencia de Tecnomatix. Al elegir esta opción se contaría con una ayuda específica para la planeación y distribución de instalaciones industriales
- En caso de adquirir la herramienta tipo CAD Tecnomatix, estudiar la opción de implementarla para otras asignaturas del programa de Ingeniería Industrial de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales como: análisis de procesos, dirección de procesos 1 y 2 y técnicas modernas de optimización.
- Si se adquiere la herramienta Tecnomatix, se recomienda crear modelos de fábricas virtuales para prácticas de laboratorio e impulsar la investigación con el desarrollo de nuevos modelos elaborados con el software.
- Continuar fortaleciendo el objeto de aprendizaje, mejorándolo con el desarrollo de nuevas versiones, y realizar la gestión para lograr distribuirlo a través de publicaciones UIS. En caso de adquirir Tecnomatix, se recomienda agregar al manual el instructivo para aprender su manejo.
- Realizar un plan de actualización de la información, los medios y demás recursos utilizados en la elaboración del objeto de aprendizaje, para garantizar un aprendizaje de acuerdo a los cambios que se presenten.

- La adquisición de la herramienta tipo CAD Flexsim se recomienda en caso que se quiera adquirir una herramienta específica para el curso de Técnicas Modernas de Optimización.
- Continuar con el desarrollo de nuevos Diseño Instruccionales, para el desarrollo de objetos de aprendizaje que apoyen la enseñanza de las temáticas planteadas en la asignatura Diseño de Sistemas Productivos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M.P. Groover. Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing. Editorial Prentice Hall, 1987
- [2] MEYERS MATTHEW, Fred E. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, 3 ed. Prentice Hall. 2006
- [3] ARENAS, Piedad. GARAVITO, Edwin A. Simulación de Procesos de manufactura 1. Bucaramanga, 2008.
- [4] DIAZ CASTRO, Paola. MERCADO CASTILLA, Jorge A. Diseño Instruccional para la asignatura de Diseño de Sistemas Productivos basado en Competencias y Construcción de un Objeto de Aprendizaje Relacionado con la Temática Distribución de Planta. 2008.
- [5] BALDIRIS, Silvia M. SHEPLAN: SISTEMA HIPERMEDIA EDUCATIVO PARA LA ENSEÑANZA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS. Directores: Edwin Alberto Garavito y Piedad Arenas Díaz. Bucaramanga, 2007
- [6] CATALANO, Ana M. AVOLIO DE COLS, Susana. SLADOGNA, Mónica G. Diseño Curricular basado en normas de competencia: conceptos y orientaciones metodológicas. 1° ed. – Buenos Aires: Banco Interamericano de Desarrollo, 2004. p. 41.
- [7] ALVAREZ, J.M. Dos perspectivas contrapuestas sobre el currículum y su desarrollo. Revista de Educación No. 282. enero-abril, 1987.
- [8] HERNANDEZ, Carlos Augusto, et al. Exámenes de Estado: Una propuesta de evaluación por competencias. Bogotá: Javegraf, 1998
- [9] REVISTA CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Año 6 Vol. 1 N° 27 Valencia, Enero-Junio 2006.
- [10] Resumen ejecutivo del Proyecto “Soporte al proceso Educativo UIS mediante Tecnologías de Información y Comunicación - ProSPECTIC” de la Universidad Industrial de Santander”.
- [11] PEÑA, C.I., Resumen ProSPETICUIS, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2007.

- [12] Proyecto de Propuesta de Innovación Docente. Documento Resumen Preparado por GISEL de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones E3T dentro del marco de la convocatoria de proyectos de Innovación Docente Bucaramanga, Febrero de 2006.
- [13] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. INGENIERÍA INDUSTRIAL. [Publicación en Línea] :
- https://www.uis.edu.co/portal/info_academica/escuelas/
- [14] Portal web del profesor del profesor Edwin Garavito:
- http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/index_general.ht
- [15] SLADOGNA, Mónica G. Una mirada a la construcción de las competencias desde el sistema educativo. La experiencia en Argentina. Boletín 149. Competencias laborales en la formación profesional. Montevideo, 2000.
- <http://www.ilo.org/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/boletin/149/pdf/sladog.pdf>
- [16] SCHUMAN, L. Perspectives on Instruction. 1996.
- <http://adweb.sbsu.edu/courses/edtec540.html>
- [17] Felder, Silverman, citados por Felder, 2002
- <http://servicio.cid.uc.edu.ve/educacion/revista/volln27/27-1.pdf>
- [18] Keefe, 1988, citado por Larkin et al., 2002
- <http://servicio.cid.uc.edu.ve/educacion/revista/volln27/27-1.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES Pregrado en Ingeniería Industrial	
ASIGNATURA: DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS	NOVENO SEMESTRE
CÓDIGO:	CRÉDITOS: 4
REQUISITOS: 1. Dirección de Procesos II () Nota: Es simultánea con Ingeniería de la Calidad () y Gestión de Proyectos ()	
INTENSIDAD HORARIA SEMANAL: 12 TAD: 5 TI: 7	
JUSTIFICACIÓN	
<p>Teniendo en cuenta la dinámica del mundo moderno, sus implicaciones e influencia dentro del desempeño de las organizaciones, es posible entender las necesidades actuales de formación del estudiante de Ingeniería Industrial. La concepción global a la que se debe enfrentar, lejana de lo que hace varios años atrás lo limitaba a concentrarse en las particularidades del desarrollo regional, dentro de organizaciones preocupadas por satisfacer mercados poco exigentes; se constituye en la principal herramienta para lograr entender las dimensiones del proceso de transformación que se ha venido gestando a nivel mundial.</p> <p>La Dirección de Operaciones está forzada a adaptarse al ambiente competitivo y estratégico que el mundo entero vive en la actualidad. El sistema logístico formado por todos los miembros en las faces de la cadena global de abastecimiento, es el encargado de integrar estas actividades. Dicha integración tiene diferentes alcances, dependiendo de cómo los factores ambientales afectan las compañías particulares involucradas.</p> <p>La temática de este curso trata de mostrar que el lugar en el que se ubique la empresa puede convertirse en un punto a favor o en contra, siendo importante determinar la cercanía más provechosa: a los clientes o a los proveedores. Por otra parte, las condiciones al interior de la compañía deben ser tales que se garantice el buen desarrollo del Talento Humano y las condiciones adecuadas para el desarrollo del trabajo.</p>	
OBJETIVOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar los conceptos teóricos para el análisis de localización de planta y la distribución interna de sus instalaciones, bajo la perspectiva de manufactura y servicios de clase mundial. • Analizar las posibilidades de mejoramiento en la toma de decisiones sobre instalaciones utilizando las disciplinas básicas. • Integrar al proceso de planeación y localización de las instalaciones el conocimiento adquirido en cursos anteriores de la carrera. 	
CONTENIDOS	
1. DISEÑO DEL PRODUCTO (B/S) 1.1 El proceso de diseño 1.2 Estrategias y técnicas 1.2.1 DFM 1.2.2 Diseño para uso óptimo de recursos 1.2.3 Diseño para desempeño 1.3 Especificaciones (funcionales, de desempeño) y medición 2. DISEÑO DEL PROCESO 2.1 El Protocolo de operaciones 2.2 El proceso productivo y la calidad 2.3 Herramientas de análisis 3. LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES INDUSTRIALES 3.1 Localización como una decisión derivada del análisis estratégico 3.2 Análisis sistemático de Localización	

- 3.2.1 Métodos Cuantitativos en el análisis de localización
- 3.2.2 Localización Continua

4. LOCALIZACIÓN DISCRETA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN

- 4.1 Criterios generales
- 4.2 Distribución sistemática de la planta
- 4.3 Modelos matemáticos para Distribución de plantas
- 4.4 Ergonomía y su papel en la distribución de espacios en plantas y oficinas
- 4.5 Celdas de Manufactura
- 4.6 Sistemas de almacenamiento
- 4.7 Sistemas de transferencia de materiales

5. CONSERVACIÓN INDUSTRIAL

- 5.1 Conservación Integral
- 5.2 Preservación Vs. Mantenimiento
- 5.3 Plan de Conservación – Componentes

ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS Y CONTEXTOS POSIBLES DE APRENDIZAJE PARA HORAS TIPO TAD Y TI.

- Clases magistrales por parte de profesor de los temas centrales, generando a partir de estas la discusión, previa lectura por parte de los estudiantes del material sugerido.
- Presentación y discusión de videos relacionados con algunos de los temas planteados.
- Talleres prácticos en equipo desarrollados en el mismo salón de clase con la asesoría del profesor.
- Talleres asignados a equipos de trabajo para desarrollar como Laboratorio, lo cual sirve como estrategia de comprensión práctica.
- Presentación por parte de los estudiante de los trabajos prácticos y/o de investigación asignados
- Talleres prácticos de simulación en el aula de informática haciendo uso de aplicaciones especializadas.

EVALUACION DE LA ASIGNATURA

La evaluación debe ser formativa para ejercitar y desarrollar en el estudiante los rasgos de la motivación por los logros. Para ello se realizarán:

- Exámenes o pruebas parciales individuales
- Quices.
- Trabajos de investigación.
- Se realizarán además talleres y quices
- Los laboratorios se evalúan teniendo en cuenta: La preparación de las prácticas, el desempeño durante la práctica, el informe final y un examen práctico final individual. Su valor final es el 20% de la nota definitiva de la asignatura. Se realizan siete prácticas mínimo.

BIBLIOGRAFIA BASICA Y COMPLEMENTARIA

- 📖 IBÁÑEZ GIMENO, José Maria. La gestión del diseño en la empresa. Madrid: McGraw Hill, 2000
- 📖 DYM, Clive. LITTLE, Patrick. El proceso de diseño en ingeniería. México: Limusa, 2002
- 📖 SULE, Dileep. R. Instalaciones de Manufactura. Ubicación, Planeación y Diseño. México: Thomson, 2001
- 📖 KONZ, Stephan. Diseño de Instalaciones Industriales. México: Limusa, 1997
- 📖 CHASE, Richard B. AQUILANO, Nicholas. Administración de producción y operaciones. Bogota: McGraw - IRWIN, 2000
- 📖 DOUNCE, Enrique. La Productividad en el Mantenimiento Industrial. México: CECSA, 1998
- 📖 KONZ, Stephan. Diseño de Sistemas de Trabajo. México: Limusa, 2000
- 📖 NAHMIA, Steven. Análisis de la producción y las operaciones. México: CECSA: 1999

ANEXO 2. DIAGRAMA SECUENCIAL DE ACTIVIDADES

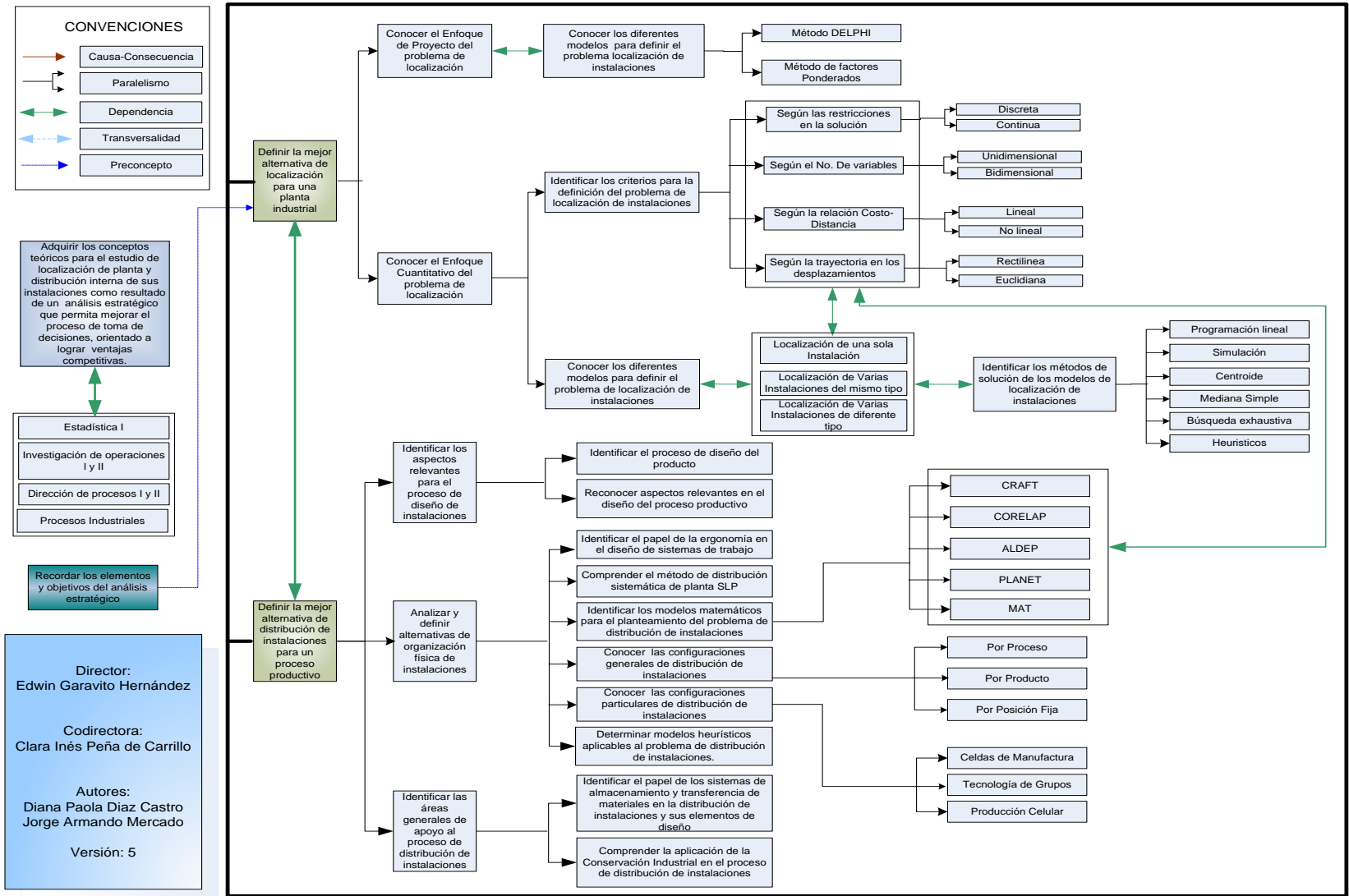


Figura 9. Diagrama secuencial de actividades de aprendizaje de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos

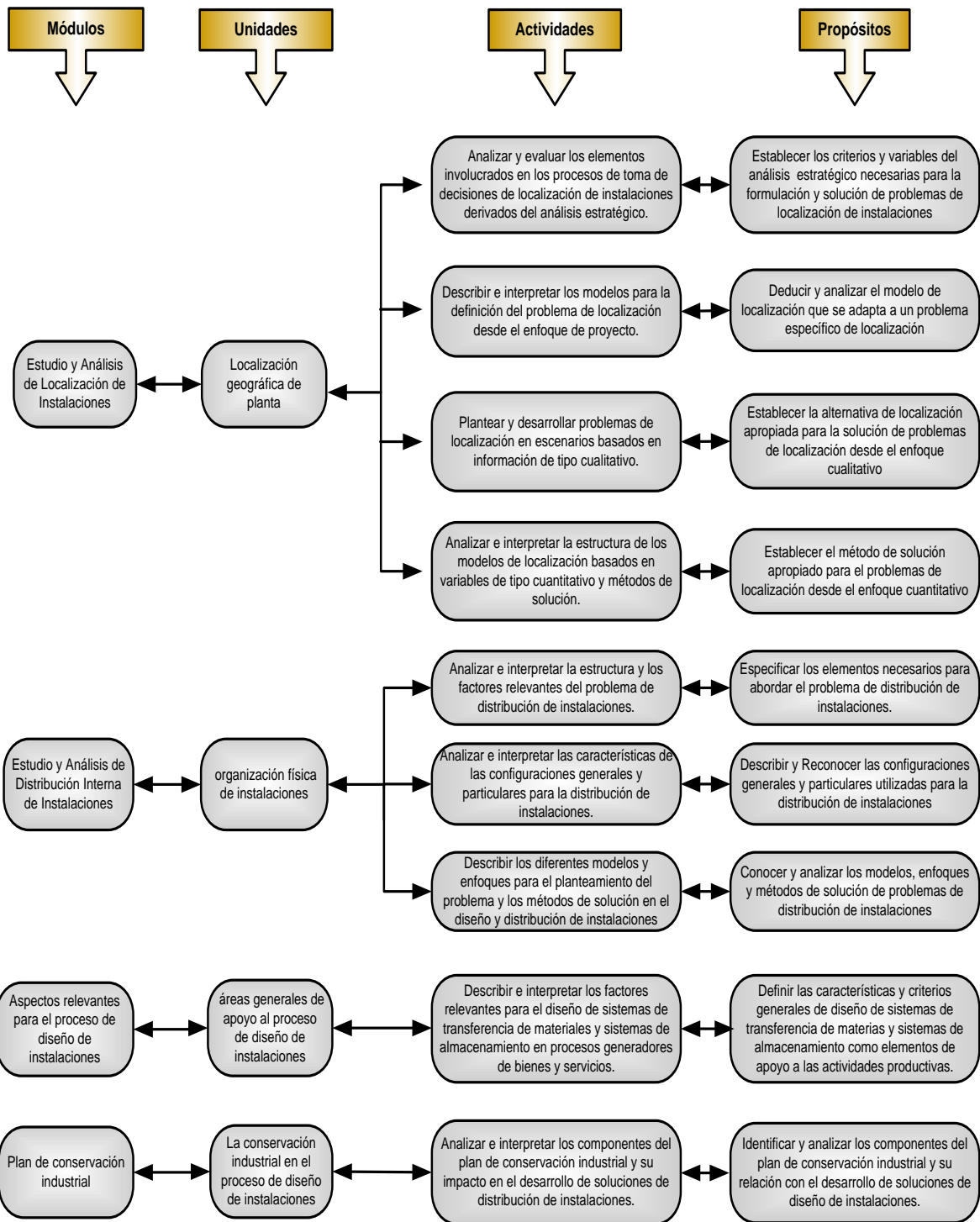
**ANEXO 3. TABLA DE SABERES, RELACIÓN
PROPÓSITOS CONTENIDO Y ACTIVIDADES
DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE;
RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS		ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE		VERSIÓN:
		DISTRIBUCIÓN DE PLANTA		
PROPÓSITO	CONTENIDOS TEMÁTICOS	SABER	HACER	ACTIVIDAD
Especificar los elementos necesarios para abordar el problema de distribución de instalaciones .	<ul style="list-style-type: none"> • Generalidades del diseño del producto. • Estrategias para el diseño del producto. • Técnicas para el diseño de producto. • Especificaciones y medición en el diseño del producto. • El protocolo de operaciones en el diseño del proceso. • Tipos de procesos de fabricación. • El papel de la 	<p>16. Conocer los factores relevantes para el proceso de diseño del producto.</p> <p>17. Identificar las estrategias y técnicas para el diseño del producto.</p> <p>18. Conocer el diseño para el uso óptimo de recursos.</p> <p>19. Conocer el diseño para el desempeño</p> <p>20. Conocer las especificaciones del diseño del producto.</p> <p>21. Identificar los sistemas de medición del desempeño del diseño del producto.</p> <p>22. Conocer los diferentes tipos de procesos de fabricación.</p> <p>23. Identificar el papel de la ergonomía en el diseño de sistemas de trabajo.</p>	<p>ac. Analizar las características del proceso de diseño del producto como: objetivos, requerimientos, restricciones, funciones, especificaciones, alternativas, modelos, pruebas y evaluaciones (16,17)</p> <p>ad. Reconocer estrategias y técnicas como el compromiso mínimo, la capacidad de reducción, los árboles de objetivos, el análisis funcional, la matriz de requerimientos, el método de especificaciones de desempeño, la asignación de las funciones de calidad y la aplicación de la ingeniería concurrente para el diseño del producto. (17)</p> <p>ae. Describir y analizar herramientas como las tablas morfológicas, dibujos de ensamble, dibujos de detalle, relación de materiales y dibujos de relación de partes. (17)</p> <p>af. Describir y analizar las técnicas de diseño para la manufactura DMF y diseño asistido por computadora CAD como herramientas relevantes en el proceso de diseño del producto. (17)</p> <p>ag. Examinar factores relevantes como el análisis financiero para el uso óptimo de recursos en el proceso de diseño del producto. (18)</p> <p>ah. Analizar componentes relevantes como la confiabilidad y el mantenimiento en el proceso de diseño del producto. (19)</p> <p>ai. Determinar las especificaciones funcionales y de</p>	<p>Analizar e interpretar la estructura y los factores relevantes del problema de distribución de instalaciones .</p>

	ergonomía en el diseño de sistema de trabajo.		<p>desempeño necesarias para el proceso de diseño del producto. (20)</p> <p>aj. Exponer algunos de los sistemas de medición del desempeño existentes en el proceso de diseño del producto. (21)</p> <p>ak. Identificar los procesos de conversión, fabricación, ensamble y prueba. (22)</p> <p>al. Analizar el diseño de puestos de trabajo desde el punto de vista de la ergonomía. (23)</p> <p>am. Reconocer las implicaciones ergonómicas del trabajo de acuerdo a la posición del trabajador. (23)</p> <p>an. Mencionar los factores ergonómicos relacionados con las herramientas de trabajo. (23)</p> <p>ao. Determinar las implicaciones ergonómicas del trabajo físico pesado. (23)</p> <p>ap. Identificar y establecer los controles ergonómicos necesarios para la adecuada distribución de instalaciones. (23)</p>	
Describir y Reconocer las configuraciones generales utilizadas para la distribución de instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Configuraciones generales de distribución de instalaciones • Configuraciones particulares de distribución de instalaciones 	<p>24. Conocer las configuraciones generales de distribución de instalaciones.</p> <p>25. Conocer las configuraciones particulares de distribución de instalaciones.</p>	<p>aq. Utilizar las configuraciones de distribución de instalaciones por proceso, por producto y por posición fija. (24)</p> <p>ar. Utilizar las configuraciones particulares de distribución de instalaciones como las celdas de manufactura, tecnología de grupos y producción celular. (25)</p>	Analizar e interpretar las características de las configuraciones generales para la distribución de instalaciones

<p>Conocer y analizar los modelos, enfoques y métodos de solución de problemas de distribución de instalaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución sistemática de planta (SLP). • Modelos matemáticos de distribución de instalaciones • Modelos heurísticos de distribución de instalaciones 	<p>26. Conocer el método de distribución sistemática de planta SLP.</p> <p>27. Identificar los modelos para el planteamiento de problemas de distribución de instalaciones</p> <p>28. Determinar los modelos heurísticos aplicables al problema de distribución de instalaciones.</p>	<p>as. Aplicar el método de distribución sistemática de planta como herramienta para definir alternativas de organización física de instalaciones. (26)</p> <p>at. Utilizar modelos como el CRAFT, CORELAP, ALDEP, PLANET Y MAT para la resolución del problema de distribución de instalaciones. (27)</p> <p>au. Utilizar los métodos heurísticos tales como algoritmos genéticos, recocido simulado y búsqueda tabú para la resolución del problema de distribución de instalaciones. (28)</p>	<p>Describir los diferentes modelos y enfoques para el planteamiento del problema y los métodos de solución en el diseño y distribución de instalaciones</p>
---	---	---	--	--

ANEXO 4. ESTRUCTURACIÓN MODULAR



**ANEXO 5. PLANEACIÓN CURRICULAR PARA
LA UNIDAD DE APRENDIZAJE DE
ORGANIZACIÓN FÍSICA DE INSTALACIONES**

MODULO DE FORMACIÓN	Estudio y Análisis de Distribución Interna de Instalaciones
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Organización física de instalaciones

ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	Analizar e interpretar la estructura y los factores relevantes del problema de distribución de instalaciones.		
ESCENARIOS	Aula de clase	DURACIÓN	10 Horas
PROPÓSITO	METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE		
	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	MÉTODOS	
Especificar los elementos necesarios para abordar el problema de distribución de instalaciones.	A Interactivo. B Individual. C Colaborativo.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Conferencia por un experto (A,C,D) ○ Debates (A,C) ○ Formulación de preguntas (A,C) ○ Resumen (B) ○ Análisis e interpretación de lectura (B) ○ Ilustraciones (B) 	

EVIDENCIAS	ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN	
DE CONOCIMIENTO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconoce los factores relevantes para el proceso de diseño del producto. (16) ▪ Relaciona las estrategias y técnicas para el diseño del producto. (17) ▪ Conoce las especificaciones del diseño del producto. (20) ▪ Conoce los sistemas de medición de desempeño del diseño del producto. (21) ▪ Conoce los diferentes tipos de procesos de fabricación. (22) ▪ Identifica el papel de la ergonomía en el diseño de sistemas de trabajo. (23) 	<ul style="list-style-type: none"> I. Debate II. Exposición III. Ensayo 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario informal (I) • Resumen (I,II) • Informe (I,II) • Ensayo (III)

DE DESEMPEÑO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Define los factores, estrategias y técnicas que pueden ser considerados en el proceso de diseño del producto. (16, 17,20, 21) ▪ Analiza los principios que deben ser tenidos en cuenta en el diseño de un proceso de fabricación. (22) ▪ Considera los componentes ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo. (23) 	IV. Debate V. Exposición VI. Ensayo	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario informal (IV) • Resumen (IV,V) • Informe (IV,V) • Ensayo (VI)
DE PRODUCTO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propone los factores, estrategias y técnicas que pueden ser considerados en el proceso de diseño del producto. (16, 17,20, 21) ▪ Plantea los principios que pueden ser tenidos en cuenta en el diseño de un proceso de fabricación. (22) ▪ Formula los componentes ergonómicos del diseño de sistemas de trabajo. (23) 	VII. Prueba o examen	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario formal (VII) • Taller de problemas (VII) • Ejercicios (VII) • Quiz (VII)

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE

NÚCLEO DEL CONOCIMIENTO

Existen varios factores que se deben tener en cuenta y que influyen de manera significativa en el diseño y distribución interna de instalaciones, entre estos se encuentran el diseño del producto y el diseño del proceso. Se muestran las características y procedimientos para cada uno de éstos con el fin de que el estudiante se familiarice con estos aspectos que no deben olvidarse al momento de realizar la distribución interna de una instalación.

PDF

Documento en el cual se explica el proceso de diseño del producto mediante la definición de objetivos, requerimientos, restricciones, funciones, especificaciones, alternativas, modelos, pruebas y evaluaciones; además explica los elementos que aporta el diseño del producto a la distribución de planta y se describen los elementos que aportan los procesos de fabricación a la distribución de planta.

VIDEO

Muestra los diferentes tipos de procesos de fabricación como conversión, fabricación, ensamble y prueba y animaciones que contienen ilustraciones en las que se pueden contrastar los efectos de tener en cuenta o no los aspectos ergonómicos de acuerdo a la posición en la que se ejecuten las actividades (sentado, de pie, con peso, etc.)

AUDIO

Expone las estrategias y técnicas existentes para el proceso de diseño del producto tales como el compromiso mínimo, la capacidad de reducción, los árboles de objetivos, el análisis funcional, la matriz de requerimientos, el método de especificaciones de desempeño, la asignación de las funciones de calidad y la aplicación de la ingeniería concurrente.

GRAFICO

Resalta el papel de la ergonomía en el diseño de sistemas de trabajo, mostrando situaciones (a través de ilustraciones) en las que se ven las ventajas de tener en cuenta aspectos ergonómicos para el diseño de puestos de trabajo.

ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Analizar e interpretar las características de las configuraciones generales para la distribución de instalaciones.		
ESCENARIOS	Aula de clase y laboratorio	DURACIÓN	25 Horas
PROPÓSITO	METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE		
	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	MÉTODOS	
Describir y Reconocer las configuraciones generales utilizadas para la distribución de instalaciones.	A Interactivo. B Individual. C Colaborativo.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Conferencia por un experto (A,C) ○ Consulta (B) ○ Análisis e interpretación de casos (C) ○ Diagramas (C) ○ Ilustraciones (C) ○ Taller de ejercicios (B,C) 	

EVIDENCIAS	ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN	
DE CONOCIMIENTO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conoce las configuraciones generales de distribución de acuerdo a las características del sistema por proceso, por producto y por posición fija. (24) ▪ Conoce las configuraciones particulares de distribución de instalaciones como las celdas de manufactura, tecnología de grupos y producción celular. (25) 	<ul style="list-style-type: none"> I. Debate II. Exposición 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario informal (II) • Resumen (I) • Informe(I) • Preguntas informales (II) • Lista de verificación (I)
DE DESEMPEÑO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propone un tipo de configuración general para la solución del problema de distribución de instalaciones de acuerdo a las características del sistema. (24) ▪ Plantea un tipo de configuración particular para la solución del problema de distribución de instalaciones. (25) 	<ul style="list-style-type: none"> III. Debate IV. Exposición 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario informal (IV) • Resumen (III) • Informe(III) • Preguntas informales (IV) • Lista de verificación (III)

DE PRODUCTO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resuelve problemas de distribución de instalaciones mediante el diseño de configuraciones adecuadas a las características del sistema planteado en el problema. (24, 25) 	V. Prueba o examen	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario formal (V) • Taller de problemas (V) • Ejercicios (V) • Quiz (V)

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE

NÚCLEO DEL CONOCIMIENTO

Configuraciones generales: Las decisiones sobre la distribución interna de la planta implican determinar donde irán los departamentos, los grupos de trabajo dentro de esos departamentos y las máquinas y los puntos de inventario de existencias dentro de una instalación de producción. El objetivo es arreglar esos elementos de forma tal que permita un flujo de trabajo ininterrumpido o un patrón determinado de tráfico.

Los formatos mediante los cuales se determina la distribución de los departamentos en una instalación de definen por el patrón general del flujo de trabajo. Hay tres tipos básicos: distribución por proceso, distribución por producto y distribución por posición fija.

Configuraciones particulares: El flujo de material y la secuencia de operaciones cobran importancia cuando las cantidades son grandes, o cuando se requiera recursos especiales para el desarrollo de las actividades productivas. En estos casos se debe pensar en los patrones predominantes: líneas dedicadas, celdas de manufactura o combinación de líneas con talleres de trabajo (tecnología de grupos) que permiten, no solo un adecuado uso del espacio, sino que facilitan el control de las operaciones.

La configuración en celdas con forma de "U" brinda además la posibilidad de flexibilizar el sistema desde el punto de vista de la capacidad, en la medida en que se puede modificar cambiando la cantidad de operarios dentro de la misma; para lo cual es importante mantener un flujo balanceado garantizando el equilibrio en el uso de los recursos y los tiempos asignados.

Con la tecnología de grupos, se combinan las ventajas de la distribución por producto, y en aquellos recursos que por sus características no pueden dedicarse a una línea específica, se configura en especie de talleres que brindan servicio a las líneas que lo requieran.

PDF

Cinco documentos en los que se explican los modelos de configuraciones generales de planta por proceso, por producto y por posición fija y los modelos de configuraciones particulares de planta como las celdas de manufactura y la tecnología de grupos respectivamente. Para cada una de las configuraciones se describen las características, ventajas y desventajas, se muestran esquemas de los diferentes tipos de

configuración y un ejemplo de su forma de aplicación. Además este documento cuenta con imágenes a manera de ejemplo de los tipos de configuración, resalta la información sobre las características de aplicación de cada tipo de configuración dentro del texto de manera que sirva como guía para el estudiante y tiene anotaciones laterales con las características de forma más importantes de cada tipo de configuración.

VIDEOS

Cinco videos que muestran las características principales de los tipos de configuraciones generales y particulares. Los videos para las distribuciones por producto y por posición fija muestran una línea de ensamble de autos y la fabricación de una cosechadora respectivamente como ejemplos de estos dos tipos de configuración. Los videos para la distribución por proceso, celdas de manufactura y tecnología de grupos muestran simulaciones de las características principales de cada una de estas configuraciones utilizando la herramienta Promodel, Además se complementan las imágenes con un guión de audio que explica el tipo de configuración que se está observando y sus respectivas características de forma.

GRAFICO

Se muestran 3 fotos para cada tipo de configuración: por proceso, por producto, por posición fija, celdas de manufactura y tecnología de grupos, en las que por medio de modelos a escala de maquinas y herramientas se representan las características de forma de cada configuración.

AUDIO

Cinco audios que explican de manera general las características principales de forma, aplicación y conveniencia de los tipos de configuración general y particular que sirven como guía para el estudiante en el momento de elegir la distribución más conveniente para solucionar un problema de distribución interna de planta.

APLICATIVO

Este aplicativo realiza el balanceo de líneas de ensamble, por medio de la regla del mayor candidato. Los datos de entrada para este programa, son el nivel de producción diaria, el tiempo de producción diaria, las relaciones de precedencia de las tareas y los tiempos de las áreas; obteniéndose la cantidad de estaciones requeridas en la línea de ensamble, las asignaciones de tarea en cada estación y la eficiencia de la línea de ensamble.

ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE		Describir los diferentes modelos matemáticos y los enfoques para el planteamiento del problema y los métodos de solución en el diseño y distribución de instalaciones	
ESCENARIOS	Aula de clase y laboratorio	DURACIÓN	10 Horas
PROPÓSITO	METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE		
	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	MÉTODOS	
Conocer y analizar los modelos, enfoques y métodos de solución de problemas de distribución de instalaciones.	A Interactivo. B Individual. C Colaborativo. D Basado en problemas.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Conferencia por un experto (A,C) ○ Tareas Individuales (B) ○ Taller de ejercicios (A,B,D) ○ Resolución y Análisis de ejercicios (A,C,D) ○ Practica de laboratorio (A,C,D) ○ Consulta (B,C) 	

EVIDENCIAS	ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN	
DE CONOCIMIENTO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conoce el método de distribución sistemática de planta. (26) ▪ Reconoce los modelos matemáticos usados en el planteamiento de problemas de distribución de instalaciones. (27) ▪ Identifica los modelos heurísticos aplicables a la solución del problema de distribución de instalaciones. (28) 	I. Exposición	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de verificación (I) • Cuestionario informal (I) • Preguntas informales (I)
DE DESEMPEÑO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplica el método de distribución sistemática de planta como herramienta para definir alternativas de organización física de instalaciones. (26) ▪ Utiliza los modelos matemáticos y heurísticos para la resolución de problemas de distribución de instalaciones. (27, 28) 	II. Exposición	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de verificación (II) • Cuestionario informal (II) • Preguntas informales (II)

DE PRODUCTO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseña alternativas de organización física de instalaciones utilizando el método de distribución sistemática de planta. (26) ▪ Resuelve problemas de distribución de instalaciones mediante el uso de los métodos matemáticos y los modelos heurísticos existentes. (27, 28) 	III. Prueba o examen	<ul style="list-style-type: none"> • Taller de problemas (III) • Ejercicios (III) • Quiz (III) • Cuestionario formal (III)

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE

NÚCLEO DEL CONOCIMIENTO

Los modelos matemáticos más utilizados para la solución de problemas de distribución de instalaciones son el CRAFT, CORELAP, ALDEP, PLANET Y MAT. Se explican sus generalidades de forma y uso y los modelos que se aplican para cada tipo de configuración de distribución, además se conocen algunos de los métodos heurísticos que también ofrecen una solución al problema de distribución.

PDF

Documento en el que se explican los modelos matemáticos para distribución de instalaciones tales como el CRAFT, CORELAP, ALDEP, PLANET Y MAT. Así como el método de distribución sistemática de planta SLP y algunos de los modelos heurísticos aplicables para la resolución del problema de distribución de instalaciones.

GRAFICO

Tablas que muestran las generalidades y características de forma y uso de los modelos matemáticos que permiten el desarrollo de problemas de distribución de instalaciones tales como el CRAFT, CORELAP, ALDEP, PLANET Y MAT y algunos de los modelos heurísticos.

APLICATIVO

Se utiliza un algoritmo como el CORELAP para solucionar problemas de distribución de instalaciones, en donde el estudiante puede resolver casos de distribución para una planta específica de acuerdo a determinados parámetros.

**ANEXO 6. CUESTIONARIO DE ESTILOS DE
APRENDIZAJE SEGÚN EL MODELO DE
FELDER Y SILVERMAN.**

CUESTIONARIO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE SEGÚN EL MODELO DE FELDER Y SILVERMAN

El ILS de Felder y Silverman está diseñado a partir de cuatro escalas bipolares relacionadas con las preferencias para los estilos de aprendizaje, que en el ILS son *Activo-Reflexivo*, *Sensorial-Intuitivo*, *Visual-Verbal* y *Secuencial-Global*.

Con base en estas escalas, Felder ha descrito la relación de los estilos de aprendizaje con las preferencias de los estudiantes vinculando los elementos de motivación en el rendimiento escolar. El instrumento consta de 44 ítems y ha sido utilizado, entre otros lugares, en la Universidad del Rosario - Facultad de Educación Continuada en Colombia, en los cursos de educación virtual a partir del año 2001.³⁹

Instrucciones

- ❖ Encierre en un círculo la opción "a" o "b" para indicar su respuesta a cada pregunta. Por favor seleccione solamente una respuesta para cada pregunta.
- ❖ Si tanto "a" y "b" parecen aplicarse a usted, seleccione aquella que se aplique más frecuentemente.

1. Entiendo mejor algo

- a) Si lo practico
- b) Si pienso en ello

2. Me considero

- a) realista.
- b) innovador.

3. Cuando pienso acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga sobre la base de

- a) una imagen.
- b) palabras.

4. Tengo tendencia a

³⁹ Perea Robayo M (2003), Material de estudio para el Diplomado Virtual en Estilos de Aprendizaje de la Universidad del Rosario (Colombia).

- a) entender los detalles de un tema pero no ver claramente su estructura completa.
 - b) entender la estructura completa pero no ver claramente los detalles.
5. Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda
- a) hablar de ello.
 - b) pensar en ello.
6. Si yo fuera profesor, yo preferiría dar un curso
- a) que trate sobre hechos y situaciones reales de la vida.
 - b) que trate con ideas y teorías.
7. Prefiero obtener información nueva de
- a) imágenes, diagramas, gráficas o mapas.
 - b) instrucciones escritas o información verbal.
8. Una vez que entiendo
- a) todas las partes, entiendo el total.
 - b) el total de algo, entiendo como encajan sus partes.
9. En un grupo de estudio que trabaja con un material difícil, es más probable que
- a) participe y contribuya con ideas.
 - b) no participe y solo escuche.
10. Es más fácil para mí
- a) aprender hechos.
 - b) aprender conceptos.
11. En un libro con muchas imágenes y gráficas es más probable que
- a) revise cuidadosamente las imágenes y las gráficas.
 - b) me concentre en el texto escrito.
12. Cuando resuelvo problemas de matemáticas
- a) generalmente trabajo sobre las soluciones con un paso a la vez.
 - b) frecuentemente sé cuáles son las soluciones, pero luego tengo dificultad para imaginarme los pasos para llegar a ellas.

13. En las clases a las que he asistido

- a) he llegado a saber cómo son muchos de los estudiantes.
- b) raramente he llegado a saber cómo son muchos estudiantes.

14. Cuando leo temas que no son de ficción, prefiero

- a) algo que me enseñe nuevos hechos o me diga cómo hacer algo.
- b) algo que me de nuevas ideas en que pensar.

15. Me gustan los maestros

- a) que utilizan muchos esquemas en el pizarrón.
- b) que toman mucho tiempo para explicar.

16. Cuando estoy analizando un cuento o una novela

- a) pienso en los incidentes y trato de acomodarlos para configurar los temas.
- b) me doy cuenta de cuáles son los temas cuando termino de leer y luego tengo que regresar y encontrar los incidentes que los demuestran.

17. Cuando comienzo a resolver un problema de tarea, es más probable que

- a) comience a trabajar en su solución inmediatamente.
- b) primero trate de entender completamente el problema.

18. Prefiero la idea de

- a) certeza.
- b) teoría.

19. Recuerdo mejor

- a) lo que veo.
- b) lo que oigo.

20. Es más importante para mí que un profesor

- a) exponga el material en pasos secuenciales claros.
- b) me dé un panorama general y relacione el material con otros temas.

21. Prefiero estudiar

- a) en un grupo de estudio.
- b) solo.

22. Me considero

- a) cuidadoso en los detalles de mi trabajo.
- b) creativo en la forma en la que hago mi trabajo.

23. Cuando alguien me da direcciones de nuevos lugares, prefiero

- a) un mapa.
- b) instrucciones escritas.

24. Aprendo

- a) a un paso constante. Si estudio con ahínco consigo lo que deseo.
- b) en inicios y pausas. Me llevo a confundir y súbitamente lo entiendo.

25. Prefiero primero

- a) hacer algo y ver qué sucede.
- b) pensar cómo voy a hacer algo.

26. Cuando leo por diversión, me gustan los escritores que

- a) dicen claramente los que desean dar a entender.
- b) dicen las cosas en forma creativa e interesante.

27. Cuando veo un esquema o bosquejo en clase, es más probable que recuerde

- a) la imagen.
- b) lo que el profesor dijo acerca de ella.

28. Cuando me enfrento a un cuerpo de información

- a) me concentro en los detalles y pierdo de vista el total de la misma.
- b) trato de entender el todo antes de ir a los detalles.

29. Recuerdo más fácilmente

- a) algo que he hecho.
- b) algo en lo que he pensado mucho.

30. Cuando tengo que hacer un trabajo, prefiero

- a) dominar una forma de hacerlo.
- b) intentar nuevas formas de hacerlo.

31. Cuando alguien me enseña datos, prefiero

- a) gráficas.
- b) resúmenes con texto.

32. Cuando escribo un trabajo, es más probable que

- a) a) lo haga (piense o escriba) desde el principio y avance.
- b) b) lo haga (piense o escriba) en diferentes partes y luego las ordene.

33. Cuando tengo que trabajar en un proyecto de grupo, primero quiero

- a) realizar una "tormenta de ideas" donde cada uno contribuye con ideas.
- b) realizar la "tormenta de ideas" en forma personal y luego juntarme con el grupo para comparar las ideas.

34. Considero que es mejor elogio llamar a alguien

- a) sensible.
- b) imaginativo.

35. Cuando conozco gente en una fiesta, es más probable que recuerde

- a) cómo es su apariencia.
- b) lo que dicen de sí mismos.

36. Cuando estoy aprendiendo un tema, prefiero

- a) mantenerme concentrado en ese tema, aprendiendo lo más que pueda de él.
- b) hacer conexiones entre ese tema y temas relacionados.

37. Me considero

- a) abierto.
- b) reservado.

38. Prefiero cursos que dan más importancia a

- a) material concreto (hechos, datos).
- b) material abstracto (conceptos, teorías).

39. Para divertirme, prefiero

- a) ver televisión.

b) leer un libro.

40. Algunos profesores inician sus clases haciendo un bosquejo de lo que enseñarán. Esos bosquejos son

- a) algo útil para mí.
- b) muy útiles para mí.

41. La idea de hacer una tarea en grupo con una sola calificación para todos

- a) me parece bien.
- b) no me parece bien.

42. Cuando hago grandes cálculos

- a) tiendo a repetir todos mis pasos y revisar cuidadosamente mi trabajo.
- b) me cansa hacer su revisión y tengo que esforzarme para hacerlo.

43. Tiendo a recordar lugares en los que he estado

- a) fácilmente y con bastante exactitud.
- b) con dificultad y sin mucho detalle.

44. Cuando resuelvo problemas en grupo, es más probable que yo

- a) piense en los pasos para la solución de los problemas.
- b) piense en las posibles consecuencias o aplicaciones de la solución en un amplio rango de campos.

INSTRUCCIONES GENERALES PARA CALIFICAR EL INVENTARIO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE FELDER

- 1) Tome el **Inventario** anterior y una **Hoja de Perfil Individual** en blanco. En la **Hoja de Calificación** asigne UN PUNTO en la casilla correspondiente de acuerdo con el número de la pregunta y su respuesta. Por ejemplo: si su respuesta en la pregunta 5 fue A, coloque 1 en casilla debajo de la letra A y al lado derecho de la pregunta 5.
- 2) Registre de esta manera cada una de las preguntas desde la 1 hasta las 44.
- 3) Luego, sume cada columna y escriba el resultado en la casilla TOTAL COLUMNA.
- 4) Mirando los totales de cada columna por categoría, reste el número menor al mayor.

- 5) Asigne a este resultado la letra en la que obtuvo mayor puntaje en cada categoría.
- 6) Ahora, llene la **Hoja de perfil** con estos resultados, teniendo en cuenta que la letra A corresponde al estilo situado a la izquierda y la letra B al estilo situado a la derecha.
- 7) Finalmente, la Hoja de interpretación permite interpretar los resultados obtenidos.

Si su puntaje en la escala está entre 1 - 3 usted presenta un equilibrio apropiado entre los dos extremos de esa escala. **PABLO TIENE UN EQUILIBRIO ENTRE VISUAL Y VERBAL.**

Si su puntaje está entre 5 - 7 usted presenta preferencia moderada hacia una de los dos extremos de la escala y aprenderá más fácilmente si se le brindan apoyos en esa dirección. **PABLO ES MAS REFLEXIVO QUE ACTIVO Y MAS GLOBAL QUE SECUENCIAL.**

Si su puntaje en la escala es de 9 - 11 usted presenta una preferencia muy fuerte por uno de los dos extremos de la escala. Usted puede llegar a presentar dificultades para aprender en un ambiente en el cual no cuente con apoyo en esa dirección. **PABLO ES MAS INTUITIVO QUE SENSITIVO.**

**ANEXO 7. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN
DE LA PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES
SOBRE EL OBJETO DE APRENDIZAJE
DESARROLLADO**

DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS PERCEPCIÓN DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

A continuación se muestra una serie de preguntas encaminadas a evaluar algunos aspectos del objeto de aprendizaje desarrollado para el diseño de sistemas productivos con software CAD para la distribución de instalaciones.

Evalúe cada una de las preguntas en una escala de 1 (mínima puntuación) a 5 (máxima puntuación) según su percepción.

1. ¿Considera que el contenido del objeto de aprendizaje desarrollado para la asignatura Diseño de Sistemas Productivos para el diseño de instalaciones facilita el proceso de aprendizaje de los conceptos básicos de las temáticas planteadas?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. ¿Considera que la forma en la que está organizada y presentada la información (audio, video, texto y gráficos) facilita el aprendizaje de la temática planteada?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Evalúe los siguientes factores relacionados con la navegabilidad del video:

	1	2	3	4	5
Manejo					
acceso					

4. ¿Este tipo de herramientas (AutoCAD) y la forma de mostrar la información (manual y multimedios) despierta su interés por estudiar las temáticas propuestas?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Sugerencias: _____

ANEXO 8. GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA PILOTO

DISEÑO DE PLANTAS
TALLER PRUEBA DE HERRAMIENTAS PARA EL AUTOAPRENDIZAJE
DE AUTOCAD PARA DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS

A continuación se presenta una guía para la realización de una prueba de las herramientas para el auto-aprendizaje del software Autocad para el Diseño de Sistemas Productivos.

Nota 1: El taller está diseñado para el software en Español, pero el programa de esta sala está en inglés y los comandos cambian de: línea = line, escala = scale, zoom = zoom etc.

1. Ver el video Diseño de Sistemas Productivos con CAD:

a) Abrir el *DVD* > buscar la carpeta *VIDEO_TS*, arrastrarla y soltar sobre el ícono de escritorio *VLC media Player*.

b) En el menú de inicio moverse con las flechas del teclado y escoger *INTRODUCCIÓN* y observar los tres videos que contiene.

c) En el menú de inicio escoger *DIBUJO EN 2D* y observar los dos primeros videos que contiene.

2. Desarrollar el dibujo:

DVD > Manual pdf > DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS CON SOFTWARE CAD.pdf.

a. Abrir el programa en: *Inicio* > *Todos los programas* > *Autodesk* > *Autocad 2006* y realizar lo descrito en el numeral 3.1 y leer los numerales 3.2 y 3.3.

b. Desarrollar lo descrito en el numeral 3.4.1, 3.4.2 y 3.4.3, siguiendo las medidas del dibujo que se encuentra en la figura 46.

Nota 2: En caso de requerir ayuda observar nuevamente el video y/o el tema correspondiente del capítulo 3.

3. El objetivo del taller realizado es mejorar la ayuda presentada. Por favor responder las siguientes preguntas:

a. Describa las fortalezas y debilidades que encontró en la actividad realizada:

b. Respecto a la Nota 2, indique la ayuda utilizó para comprender las instrucciones:

Video Manual pdf Ambas ayudas No necesité verlo nuevamente

c. Indique el numeral del manual hasta el cual desarrolló punto 2-b:

3.4.1 3.4.2 3.4.3