

**DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN
COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS
DINÁMICOS Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE
APRENDIZAJE RELACIONADO CON LAS
ACTIVIDADES DE LA TEMÁTICA “INTRODUCCIÓN A
LOS SISTEMAS DINÁMICOS”**

**JUAN FRANCISCO CASTILLO RUEDA
LUIS MIGUEL HERNÁNDEZ ARIANO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2008

**DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN
COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS
DINÁMICOS Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE
APRENDIZAJE RELACIONADO CON LAS
ACTIVIDADES DE LA TEMÁTICA “INTRODUCCIÓN A
LOS SISTEMAS DINÁMICOS”**

**JUAN FRANCISCO CASTILLO RUEDA
LUIS MIGUEL HERNÁNDEZ ARIANO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2008

**DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN
COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS
DINÁMICOS Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE
APRENDIZAJE RELACIONADO CON LAS
ACTIVIDADES DE LA TEMÁTICA “INTRODUCCIÓN A
LOS SISTEMAS DINÁMICOS”**

**JUAN FRANCISCO CASTILLO RUEDA
LUIS MIGUEL HERNÁNDEZ ARIANO**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
CARLOS BORRÁS PINILLA
Ingeniero Mecánico**

**Codirectores
CLARA INÉS PEÑA DE CARRILLO
Directora Científica CENTIC**

**LUDY ADRIANA GÉLVEZ CARRILLO
Laboratorio de Investigación y Desarrollo CENTIC**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2008

DEDICATORIA

Este trabajo de grado esta dedicado a todas las personas que en su momento con su apoyo y confianza hicieron de este una realidad.

A mis padres Jesús Eduardo Castillo Chaustre y Helena Rueda Quintero; que gracias a su gran apoyo durante toda la carrera ayudaron a ampliar mis conocimientos y obtener resultados en ella.

A mis maestros que por su valiosa orientación y empeño me mostraron una guía para encaminar mis esfuerzos para alcanzar metas y lograr objetivos.

Juan Francisco Castillo Rueda

DEDICATORIA

A mi familia, quienes fueron un apoyo fundamental durante este trabajo.

A mis amigos, quienes tuvieron que soportar por buen tiempo mi ausencia.

A Mónica, quien me acompañó en los mejores y peores momentos durante el desarrollo del proyecto.

Luís Miguel Hernández Ariano

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Carlos Borrás Pinilla, director de proyecto, por su gran dedicación a la orientación de este trabajo de grado, y los conocimientos entregados durante el desarrollo de éste.

A los ingenieros Edwin Gómez (metodólogo) y Ludy Adriana Gélvez (coordinadora tecnológica) por la orientación recibida en la metodología del diseño instruccional y la construcción del objeto de aprendizaje.

Al ingeniero Rómulo Niño Delgado, director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UIS, por su colaboración con los asuntos administrativos del proyecto.

Al ingeniero Orlando Parra, cuya experiencia en el proyecto ProSPETIC fue muy valiosa para el desarrollo de este trabajo de grado.

A Jessica Peña y María Mónica Rincón, por sus colaboraciones en algunos materiales para el objeto de aprendizaje.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	25
1. ASPECTOS GENERALES	28
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	28
1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA	29
1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO.....	30
1.3.1 Objetivo General.....	30
1.3.2 Objetivos Específicos	31
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	33
2. MARCO TEÓRICO	35
2.1 DISEÑO INSTRUCCIONAL	35
2.1.1 Formación basada en competencias	35
2.1.2 Teorías de aprendizaje.....	37
2.1.3 Análisis Funcional.....	42
2.1.4 Modelo FSLSM	44
2.2 METODOLOGÍA DE DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA PROGRAMAS DE FORMACIÓN POR COMPETENCIAS	46
2.2.1 Diagrama Secuencial de Actividades de Aprendizaje.....	47
2.2.2 Planteamiento de los saberes.....	49
2.2.3 Estructuración Modular	50
2.2.4 Actividades de formación - propósitos.....	51
2.2.5 Planeación curricular	51
3. DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS DINÁMICOS.....	53

3.1	DIAGRAMA SECUENCIAL DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE.....	54
3.1.1	Selección de contenidos temáticos generales y objetivo de aprendizaje de la asignatura	55
3.1.2	Actividades de aprendizaje de la asignatura	56
3.2	TABLA DE SABERES	60
3.3	ESTRUCTURACIÓN MODULAR.....	61
3.4	RELACIÓN PROPÓSITOS-ACTIVIDADES	64
3.5	PLANEACIÓN CURRICULAR	65
3.5.1	Escenarios	65
3.5.2	Duración	65
3.5.3	Estrategias y métodos de enseñanza-aprendizaje	66
3.5.4	Evidencias de aprendizaje	68
4.	DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE QUE SOPORTAN LA TEMÁTICA “INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS”	72
4.1	Concepto y Características de un objeto de aprendizaje.....	72
4.1.1	Concepto de un Objeto de Aprendizaje.....	72
4.1.2	Objetivo del Objeto de aprendizaje	73
4.1.3	Sobre el contenido del Objeto de Aprendizaje.....	73
4.1.4	Aplicación del Objeto de Aprendizaje	74
4.1.5	Vínculos de profundización del contenido	74
4.1.6	Declaración de Derechos de Autor del contenido	74
4.1.7	Evaluación del Objeto de Aprendizaje.....	75
4.2	DISEÑO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE.....	75
4.3	DISPOSICIÓN DEL OBJETO DE APRENDIZAJE EN LA BIBLIOTECA DIGITAL DE RECURSOS DIDÁCTICOS.....	77

4.3.1 Estructuración del Objeto de Aprendizaje en las Plantillas e-escen@ri _{uis} ..	77
4.3.2 Sistema Generador de Ejercicios Interactivos de la Plataforma <i>e-learning</i> escena@ri _{uis}	100
5. CONFORMACION DEL PORTAL WEB DEL PROFESOR CARLOS BORRÁS PINILLA	104
5.1 OBJETIVOS DEL PORTAL WEB DEL PROFESOR	104
5.2 OBJETIVOS ESTRUCTURACIÓN DEL PORTAL DEL PROFESOR CARLOS BORRÁS PINILLA	105
5.3 ORGANIZACION DEL PORTAL DEL PROFESOR CARLOS BORRÁS PINILLA PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS DINAMICOS.....	113
6. CONCLUSIONES.....	116
7. RECOMENDACIONES.....	118
BIBLIOGRAFÍA	119

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Elaboración de un diagrama secuencial de contenidos.	47
Figura 2. Esquema de construcción del DSA ²	48
Figura 3. Convenciones para las relaciones entre actividades de aprendizaje.	49
Figura 4. Relación de dependencia.....	56
Figura 5. Relación de preconcepto.....	57
Figura 6. Relación de transversalidad.....	58
Figura 7. Relación de causa-consecuencia.....	59
Figura 8. Relación de paralelismo.....	59
Figura 9. Tabla de saberes.....	61
Figura 10. Estructuración modular.....	62
Figura 11. Relación propósitos-actividades.....	64
Figura 12. Ejemplo de estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje.	67
Figura 13. Evidencias de aprendizaje para un propósito de la unidad Fundamentación matemática pertinente a los Sistemas Dinámicos.....	70
Figura 14. Planeación para la unidad de aprendizaje Conceptos Básicos.	71
Figura 15. Explicación de la plantilla Web para el objeto de aprendizaje.	78
Figura 16. Tablas de contenido del Objeto de Aprendizaje (OA), Introducción a los Sistemas Dinámicos.	81
Figura 17. Imagen del núcleo de conocimiento de introducción a los Sistemas Dinámicos.....	82
Figura 18. Videos incluidos en el contenido de introducción del OA.....	83
Figura 19. Pantallazo del núcleo de conocimiento Clasificación de Sistemas Dinámicos.....	84

Figura 20. Documento soporte del contenido Clasificación de los Sistemas Dinámicos, del OA.	85
Figura 21. Gráfico incluido en el núcleo Clasificación de los Sistemas Dinámicos.	85
Figura 22. Imágenes del núcleo de conocimiento del contenido Diagramas de Bloques.....	86
Figura 23. Imágenes de la sección video del contenido Diagramas de Bloques.	87
Figura 24. Ejemplo de uno de los gráficos del núcleo de conocimiento Diagrama de Bloques.....	87
Figura 25. Imagen del núcleo de conocimiento Funciones de excitación del sistema.	88
Figura 26. Imagen del documento soporte del núcleo de conocimiento Funciones de excitación.....	89
Figura 27. Imagen de la animación presentada del núcleo de conocimiento Funciones de excitación.....	89
Figura 28. Imagen del núcleo de conocimiento Repaso de álgebra compleja.	90
Figura 29. Documento soporte del núcleo de conocimiento Repaso de álgebra compleja.....	91
Figura 30. Imagen de la gráfica utilizada en el núcleo de conocimiento Repaso de álgebra compleja.....	91
Figura 31. Imagen del núcleo de conocimiento Repaso de Transformada de Laplace.	92
Figura 32.Documento soporte del núcleo de conocimiento Repaso de Transformada de Laplace.....	93
Figura 33. Gráfica anexa al núcleo de conocimiento Repaso de Transformada de Laplace.	93
Figura 34. Imagen del núcleo de conocimiento Variables de estado espaciales.	94

Figura 35. Documento soporte del núcleo de conocimiento Variables de estado espaciales.....	95
Figura 36. Imagen del núcleo de conocimiento Modelamiento.	96
Figura 37. Imagen del documento soporte del núcleo de conocimiento Modelamiento.....	96
Figura 38. Imagen de la animación del núcleo de conocimiento Modelado	97
Figura 39. Imagen de una de las gráficas anexas al núcleo de conocimiento Modelado.....	97
Figura 40. Imagen del núcleo de conocimiento Sistemas de primer y segundo orden.	98
Figura 41. Animación del núcleo de conocimiento Sistemas de primer y segundo orden.	99
Figura 42. Gráficas del núcleo de conocimiento Sistemas de primer y segundo orden.	99
Figura 43.Formato para la elaboración de preguntas.	101
Figura 44. Explicación del escritorio virtual de la plataforma e-escen@riuis.....	102
Figura 45. Imagen del Gestor de evaluación de la plataforma e-escen@riuis para el grupo de Sistemas Dinámicos.	103
Figura 46. Vista del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.	105
Figura 47. Sección currículum del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.	106
Figura 48. Sección docencia del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla. ...	107
Figura 49. Sección Investigación del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.	108
Figura 50. Sección Extensión del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla. .	109
Figura 51. Sección Administración del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.	110

Figura 52. Sección Enlaces de Interés del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.	111
Figura 53. Sección Noticias del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.	112
Figura 54. Sección docencia del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla. ...	113
Figura 55. Vinculo a la sección Sistemas Dinámicos del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.	114
Figura 56. Vinculo al grupo A1 del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.	115

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características y recomendaciones del análisis funcional.....	43
Tabla 2. Estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje	66
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de evaluación.....	69

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. PROGRAMA ACTUAL DE LA ASIGNATURA SISTEMAS DINÁMICOS.....	125
ANEXO B. LISTA DE VERBOS DE BLOOM	132
ANEXO C. DIAGRAMA SECUENCIAL DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS DINÁMICOS.....	134
ANEXO D. TABLA DE SABERES.....	136
ANEXO E. ESTRUCTURACIÓN MODULAR DE LA ASIGNATURA SISTEMAS DINÁMICOS.....	140
ANEXO F. RELACIÓN PROPÓSITOS-ACTIVIDADES PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS DINÁMICOS	143
ANEXO G. PLANEACIÓN CURRICULAR PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS DINÁMICOS.....	152

GLOSARIO

ANÁLISIS FUNCIONAL: Es un método que facilita la definición de normas de competencias laboral (NCL). Se basa en un proceso en el que se identifican el propósito principal y las actividades y funciones clave de una rama de actividad o una empresa, hasta llegar a especificar las contribuciones individuales que se expresarán finalmente en términos de competencia laboral en una norma.

COGNITISMO: Teoría de la psicología (también llamada cognitivismo) que afirma que el conocimiento es visto como construcciones simbólicas en la mente del individuo, y el aprendizaje es simplemente el proceso en el cual se generan o alteran dichas representaciones para ser posteriormente procesadas en la memoria.

COMPETENCIAS: Desde el contexto académico, las competencias son “complejas capacidades integradas en diversos grados que la institución debe formar en los individuos para que puedan desempeñarse como sujetos responsables en diferentes situaciones y contextos de la vida social y personal, sabiendo ver, hacer, actuar y disfrutar convenientemente evaluando alternativas, eligiendo las estrategias adecuadas y haciéndose cargo de las decisiones tomadas”.

COMPORTAMENTAL: Que hace referencia a un comportamiento.

CONDUCTISMO: Teoría de la psicología que se basa en la suposición de que todas las cosas que hacen los organismos (incluyendo sentir, pensar y actuar) pueden ser observadas como conductas o comportamientos.

CONSTRUCTIVISMO: El constructivismo es una posición filosófica que ve al conocimiento como el producto de una experiencia mediada por su propio conocimiento previo y la experiencia de los demás.

CONTROL REALIMENTADO: Operación que, en presencia de perturbaciones, tiende a reducir la diferencia entre la salida de un sistema y alguna entrada de referencia y lo continúa haciendo con base en esta diferencia. Aquí se especifican con este término las perturbaciones impredecibles, dado que las perturbaciones predecibles o conocidas siempre pueden compensarse dentro del sistema.

DISEÑO INSTRUCCIONAL: Proceso sistemático, planificado y estructurado por el cual produce una variedad de materiales educativos enfocados a las necesidades de los estudiantes, asegurando así la calidad del aprendizaje.

MÓDULO DE FORMACIÓN: Núcleo de la estructura curricular asociado a la unidad de competencia, integrado por unidades de aprendizaje; autosuficiente, de uso flexible de acuerdo con las necesidades específicas de formación de objeto certificación.

OBJETO DE APRENDIZAJE: Un objeto de aprendizaje corresponde a la mínima estructura independiente que contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje, un mecanismo de evaluación el cual puede ser desarrollado con Tecnologías de Información y Comunicación, para hacer posible su reutilización, interoperabilidad, accesibilidad y duración en el tiempo.

PERTURBACIÓN: Señal que tiende a afectar negativamente el valor de la salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema se denomina *interna*,

en tanto que una perturbación *externa* se produce fuera del sistema y es una entrada.

PLANTAS: Una planta puede ser una parte de un equipo, tal vez un conjunto de las partes de una máquina que funcionan juntas, el propósito de la cual es ejecutar una operación particular. En este libro, se llamará planta a cualquier objeto físico que se va a controlar (tal como un dispositivo mecánico, un horno de calefacción, un reactor químico o una nave espacial).

PROCESOS: Operación o un desarrollo natural progresivamente continuo, marcado por una serie de cambios graduales que se suceden uno al otro en una forma relativamente fija y que conducen a un resultado o propósito determinados; o una operación artificial o voluntaria progresiva que consiste en una serie de acciones o movimientos controlados, sistemáticamente dirigidos hacia un resultado o propósito determinados. En este libro se llamará *proceso* a cualquier operación que se va a controlar. Algunos ejemplos son los procesos químicos, económicos y biológicos.

SISTEMA: Combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado. Un sistema no necesariamente es físico. El concepto de sistema se aplica a fenómenos abstractos y dinámicos, tales como los que se encuentran en la economía. Por tanto, la palabra sistema debe interpretarse como una implicación de sistemas físicos, biológicos, económicos y similares.

SISTEMA DINÁMICO: Sistema complejo que presenta un cambio o evolución de su estado en un tiempo. El comportamiento en dicho estado se puede caracterizar

determinando los límites del sistema, los elementos y sus relaciones; de esta forma se puede elaborar modelos que buscan representar la estructura del mismo sistema.

TABLA DE SABERES: Instrumento que permite precisar y diferenciar los saberes que están integrados en una unidad de aprendizaje: conceptos, principios y teorías, procedimientos cognitivos y motrices, actitudes y valores contemplados para el desarrollo de la unidad de aprendizaje.

UNIDAD DE APRENDIZAJE: Referente técnico pedagógico que permite la organización del trabajo del instructor para la orientación del proceso de aprendizaje, bien sea en aulas, talleres, laboratorios, empresas, comunidades y otros entornos de formación.

VARIABLE CONTROLADA Y VARIABLE MANIPULADA: La variable *controlada* es la cantidad o condición que se mide y controla. La variable *manipulada* es la cantidad o condición que el controlador modifica para afectar el valor de la variable controlada. Por lo común, la variable controlada es la salida (el resultado) del sistema. *Controlar* significa medir el valor de la variable controlada del sistema y aplicar la variable manipulada al sistema para corregir o limitar una desviación del valor medido a partir de un valor deseado.

RESUMEN

TÍTULO:

DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS DINÁMICOS Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE RELACIONADO CON LAS ACTIVIDADES DE LA TEMÁTICA “INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS”*

AUTORES:

Juan Francisco Castillo Rueda
Luis Miguel Hernández Ariano **

PALABRAS CLAVES:

Sistemas dinámicos, análisis funcional, diseño instruccional, formación basada en competencias, estilos de aprendizaje, objeto de aprendizaje.

DESCRIPCIÓN:

El modelo pedagógico de formación y evaluación por competencias se ha venido estableciendo en diferentes países. En Colombia, este sistema es novedoso y constituye una propuesta en la cual diferentes instituciones están trabajando desde hace varios años.

En estos últimos años la Universidad Industrial de Santander (UIS) ha estado implementando esta nueva filosofía de educación, lo cual se puede ver en la elaboración de proyectos de grado pertenecientes al proyecto ProSPETIC del Centro de Tecnologías de la Información y la Comunicación de la UIS - CENTIC.

La escuela de Ingeniería Mecánica ya cuenta con algunos diseños instruccionales basados en competencias como es el caso de las asignaturas Transferencia de Calor y Mecánica de Máquinas. Este proyecto busca desarrollar el diseño instruccional basado en competencias para la asignatura Sistemas Dinámicos, diseño que servirá de base para una posterior creación de varios objetos de aprendizaje que abarquen la temáticas de la asignatura. Para este proyecto se construirá solamente el objeto de aprendizaje de la temática “Introducción a los Sistemas Dinámicos”.

El desarrollo de esta propuesta metodológica orientada a la formación basada en competencias se elabora en 6 etapas: Análisis de contenidos temáticos, Diagrama secuencial de actividades de aprendizaje, planteamiento general de saberes, estructuración modular, establecimiento de la relación de propósitos-contenidos, y finalmente se elabora la planeación curricular, conformada por los criterios, los contenidos, las estrategias y técnicas de aprendizaje (basadas en el modelo de estilos de aprendizaje de Felder y Silverman), las evidencias de aprendizaje, las técnicas y los instrumentos de evaluación, la duración, los recursos y escenarios. Posteriormente se procede a la elaboración de un objeto de aprendizaje de una actividad de formación identificada, para este caso, Introducción a los Sistemas Dinámicos, a la cual se le aplica la planeación curricular obtenida anteriormente.

* Proyecto de Grado.

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Carlos Borrás Pinilla.

SUMMARY

TITLE:

COMPETENCE-BASED INSTRUCTIONAL DESIGN FOR THE SUBJECT DYNAMIC SYSTEMS AND CONSTRUCTION OF A LEARNING OBJECT RELATED TO THE ACTIVITIES OF THE THEMATIC “INTRODUCTION TO THE DYNAMIC SYSTEMS”*

AUTHORS:

Juan Francisco Castillo Rueda
Luis Miguel Hernández Ariano**

KEY WORDS:

Dynamic systems, functional analysis, instructional design, competence-based education, learning styles, learning object.

DESCRIPTION:

The competence based education pedagogical model is being established in various countries. In Colombia, this system is a novel one and constitutes a proposal in which different institutions are working since some years ago.

In these last years, the Universidad Industrial de Santander (UIS) has been implementing this new education philosophy, which can be seen in the elaboration of degree projects belonging to the “Support to the UIS Educational Process by means of Information and Communication Technologies” (ProSPETIC) project of the Center of Information and Communication Technologies of the UIS (CENTIC).

The School of Mechanical Engineering already counts on some competence-based instructional designs, as it's the case of the subjects Heat Transfer and Machine Mechanics. This project aims to develop the competence-based instructional design for the subject Dynamic Systems, design that can be used as a basis for the construction of various learning objects about the subject's topics. For this project, the learning object about the topic “Introduction to the Dynamic Systems” will be the only one that will be built.

The development of this formation-oriented methodological proposal to the competence-based formation is made in 6 stages: Analysis of thematic contents, Sequential activities of learning diagram, exposition of general knowledge, modular structuring, establishment of a relationship between intentions and contents, and finally the elaboration of the curricular planning, conformed by the criteria, contents, learning strategies and techniques (based on Felder and Silverman learning styles model), learning evidences, evaluation techniques and instruments, duration, resources and sceneries. After this, begins the elaboration of a learning object of an identified formation activity, in this case, Introduction to the Dynamic Systems, to which the previously obtained curricular planning is applied.

* Degree Project.

** Physic-Mechanical Sciences Faculty, School of Mechanical Engineering, Ing. Carlos Borrás Pinilla.

INTRODUCCIÓN

El modelo educativo por competencias profesionales integradas para la educación superior es una opción que busca generar procesos formativos de mayor calidad, pero sin perder de vista las necesidades de la sociedad, de la profesión, del desarrollo disciplinar y del trabajo académico. Para lograr los objetivos de este modelo es necesario cambiar el enfoque actual, es decir, centrar el proceso en el aprendizaje asistido, lo cual implica que determinado programa curricular tiene como objetivo no sólo el aprendizaje o adquisición de determinadas competencias esenciales en la formación integral de un profesional, sino además propiciar las condiciones y estímulos para lograr la atención, motivación e interés de los estudiantes a tal punto que se comprometan responsablemente con un aprendizaje verdaderamente significativo.

La tendencia de la formación con base en competencias conlleva a integrar disciplinas, conocimientos, habilidades, prácticas y valores. La integración disciplinar es parte fundamental de la flexibilización curricular, particularmente de los planes de estudio, en aras de formar profesionales aptos para afrontar el rápido cambio de las competencias y la veloz aparición y evolución del conocimiento. Gradualmente se exigen más competencias de contenido social asociadas a la comunicación y a las relaciones laborales, el manejo de personal y el pensamiento asertivo que facilite el planteamiento y la solución de problemas. También, la actividad pedagógica, las metodologías de formación y la gestión educativa, han cambiado y están aprovechando decididamente las ventajas de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs, por sus siglas). Un nuevo enfoque pedagógico

se presenta, donde los instructores juegan un nuevo papel como mediadores del conocimiento.

Como las Tecnologías de Información y Comunicación permiten un mayor protagonismo de los estudiantes, una mayor y mejor interacción entre profesores y estudiantes, un mejor acceso a los contenidos y una mayor personalización de la formación, en un marco de flexibilidad temporal y espacial, el fomento de su utilización está en consonancia con las pautas establecidas en el contexto general de la educación colombiana, orientado a mejorar la calidad, cobertura y eficiencia del sector. Además coincide plenamente con el proyecto educativo de la Universidad Industrial de Santander, que en su modelo institucional (Acuerdo 015 de 2000) ha emprendido la transformación de sus políticas, estableciendo dentro del ramillete de estrategias para obtener esta transformación “la reforma de sus programas académicos de tal forma que los planes de las asignaturas constituyan un currículo de formación integral, y el desarrollo de nuevas metodologías pedagógicas, que vayan en pro de sus principios orientadores como lo son la formación integral y la vigencia social de los saberes, actitudes y prácticas construidas en el estudiantado”.

Este trabajo de grado aspira entonces aprovechar las bondades del proyecto institucional “Soporte al Proceso Educativo UIS Mediante Tecnologías de Información y Comunicación” - ProSPECTIC, para formular el desarrollo del diseño instruccional que implemente un modelo de formación basado en competencias, el cual puede dar soporte adaptativo a la enseñanza/aprendizaje de la asignatura Sistemas Dinámicos del programa de Ingeniería Mecánica. Con el desarrollo de la metodología del Diseño Instruccional se privilegia el desarrollo de las potencialidades cognitivas del individuo en lugar de su sometimiento a estructuras curriculares rígidas y homogeneizantes.

En el capítulo 1 se presentan los planteamientos del problema referente a la estructura de la asignatura Sistemas Dinámicos su identificación y su justificación para solucionarlos, al igual que los objetivos a desarrollar a través de esta propuesta. En el capítulo 2, se conceptualiza lo referente a la formación en competencias y la metodología del diseño instruccional, y sus implicaciones en el campo de la educación, mientras que en el capítulo 3, se presenta la aplicación de esta metodología para la asignatura Sistemas Dinámicos.

En el capítulo 4 se trata la construcción del objeto de aprendizaje, primera fase del producto final definitivo de todo el proceso de Diseño Instruccional, mientras que en el capítulo 5 se presenta el portal Web para el profesor de la asignatura Sistemas Dinámicos, Ing. Carlos Borrás Pinilla.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La tendencia de la formación con base en competencias conlleva a integrar disciplinas, conocimientos, habilidades, prácticas y valores. La integración disciplinar es parte fundamental de la flexibilización curricular, particularmente de los planes de estudio, en aras de formar profesionales aptos para afrontar el rápido cambio de las competencias y la veloz aparición y evolución del conocimiento. Gradualmente se exigen más competencias de contenido social asociadas a la comunicación y a las relaciones laborales, el manejo de personal y el pensamiento asertivo que facilite el planteamiento y la solución de problemas. También, la actividad pedagógica, las metodologías de formación y la gestión educativa, han cambiado y están aprovechando decididamente las ventajas de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs, por sus siglas). Un nuevo enfoque pedagógico se presenta, donde los instructores juegan un nuevo papel como mediadores del conocimiento.

Así entonces, las tecnologías de comunicación e intercambio de información están jugando un papel determinante en las formas de conocer, investigar, enseñar y aprender. Esto hace necesario pensar en experiencias de formación que consideren el uso extensivo de los nuevos recursos que ofrecen las TICs y por lo tanto redefinir los roles de profesores y estudiantes en los procesos educativos. Dicha situación implica el replanteamiento de la estructura y funcionamiento de la Escuela de Ingeniería Mecánica en cuanto a las estrategias pedagógicas y métodos de enseñar y aprender.

Contextualizando lo anterior en nuestro problema en particular (diseño instruccional basado en competencias para el direccionamiento de la asignatura Sistemas Dinámicos), esta es una asignatura técnica profesional que es base para otras asignaturas con gran impacto en la industria (como lo son la ingeniería de control, control de procesos y robótica), y se debe jugar con cada aspecto relevante y aprovechar las herramientas que nos brinda la Universidad (CENTIC) para aportar un grano de arena al proceso de formación de los nuevos Ingenieros Mecánicos de la Universidad Industrial de Santander.

1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

El uso de Tecnologías de Información y Comunicación hoy en día sirve de apoyo a procesos de formación en diferentes modalidades mediante el empleo de estrategias pedagógicas innovadoras, convirtiéndose así en un complemento a las formas tradicionales de enseñanza/aprendizaje. Como las Tecnologías de Información y Comunicación permiten un mayor protagonismo de los estudiantes, una mayor y mejor interacción entre profesores y estudiantes, un mejor acceso a los contenidos y una mayor personalización de la formación, en un marco de flexibilidad temporal y espacial, el fomento de su utilización está en consonancia con las pautas establecidas en el contexto general de la educación colombiana, orientado a mejorar la calidad, cobertura y eficiencia del sector. Además coincide plenamente con el proyecto educativo de la Universidad Industrial de Santander, que en su modelo institucional (Acuerdo 015 de 2000) ha emprendido la transformación de sus políticas, estableciendo dentro del ramillete de estrategias para obtener esta transformación “la reforma de sus programas académicos de tal forma que los planes de las asignaturas constituyan un currículo de formación

integral, y el desarrollo de nuevas metodologías pedagógicas, que vayan en pro de sus principios orientadores como lo son la formación integral y la vigencia social de los saberes, actitudes y prácticas construidas en el estudiantado”.

Este trabajo de grado aspira entonces aprovechar las bondades del proyecto institucional “Soporte al Proceso Educativo UIS Mediante Tecnologías de Información y Comunicación” - ProSPETIC, para formular el desarrollo del diseño instruccional que implemente un modelo de formación basado en competencias, el cual puede dar soporte adaptativo a la enseñanza/aprendizaje de la asignatura Sistemas Dinámicos del programa de Ingeniería Mecánica.

Por otra parte es necesario que la Escuela de Ingeniería Mecánica siga vinculando asignaturas técnicas profesionales a las nuevas estrategias de aprendizaje ya que son pieza fundamental en la culminación de un proceso que da pie al verdadero aprendizaje de la vida real, de esta manera se busca fortalecer la asignatura Sistemas Dinámicos con una herramienta clave (diseño instruccional basado en competencias) en la que se tendrán en cuenta los métodos y estilos de aprendizaje de los estudiantes con el único fin de formar profesionales integrales.

1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO

1.3.1 Objetivo General

Realizar el diseño instruccional para la asignatura Sistemas Dinámicos siguiendo la metodología de un modelo de formación basado en competencias mediado por Tecnologías de Información y Comunicación, que permita el aprendizaje significativo y personalizado (considerando estilos de aprendizaje) del contenido

temático de la asignatura y construir un objeto de aprendizaje acorde con los estándares de *e-learning* que implementen el desarrollo de los contenidos relacionados con la temática “Introducción a los Sistemas Dinámicos”.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar el diseño Instruccional de la asignatura Sistemas Dinámicos aplicando la metodología del análisis funcional para un modelo de formación basado en competencias.

Para esto se debe¹:

- Elaborar el diagrama secuencial de contenidos (figura 1). Este muestra gráficamente el entorno temático delimitado por la asignatura, identifica los temas que puedan ser desarrollados en forma paralela y aquellos que deben seguir una secuencia lógica. También agrupa en bloque aquellas temáticas que están caracterizadas por contenidos temáticos generales, con el cual se evita la redundancia de contenidos. El producto final es utilizado para la identificación secuencial de contenidos, a través de su lectura en sentido vertical, y las relaciones de causa-consecuencia entre los mismos, a través de su lectura en sentido horizontal.
- Elaborar la tabla de saberes (figura 2). Aquí se identifica el saber (conceptos) y hacer (procedimientos) asociado a cada una de las temáticas asociadas a la asignatura, y se elabora una propuesta preliminar de las actitudes (ser)

¹ En el capítulo 3 se podrá ver la aplicación del proceso de Diseño Instruccional para la asignatura Sistemas Dinámicos.

necesarias para favorecer y motivar que el estudiante adquiriera, durante el proceso de enseñanza – aprendizaje, las capacidades y desempeños deseados en el desarrollo de la asignatura.

- Elaborar una tabla que explicita la relación entre los propósitos, contenidos y saberes (figura 3), identificados a partir del diagrama secuencial de contenidos para la asignatura.
- Elaborar la estructuración modular de la asignatura (Figura 4). Aquí se agrupan por afinidad los propósitos, y en consecuencia los saberes, obteniendo así una estructura de la asignatura en bloques para el proceso de enseñanza-aprendizaje cuya complejidad aumenta de acuerdo al nivel de jerarquía. En esta propuesta los niveles de estructuración son tres: actividades de enseñanza-aprendizaje (agrupación de propósitos por afinidad), unidades de aprendizaje (agrupación de actividades de enseñanza-aprendizaje) y módulos de formación (agrupación de unidades de aprendizaje).
- Elaborar una propuesta de planeación curricular para un módulo de formación de la asignatura. Aquí se elaboran los criterios, los contenidos conceptuales, procedimentales, las estrategias y técnicas de enseñanza, las evidencias de aprendizaje, las técnicas e instrumentos de evaluación y la duración.
- ✓ Diseñar y desarrollar un Objeto de Aprendizaje relacionado con la temática “Introducción a los Sistemas Dinámicos” de la asignatura Sistemas Dinámicos, siguiendo los lineamientos del estándar SCORM.

- ✓ Disponer el Objeto de Aprendizaje en la Biblioteca Digital de recursos didácticos de la UIS para su inmediata exploración como material de soporte en la enseñanza/aprendizaje de la asignatura Sistemas Dinámicos.
- ✓ Organizar el Portal Web del profesor en lo referente a la asignatura Sistemas Dinámicos, con la documentación estática que actualmente soporta el proceso de enseñanza/aprendizaje.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

La educación profesional por competencias integrales implica modificar la relación entre la teoría y la práctica, a su vez intenta formar profesionales que conciban el aprendizaje como un proceso abierto, flexible y permanente, no limitado al periodo de clases; para nuestro caso especial dicho aprendizaje alternativo se fundamenta en la utilización de entornos virtuales enfocados en problemáticas típicas de la asignatura Sistemas dinámicos donde se puntualice cada aspecto relevante de los conceptos básicos, se siga un control del aprendizaje, se fomente la crítica y lo más importante la participación de los estudiantes de dicha asignatura.

El modelo educativo por competencias profesionales integradas para la educación superior es una opción que busca generar procesos formativos de mayor calidad, pero sin perder de vista las necesidades de la sociedad, de la profesión, del desarrollo disciplinar y del trabajo académico. De ahí la importancia de que el maestro también participe de manera continúa en las acciones de formación y capacitación que le permitan desarrollar competencias similares a aquellas en las cuales se busca formar en los alumnos.

Para lograr los objetivos de la educación por competencias profesionales es necesario cambiar el enfoque actual, es decir, centrar el proceso en el aprendizaje asistido, lo cual implica que determinado programa curricular tiene como objetivo no sólo el aprendizaje o adquisición de determinadas competencias (cognitivas, procedimentales y actitudinales) consideradas básicas o esenciales en la formación integral de un profesional, en una determinada disciplina o profesión, sino además propiciar las condiciones y estímulos para lograr la atención, motivación e interés de los estudiantes a tal punto que se comprometan responsablemente con un aprendizaje verdaderamente significativo.

Con el desarrollo de esta metodología se privilegia el desarrollo de las potencialidades cognitivas del individuo en lugar de su sometimiento a estructuras curriculares rígidas y homogeneizantes. El aprender a aprender es, desde este punto de vista, una necesidad para formarse, recibir enseñanza y responder con eficacia a las necesidades del reentrenamiento concurrente y sucesivo. Este panorama implica un cambio en el papel del docente, quien debe asumir el rol de acompañante, que guía desde el lado que tiene como propósito final el logro de los objetivos educativos concretamente definidos.

De acuerdo con lo anterior, este trabajo de grado, busca dotar a la asignatura Sistemas Dinámicos de un diseño instruccional basado en competencias, que considere los estilos de aprendizaje del estudiante y que además posea la ventaja de utilizar las tecnologías de información y comunicación. De esta forma, se contribuye con el proyecto institucional “Soporte al proceso educativo UIS mediante Tecnologías de Información y Comunicación” ProSPETIC.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 DISEÑO INSTRUCCIONAL

Según Yukavetsky, el diseño instruccional se define como “un proceso sistemático, planificado y estructurado donde se produce una variedad de materiales educativos atemperados a las necesidades de los educandos, asegurándose así la calidad del aprendizaje.”² Para poder crear dichos materiales educativos, es necesario antes determinar el estado actual del entendimiento del estudiante, y definir el objetivo de la instrucción, acciones que se logran con ayuda de las teorías de aprendizaje y teorías instruccionales. La metodología de diseño instruccional para programas de formación por competencias, que se utilizó para el desarrollo de este trabajo, se explicará más adelante en la sección 2 de este capítulo.

2.1.1 Formación basada en competencias

Según Posada³, el concepto de competencia es un concepto amplio, diverso, pero el más generalizado y aceptado es el de “saber hacer en un contexto”. Este saber hacer requiere de conocimiento, afectividad, compromiso, cooperación y cumplimiento, lo cual se traduce en desempeño. De acuerdo con Sladogna, las competencias son “capacidades complejas que poseen distintos grados de integración y se manifiestan en una gran variedad de situaciones en los diversos

² YUKAVETSKY, Gloria J. ¿Qué es diseño instruccional? Disponible en Internet: http://www1.uprh.edu/gloria/Tecnologia%20Ed/Lectura_3%20.html

³ POSADA ÁLVAREZ, Rodolfo. Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante [en línea]. Revista Iberoamericana de Educación, p. 1. Disponible en Internet <<http://www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.PDF>>

ámbitos de la vida humana, personal y social”⁴. Expresan los diferentes grados de desarrollo personal y participación activa en los procesos sociales.

Ya que las competencias se expresan a través del desempeño, se puede hablar de unos niveles de desempeño humano, clasificación hecha por Maurino⁵ y sus colaboradores. Según ellos, estos niveles son:

- Habilidades en tareas ampliamente practicadas y programadas.
- Reglas preestablecidas en una situación modificada y prevista.
- Comprensión y uso de técnicas para la resolución de problemas y para encontrar soluciones a situaciones nuevas.

De acuerdo con Suárez⁶, para educar en competencias es necesario no descuidar la educación por conocimientos, es más, no hay aprendizaje sin conocimientos. Esto no implica seguir impartiendo las clases como se ha venido haciendo anteriormente, sino que es necesario rediseñar los contenidos para orientarlos “hacia una formación de las personas en sentido amplio, estableciendo las bases y la profundización disciplinar suficientes para garantizarles tanto un desarrollo personal e intelectual como una empleabilidad en sintonía con las demandas del mercado laboral y de la sociedad del bienestar.”⁷ Un conocimiento posee un

⁴ SLADOGNA, Mónica G. Una mirada a la construcción de las competencias desde el sistema educativo. La experiencia Argentina, citado por POSADA ÁLVAREZ, Op. cit., p. 1.

⁵ MAURINO, D.E., et al. Beyond aviation: Human factors, citado por Op. cit, p. 1-2.

⁶ SUÁREZ ARROYO, Benjamín. La formación en competencias: un desafío para la educación superior del futuro [en línea]. Universidad de Córdoba (España), 6p. Disponible en Internet: <
<http://www.uco.es/organizacion/eees/documentos/normas-documentos/otros/La%20formacion%20en%20competencias%20MEC.pdf>>

⁷ Ibíd.

enorme potencial para generar competencias, así dicho potencial permanezca latente o incluso jamás llegue a ser aprovechado. La comprensión es la base del aprendizaje, y de él vienen las competencias: cuando un estudiante comprende un conocimiento, no sólo avanza en él, sino también en su capacidad e abstracción y razonamiento y desarrolla unas habilidades formales, simbólicas e instrumentales. Entonces el aprendizaje está en marcha. Aunque puedan aparecer espontáneamente, lo más probable es que las competencias requieran de un proceso específico de estimulación externa para que salgan a la luz.⁸

Este proceso de aprendizaje por competencias depende tanto del docente como del estudiante y del compromiso y capacidad de ambos, pero también del diseño del proceso. Si no se contemplan las competencias, es difícil obtener buenos resultados al respecto. La clave está en la relación entre conocimiento y competencias: “Un conocimiento determinado genera automáticamente competencias específicas o unas determinadas competencias exigen un conocimiento específico”⁹. Esto deja 2 posibilidades para los diseños curriculares, contempladas por Suárez:

- Dados unos contenidos, establecer qué competencias generan.
- Definidas las competencias, establecer qué contenidos son necesarios para alcanzarlas.¹⁰

2.1.2 Teorías de aprendizaje

Entre las diferentes teorías de aprendizaje que se tomaron en cuenta para el desarrollo de este trabajo de grado se encuentran las siguientes:

⁸ Ibíd.

⁹ Ibíd.

¹⁰ Ibíd.

Conductismo: El conductismo es una teoría de la psicología que se basa en la suposición de que todas las cosas que hacen los organismos (incluyendo sentir, pensar y actuar) pueden ser observadas como conductas o comportamientos. Wilfred Sellars menciona que por su actitud una persona puede ser considerada como conductista si insiste en confirmar “hipótesis sobre eventos psicológicos en términos de criterios de comportamiento”¹¹. Para esta persona no existe diferencia apreciable entre dos estados mentales a menos de que exista una diferencia comprobable en el comportamiento asociado a cada estado.¹²

El conductismo se basa en las siguientes 3 proposiciones¹³:

1. La psicología es la ciencia del comportamiento, no la ciencia de la mente.
2. El comportamiento puede ser descrito y explicado sin hacer referencia a eventos mentales o procesos psicológicos internos. Las causas del comportamiento son externas (del ambiente), no internas (de la mente).
3. Si, durante el desarrollo de teorías psicológicas, se utilizan conceptos o términos mentales para describir o explicar comportamientos, entonces estos términos o conceptos deben ser eliminados y reemplazados por términos de comportamiento, o pueden y deben ser traducidos a conceptos de comportamiento.

¹¹ SELLARS, Wilfred. Philosophy and the Scientific Image of Man, citado por GRAHAM, George, "Behaviorism", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2007 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2007/entries/behaviorism/>>.

¹² GRAHAM, George, "Behaviorism", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2007 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2007/entries/behaviorism/>>.

¹³ Ibíd.

Cada una de estas tres proposiciones diferentes es la base de cada uno de los 3 diferentes tipos de conductismo existentes: El metodológico que se basa en la primera proposición; el psicológico, basado en la segunda; y por último el conductismo analítico que está basado en la tercera proposición.

El conductismo metodológico afirma que la psicología debería encargarse del comportamiento de los organismos (tanto humanos como el resto del reino animal) en vez de estados mentales. John Watson (1878-1958) fue uno de sus principales defensores de esta teoría.

El conductismo psicológico es una línea de investigación dentro de la psicología que pretende explicar el comportamiento humano y animal en función de estímulos físicos externos, respuestas, historiales de aprendizaje y reforzamiento. Entre los autores que trabajaron sobre el conductismo psicológico se encuentran Ivan Pavlov, Edward Thorndike, John Watson, y su principal exponente de esta disciplina, Burrhus Frederic Skinner con sus trabajos sobre horarios de reforzamiento.

Para aclarar un poco sobre el conductismo psicológico, considérese el siguiente ejemplo: un ratón privado de comida dentro de una cámara experimental. Si después de ejecutar un movimiento en particular, como presionar un pedal cuando una luz esté encendida, se le muestra comida, entonces la probabilidad de que el ratón presione el pedal nuevamente cuando tenga hambre y la luz esté encendida será mayor. En este caso, el acto de mostrar la comida es el refuerzo, la luz es el

estímulo externo, la acción de presionar el pedal es la respuesta al estímulo y dichas asociaciones son el historial de aprendizaje.¹⁴

Y por último, el conductismo analítico (o lógico) es una teoría dentro de la filosofía acerca del significado de términos o conceptos mentales. Esta teoría afirma que la idea misma de un estado o condición mental es la idea de una disposición comportamental o una familia de tendencias comportamentales. Cuando por ejemplo se le atribuye una creencia a alguien, no se está diciendo que ese alguien está en un determinado estado mental, sino que esta persona está siendo caracterizada en función de lo que haga o pueda hacer en situaciones particulares o interacciones ambientales.¹⁵ Entre los autores que trabajaron sobre el conductismo analítico se encuentran Gilbert Ryle y Ludwig Wittgenstein.

Cognitismo: A diferencia del conductismo, que afirma que los comportamientos de la gente son simplemente respuestas ante estímulos externos y por tanto asigna al educando un rol pasivo en el aprendizaje, el cognitismo (o cognitivismo, como también se le llama) hace de los procesos mentales su principal objeto de estudio, y trata de descubrir y modelar estos procesos que ocurren en la mente del estudiante durante el proceso de aprendizaje. El conocimiento es visto como construcciones simbólicas en la mente del individuo, y el aprendizaje es simplemente el proceso en el cual se generan o alteran dichas representaciones para ser posteriormente procesadas en la memoria. Para mayor claridad, se puede asumir que la mente humana es un computador, al cual le entra la información para luego ser procesada y producir así una salida (acciones realizadas por el individuo). Así entonces el

¹⁴ Ibíd.

¹⁵ Ibíd.

estudiante cuenta con un rol más activo en el proceso de aprendizaje, ya que es él quien debe procesar la información que le llega.

Constructivismo: El constructivismo es una posición filosófica que ve al conocimiento como el producto de una experiencia mediada por su propio conocimiento previo y la experiencia de los demás. El constructivismo gira alrededor de dos preceptos:

- Los educandos construyen su conocimiento utilizando lo que ya sabían anteriormente. No hay ningún conocimiento que se genere “desde cero”. El conocimiento anterior determina qué conocimiento, bien sea nuevo o modificado, será construido a partir de nuevas experiencias de aprendizaje.
- El aprendizaje es más activo que pasivo. Los educandos confrontan su entendimiento a la luz de lo que encuentren en la nueva situación de aprendizaje. Si lo que encuentran no es consistente con su entendimiento actual, éste puede cambiar para acomodarse a esta nueva experiencia. Los estudiantes permanecen activos durante el proceso: aplican los entendimientos actuales, notan los elementos relevantes en las nuevas experiencias de aprendizaje, juzgan la consistencia de tanto el conocimiento anterior como el emergente y, según este juicio, pueden modificarlo.¹⁶

¹⁶ HOOVER, Wesley A. The Practice Implications of Constructivism. Southwest Educational Development Laboratory, SEDLetter Volume IX, Number 3 August 1996. Disponible en Internet: URL=< <http://www.sedl.org/pubs/sedletter/v09n03/practice.html>>

2.1.3 Análisis Funcional

Según el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), el análisis funcional es “un método de cuestionamiento y de enfoque que permite la identificación del Propósito Clave de la subárea de desempeño, como punto de partida para enunciar y correlacionar las funciones que deben desarrollar las personas para lograrlo, hasta especificar sus contribuciones individuales”¹⁷ Así entonces, el análisis funcional es un enfoque para acercarse a las competencias requeridas para poder desempeñar una función, de manera deductiva. Se comienza por establecer el propósito principal de la función que se esté evaluando (bien sea productiva o de servicios en las empresas) y se determina entonces qué acciones o funciones se deben realizar con el fin que la función en el nivel anterior se logre.¹⁸ El producto final de este análisis funcional son las funciones que prácticamente cada empleado debe desempeñar para que la empresa logre un objetivo determinado.

En el ámbito académico se utilizan los principios del análisis funcional para el desarrollo de los diseños instruccionales basados en competencias. Estos principios son 3:

- Aplicar de lo general a lo particular
- Identificar acciones delimitadas manteniendo la separación de los contextos específicos.

¹⁷ SENA, Dirección de Empleo, Metodología para la elaboración de normas de competencia laboral, citado por VARGAS ZÚÑIGA, F. 40 preguntas sobre competencia laboral [en línea]. Montevideo: Cinterfor, 2004. p. 39-41. Disponible en Internet: <<http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/papel/13/pdf/parteb.pdf>>

¹⁸ VARGAS ZÚÑIGA, F. 40 preguntas sobre competencia laboral [en línea]. Montevideo: Cinterfor, 2004. p. 39-41. Disponible en Internet: <<http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/papel/13/pdf/parteb.pdf>>

- Mantener una relación causa-consecuencia.

La tabla 1 recopila las características fundamentales junto con las recomendaciones necesarias para el desarrollo y la aplicación de la metodología para el diseño instruccional.

Tabla 1. Características y recomendaciones del análisis funcional.

De lo general a lo particular	Partir de los contenidos generales	Delimitar mediante el análisis y establecimiento de los contenidos el área de estudio de la asignatura
	Mantener la relación causa-consecuencia	Los conceptos desglosados y clasificados en conceptuales, procedimentales y actitudinales deben en conjunto proveer las herramientas para el cumplimiento de los propósitos y actividades de la asignatura.
	Desglosar hasta lograr los contenidos de realización individual	El proceso de desglose o desagregación del contenido concluye cuando se identifican y enuncian competencias que puedan ser ejecutadas por un individuo y/o estudiante.
Enunciar contenidos discretos	Cada contenido tiene un comienzo y un fin, incluyendo en su descripción un alcance preciso	El enunciado del contenido permite delimitar el comienzo y final de la acción de dicho contenido y el resultado que pretende, proveyendo así las bases de las evidencias a recolectar para corroborar el aprendizaje.
	Los contenidos generales y/o desglosados aparecen solo una vez	Los desgloses deben ser excluyentes entre sí. Si en el proceso de desagregación se repite algún contenido, es necesario analizar si no corresponde realmente a un contenido más general de lo que se planteó inicialmente.
	Describir las acciones de aprendizaje del estudiante	En la identificación de los saberes debe establecerse las acciones de aprendizaje del estudiante que permitan la adquisición de las concepciones de la asignatura y la evaluación posterior de dichas acciones.
Utilizar una estructura gramatical uniforme	Los saberes y/o contenidos se enuncian bajo la estructura Verbo + Objeto + Condición	La normalización de la redacción permite mantener la consistencia en los enunciados y facilita la asociación y agrupamiento de los saberes y contenidos a lo largo del diseño curricular.
	El verbo debe ser "activo", con enfoque en la evaluación del estudiante	En lo posible debe usarse un solo verbo. El verbo es una acción real, medible y evaluable en términos de los resultados de aprendizaje que se buscan en el estudiante.
	El objeto es aquello sobre lo cual ocurre la acción de aprendizaje	El objeto especifica sobre qué contenido se realizará el enfoque del verbo.
	La condición debe ser	La condición debe estar directamente relacionada con el

	evaluable y debe evitar el uso de calificativos y condiciones irreales	objeto, expresando parámetros o criterios contra los cuales se pueda comparar el resultado del aprendizaje. La condición define el alcance, la restricción y los límites para evaluar el aprendizaje del contenido. Se debe evitar incluir en la condición calificativos como "adecuado", "correcto", "óptimo", "completo", "preciso", etc., porque dificultan una evaluación objetiva.
Evitar el análisis excesivo de una palabra o frase		Tener dificultades en el manejo del lenguaje es una situación general en el desarrollo del análisis funcional. Evitar la discusión exhaustiva en palabras determinadas permite un mejor desarrollo metodológico.
Evitar las discusiones pedagógicas y políticas		En la aplicación de la metodología es frecuente que se planteen discusiones sobre aspectos de diferentes índoles y que conciernen o tocan el proceso educativo. Es importante escuchar estas inquietudes y tenerlas en cuenta si lo ameritan, pero no debe dedicarse tiempo a discutir las sin sentido, ya que pueden alejar al equipo de desarrollo del camino metodológico.

Fuente: GIRALDO PICÓN, Wilson. Normas de competencia Laboral: Desarrollo Metodológico de las titulaciones elaboradas por el personal técnico de Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. y adaptación del modelo de evaluación por competencias, citado por VERJEL ARENAS, Dania Rubiela *et al.* Propuesta Metodológica para el Diseño Curricular bajo la Visión de Competencias. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, 2005. p. 8-9

2.1.4 Modelo FSLSM

“Un estilo de aprendizaje es un modo característico por el que un individuo procesa la información, siente y se comporta en las situaciones de aprendizaje (Smith, 1988)”.¹⁹

Según el modelo FSLSM (*Felder and Silverman Learning Styles Model*, Modelo de Estilos de Aprendizaje de Felder y Silverman) desarrollado por Richard Felder y Linda Silverman, existen diferentes tipos de alumnos: activos y reflexivos, sensitivos e intuitivos, verbales y visuales; y secuenciales y globales. Cada pareja

¹⁹ SMITH, citado en http://www.puc.cl/ucvirtual/ingenieria/liderazgo/hm/ead01_1.html

de estilos de aprendizaje describe 2 maneras opuestas de las cuales se le facilita el aprendizaje al estudiante. Según la interpretación que hace Tina Blouin²⁰, docente de la Universidad de Carleton en Canadá, del modelo FSLSM, éstas son las características de los diferentes tipos de estudiantes.

Activo/Reflexivo

El estudiante activo se caracteriza por entender mejor la información si hace algo con ella, y por preferir el trabajo en equipo; el estudiante reflexivo prefiere trabajar solo y entiende mejor la información si reflexiona calmadamente acerca de ésta.

Sensitivo/Intuitivo

El estudiante sensitivo resuelve problemas usando métodos bien establecidos, odia las complicaciones y le gusta aprender hechos. El estudiante intuitivo, en cambio, prefiere descubrir posibilidades y relaciones, adora la innovación y desprecia la repetición.

Visual/ Verbal

El estudiante verbal obtiene más de palabras (explicaciones verbales o escritas) mientras que el estudiante visual entiende más lo que ve: imágenes, diagramas, diagramas de flujo, líneas de tiempo, videos y demostraciones.

Secuencial/ Global

Los alumnos secuenciales entienden mejor paso por paso, y así mismo resuelven los problemas que se le presenten: siguiendo caminos paso a paso que lleven a la

²⁰ BLOUIN, Tina. Felder-Silverman Learning Styles Model [en línea]. Ottawa: Carleton University, abril 1 de 2003 [citado 11 de Enero de 2008]. Disponible en Internet: <<http://chat.carleton.ca/~tblouin/Felder/felder.html>>

solución. En cambio, los estudiantes globales aprenden a grandes saltos, y resuelven problemas complejos apenas hayan obtenido una visión global de éste.

De acuerdo a esta misma interpretación²¹, las actividades de aprendizaje recomendadas para estos tipos de estudiantes son las siguientes:

- Activos: Trabajos en grupo, discusiones y debates.
- Reflexivos: Tiempos de reflexión, lecturas.
- Sensitivos: Aplicaciones en el mundo real, actividades manuales.
- Intuitivos: Conexiones (mapas conceptuales) y tareas abiertas, especulativas.
- Visuales: diagramas, cartas, videos, ejemplos.
- Verbales: Discusiones, reportes orales, proyectos escritos.
- Secuenciales: lineamientos, presentaciones por etapas.
- Globales: descripciones del tema, conexiones hacia otros temas y materiales.

2.2 METODOLOGÍA DE DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA PROGRAMAS DE FORMACIÓN POR COMPETENCIAS²²

La metodología de Diseño Instruccional planteada por el proyecto ProSPETIC para programas de formación por competencias consta de 5 fases (ver figura 1):

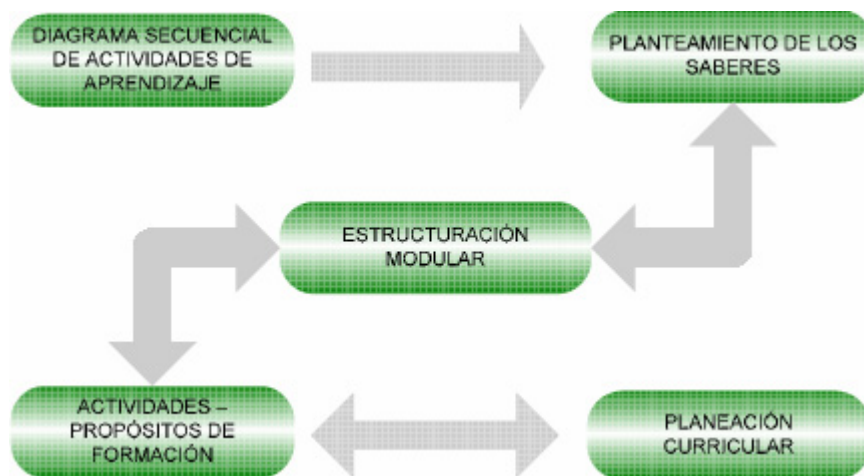
- Diagrama Secuencial de Actividades de Aprendizaje.

²¹ Ibíd.

²² PROYECTO SOPORTE AL PROCESO EDUCATIVO UIS MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN - ProSPETIC. Metodología para la construcción de diseños instruccionales en programas de formación por competencias. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, CENTIC, 2007. 20p.

- Planteamiento de los saberes.
- Estructuración modular.
- Actividades - propósitos de formación.
- Planeación curricular.

Figura 1. Elaboración de un diagrama secuencial de contenidos.



Fuente: Ibíd., p. 5.

2.2.1 Diagrama Secuencial de Actividades de Aprendizaje

El Diagrama Secuencial de Actividades de Aprendizaje (DSA²³) es un mapa en el que se representa tanto la distribución como la secuencialidad de los conocimientos ofrecidos por los contenidos de la asignatura²³. Para un buen desarrollo de este es necesario pensar no en el contenido propiamente dicho, sino en el conocimiento que este ofrece. Es decir, es necesario pensar en los objetivos que se espera el estudiante alcance a través de los contenidos vistos.

Para esto es necesario seguir los siguientes pasos:

²³ Ibíd., p.5.

- Selección de contenidos temáticos generales: estos contenidos delimitarán el área de conocimiento que será modelada en el DSA².
- Identificación del objetivo de aprendizaje de la asignatura: esto depende de la ubicación de la meta de la misma dentro del programa académico y el aporte de formación que ofrece al estudiante para su perfil profesional
- Obtención de las actividades de aprendizaje de la asignatura: éstas actividades son desagregaciones del objetivo de aprendizaje de la asignatura ya identificado, y siguen la estructura gramatical Verbo + Objeto + Condición.

Las actividades se organizan en el DSA² de izquierda a derecha en orden de desagregación, lo cual se representa en el diagrama a través de bifurcaciones de una actividad de aprendizaje hacia otra u otras. Al leer el diagrama de derecha a izquierda, se puede obtener la respuesta a la pregunta “¿Para qué aprendo?” (Figura 2).

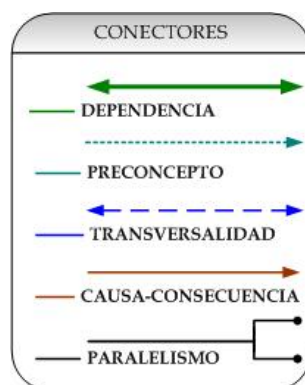
Figura 2. Esquema de construcción del DSA²



Fuente: Ibíd., p. 7.

Entre las diferentes actividades de aprendizaje puede haber varios tipos de relaciones, como se pueden ver en la figura 3.

Figura 3. Convenciones para las relaciones entre actividades de aprendizaje.



Fuente: Ibíd., p. 7.

- Dependencia: implica que dos conceptos se necesitan entre sí, ya que se complementan.
- Preconcepto: expresa la necesidad de un conocimiento que se debe tener para poder abordar otro conocimiento.
- Transversalidad: Expresa un conocimiento al cual se puede referir en diferentes momentos durante el desarrollo de la asignatura para complementar la adquisición de otros conocimientos.
- Causa-consecuencia: El conocimiento que se encuentra al inicio de la flecha que expresa la relación es causa para el que se encuentra al final de ésta.
- Paralelismo: Conocimientos que pertenecen a un mismo nivel de desagregación. Pueden ser vistos en cualquier orden cronológico sin alterar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.2.2 Planteamiento de los saberes

Los saberes son “acciones puntuales de aprendizaje que podrá desarrollar un solo estudiante”²⁴. Pueden ser Saberes (hechos, teorías y principios del conocimiento) o

²⁴ Ibíd., p. 8.

Haceres (procedimientos, técnicas, métodos, habilidades y destrezas que es necesario que un estudiante desarrolle). Debe mantener una secuencialidad al leerse de izquierda a derecha (el hacer será una consecuencia del saber) y, al igual que en el DSA², la secuencialidad se puede observar al leerse la tabla en sentido vertical. Tanto los saberes como los haceres mantienen la estructura gramatical Verbo + Objeto + Condición.

2.2.3 Estructuración Modular

La estructuración modular está compuesta por 3 niveles de desagregación, los cuales son:

- Módulos de formación: áreas de conocimiento autónomas, con sentido propio que, al mismo tiempo se articula con los otros módulos que integran la estructuración modular.
- Unidades de formación: desagregaciones de los módulos de formación que describen los componentes fundamentales de éstos.
- Actividades de formación: plantean los alcances definidos por el docente para el estudiante dentro de la unidad de formación, y le dan cumplimiento y sentido a estas unidades.

Tanto las unidades como las actividades de formación ofrecen flexibilidad de la estructura modular, ya que cada unidad puede sustentarse en múltiples actividades que pueden ser usadas para objetivos determinados planteados por diferentes docentes en las asignaturas. Los docentes pueden redefinir estas unidades y actividades de acuerdo a las necesidades de la asignatura, como ocurre

en el caso de la aparición de nuevos contenidos debido a los avances de la ciencia y la tecnología.²⁵

Los propósitos de una actividad de formación son el cuarto elemento de la estructuración modular, pero a diferencia de las unidades y actividades de formación, no surgen por desagregación. Los propósitos se plantean para dar cumplimiento a una actividad de formación dada, y son entonces lo que evalúa el docente. Al igual que en la tabla de saberes y el DSA², los propósitos siguen la estructura gramatical Verbo + Objeto + Condición.

2.2.4 Actividades de formación - propósitos

En esta tabla simplemente se asocian los propósitos y las actividades de formación de la asignatura mencionadas en la estructuración modular, con los saberes y haceres referidos en el planteamiento de saberes con el fin de evidenciar los conocimientos y habilidades que se espera el estudiante adquiera durante el desarrollo de las actividades de formación.

2.2.5 Planeación curricular

La planeación curricular contiene los propósitos, estrategias, métodos y evidencias de aprendizaje, técnicas e instrumentos de evaluación y una guía para el desarrollo de los medios didácticos, con lo cual se puede obtener una visión global y a la vez detallada de la asignatura. Los elementos que conforman la planeación curricular son los siguientes:

²⁵ *Ibíd.*, p.11.

- Escenarios: identificados analizando las necesidades y requerimientos de la asignatura.
- Duración: depende de las estrategias y métodos de enseñanza-aprendizaje, las técnicas e instrumentos de evaluación, y la complejidad de la actividad de formación. La ayuda del experto docente es fundamental para determinarla.
- Estrategias y métodos de enseñanza-aprendizaje: determinan la metodología bajo la cual se desarrollará la asignatura. La orientación y experiencia del experto docente es necesaria para proponerlas.
- Evidencias de aprendizaje: acciones que el estudiante debe estar en capacidad de realizar para comprobar que el aprendizaje ocurrió efectivamente. Estas evidencias pueden ser de conocimiento, desempeño o producto.
- Técnicas e instrumentos de evaluación: formas de obtener las evidencias de aprendizaje.

A diferencia de las actividades de aprendizaje, saberes y propósitos, el verbo en las evidencias de aprendizaje se conjuga en tiempo presente, no en infinitivo.

Las técnicas e instrumentos de evaluación son utilizadas para comprobar las evidencias, y son planteadas teniendo en cuenta el propósito, el contenido temático, las estrategias y métodos de enseñanza-aprendizaje para el contenido, y la evidencia que va a ser comprobada.

3. DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS DINÁMICOS ²⁶

En este capítulo se presenta la aplicación de la metodología para la construcción del Diseño Instruccional para la asignatura Sistemas Dinámicos, de acuerdo con los lineamientos del proyecto ProSPETIC. La metodología propiamente dicha se puede observar en el capítulo 2, sección 2. A partir de esta metodología se obtienen las bases para el desarrollo del objeto de aprendizaje, desarrollo que será cubierto en este capítulo. El equipo de trabajo para la aplicación de esta metodología para la asignatura Sistemas Dinámicos está integrado por:

- Metodólogo: Ing. Edwin Gómez Jiménez
- Coordinador tecnológico: Ing. Ludy Adriana Gélvez Carrillo
- Experto docente: Ing. Carlos Borrás Pinilla
- Desarrolladores: Juan Francisco Castillo Rueda
Luis Miguel Hernández Ariano

El diseño instruccional de las asignaturas vinculadas al proyecto ProSPETIC se construye siguiendo las fases mencionadas a continuación (ver figura 1):

- Diagrama Secuencial de Actividades de Aprendizaje (DSA²)
- Planteamiento de los saberes
- Estructuración modular

²⁶ Basado en PROYECTO SOPORTE AL PROCESO EDUCATIVO UIS MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN - ProSPETIC. Metodología para la construcción de diseños instruccionales en programas de formación por competencias. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, CENTIC, 2007. 20p.

- Actividades-propósitos de formación
- Planeación curricular

Originalmente el proyecto ProSPETIC contemplaba la realización de un Diagrama Secuencial de Contenidos (DSC) y una tabla de Propósitos-Contenidos, en vez del DSA² y la tabla de Actividades-Propósitos de formación, respectivamente. Es necesario recordar que el proyecto ProSPETIC está bajo un permanente seguimiento y un proceso continuo de control de calidad²⁷, lo cual hace que la metodología pueda estar sometida a revisión. Efectivamente, durante la ejecución del proyecto el equipo de trabajo del Laboratorio de I+D del CENTIC revisó y actualizó la metodología, y es por esto que ahora se entrega un DSA² en vez de un DSC, y una tabla de propósitos-actividades en vez de una de propósitos-contenidos.

3.1 DIAGRAMA SECUENCIAL DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

El diagrama secuencial de actividades de aprendizaje es un mapa de la distribución y el ordenamiento lógico del conocimiento en los contenidos de la asignatura.²⁸ Para un buen desarrollo de este es necesario pensar no en el contenido propiamente dicho, sino en el conocimiento que este ofrece. Es decir, es necesario pensar en los objetivos que se espera el estudiante alcance a través de los contenidos vistos.

Para esto es necesario seguir los siguientes pasos:

²⁷ PEÑA DE CARRILLO, Clara Inés. Desarrollo de objetos de aprendizaje para acciones formativas UIS. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2005. 5 p.

²⁸ PROYECTO SOPORTE AL PROCESO EDUCATIVO UIS MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN – ProSPETIC, Op. cit., p.5.

- Selección de contenidos temáticos generales
- Identificación del objetivo de aprendizaje de la asignatura
- Obtención de las actividades de aprendizaje de la asignatura

3.1.1 Selección de contenidos temáticos generales y objetivo de aprendizaje de la asignatura

El primer paso se realiza con base en el programa académico de la asignatura Sistemas Dinámicos de la Escuela de Ingeniería Mecánica²⁹, la experiencia del docente Carlos Borrás Pinilla y docentes anteriores, e investigaciones bibliográficas de la asignatura. Se seleccionan entonces los contenidos temáticos generales que delimitarán el área de conocimiento que será modelada en el DSA².

Para la identificación del objetivo de aprendizaje de la asignatura, es necesario ubicar la meta de la misma dentro del programa académico y el aporte de formación que ofrece al estudiante para su perfil profesional. Para este caso, la asignatura Sistemas Dinámicos pertenece al grupo de asignaturas electivas técnicas profesionales. Después de analizado el programa de la asignatura, y teniendo en cuenta tanto la experiencia del docente como la de los desarrolladores, se identificó el siguiente objetivo de aprendizaje:

“Modelar, simular y analizar los Sistemas Dinámicos evaluando estabilidad y desempeño, proceso acompañado con el aprendizaje de las herramientas modernas computacionales para simular los sistemas dinámicos con el objetivo de plantear soluciones a problemas específicos de un sistema y la aplicación de teorías de control para controlar y obtener una respuesta dinámica deseada del sistema.”

²⁹ Ver anexo A.

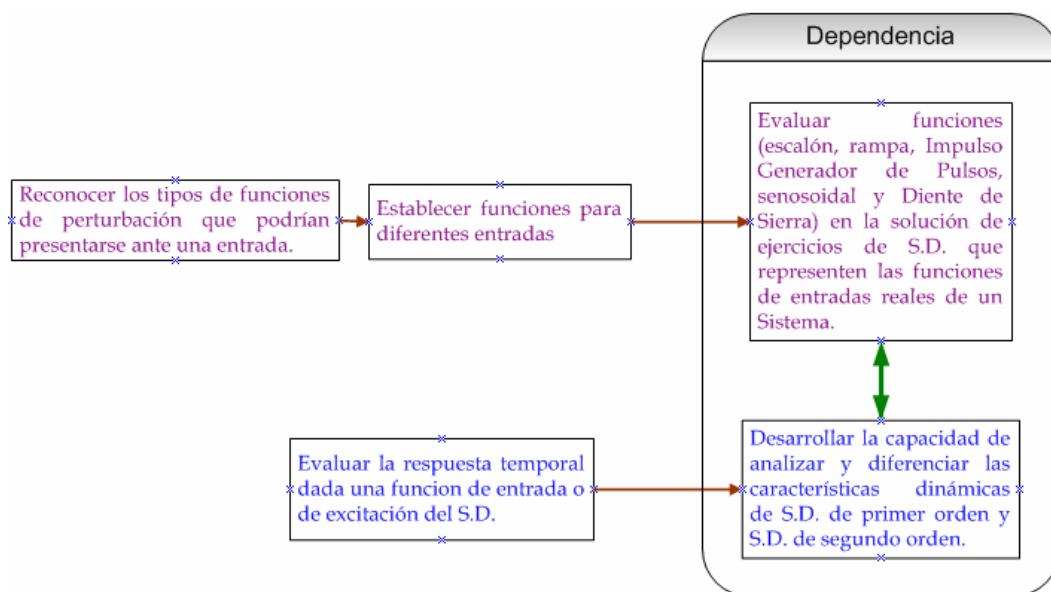
3.1.2 Actividades de aprendizaje de la asignatura

Las actividades de aprendizaje son objetivos específicos que se van desagregando del objetivo de aprendizaje de la asignatura ya identificado, hasta llegar al objetivo que se busca lograr con cada uno de los contenidos de la asignatura.

Como se mencionó en las recomendaciones para el análisis funcional (tabla 1), la construcción de las actividades de aprendizaje sigue la estructura gramatical Verbo + Objeto + Condición, con el verbo en infinitivo. Las actividades se organizan en el DSA² de izquierda a derecha en orden de desagregación, lo cual se representa en el diagrama a través de bifurcaciones de una actividad de aprendizaje hacia otra u otras. Al leer el diagrama de derecha a izquierda, se puede obtener la respuesta a la pregunta “¿Para qué aprendo?”

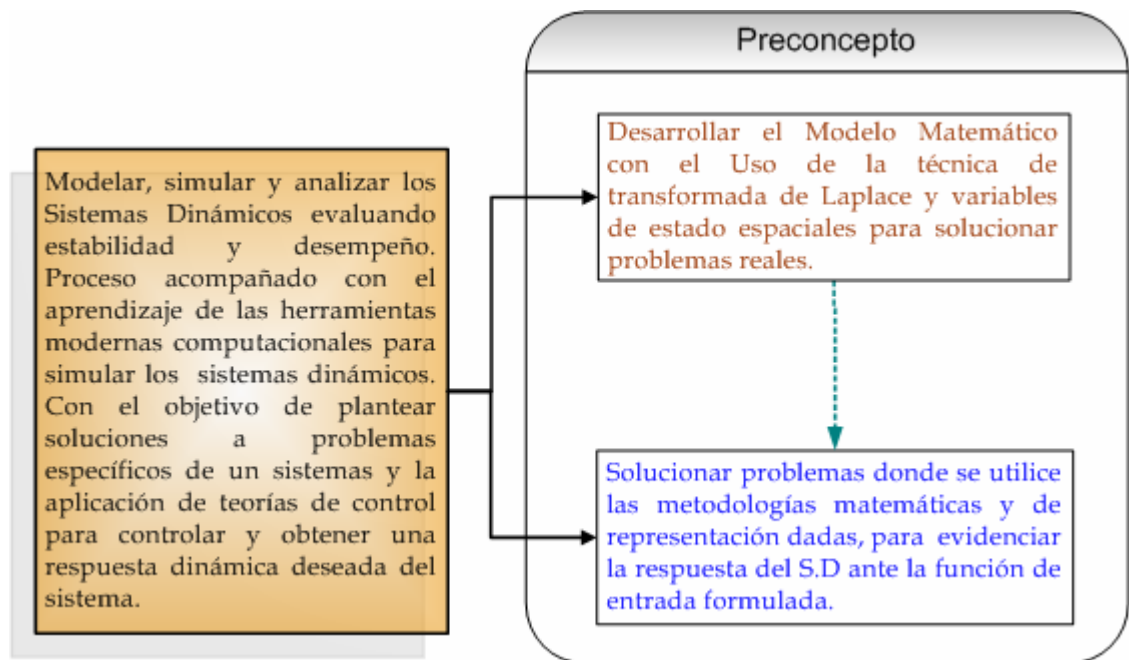
Existen varios tipos de relaciones entre las actividades de aprendizaje, las cuales son mostradas en la figura 2. Estas relaciones son las siguientes:

Figura 4. Relación de dependencia.



- Dependencia: Indica la necesidad de dos conceptos entre sí, ya que se complementan. Ignorar alguno de los dos conceptos implica un conocimiento incompleto. En el ejemplo de la figura 4, no es lo mismo resolver un sistema dinámico de primer orden que uno de segundo orden, pero las características dinámicas dependen de cómo se esté excitando el sistema.

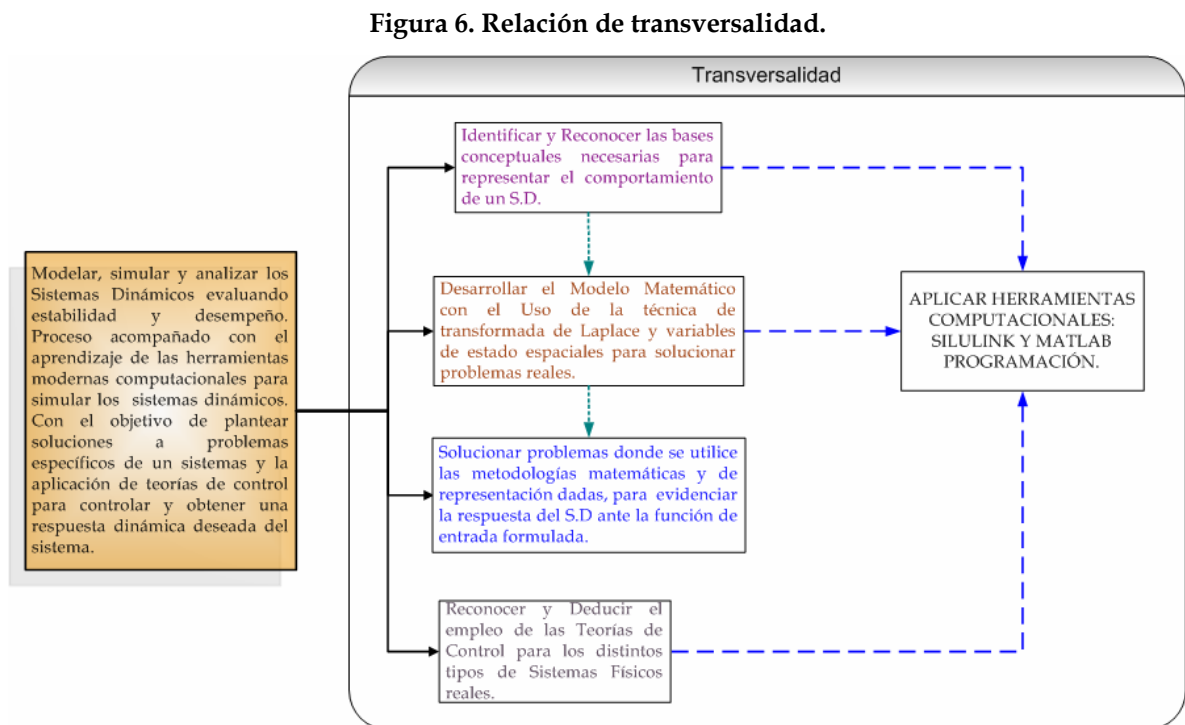
Figura 5. Relación de preconcepto.



- Preconcepto: Expresa la necesidad de un conocimiento que se debe tener para poder abordar otro conocimiento. Usualmente (pero no siempre) dichos conocimientos previos pertenecen a asignaturas anteriores a la analizada. En el ejemplo de la figura 5, es necesario primero desarrollar el modelo matemático que caracteriza el comportamiento del sistema dinámico, con el fin de poder solucionar problemas en los cuales se deba

evidenciar la respuesta del sistema dinámico a una función de excitación dada.

- Transversalidad: Expresa un conocimiento al cual se puede referir en diferentes momentos durante el desarrollo de la asignatura para complementar la adquisición de otros conocimientos. Esto sirve para evitar la redundancia de contenidos dentro de la asignatura. Debido a la naturaleza de la asignatura sistemas dinámicos, es necesaria la utilización de un paquete de software (actualmente se está utilizando Simulink y Matlab) para el desarrollo de los diferentes contenidos de la asignatura, como se puede ver en la figura 6.



- Causa-consecuencia: El conocimiento que se encuentra al inicio de la flecha es causa para el que se encuentra al final de ésta. Es necesario entonces

abarcando primero el conocimiento del origen y luego el de destino. Un ejemplo de esto se puede observar en la figura 7.

- **Paralelismo:** Conocimientos que pertenecen a un mismo nivel de desagregación. Pueden ser vistos en cualquier orden cronológico sin alterar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Un ejemplo de esto se puede ver en la figura 8.

Figura 7. Relación de causa-consecuencia.

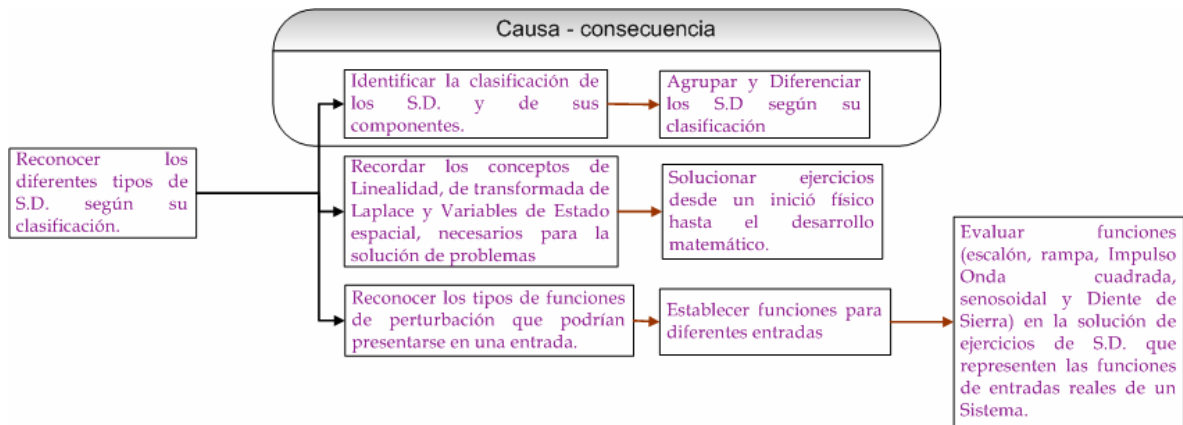
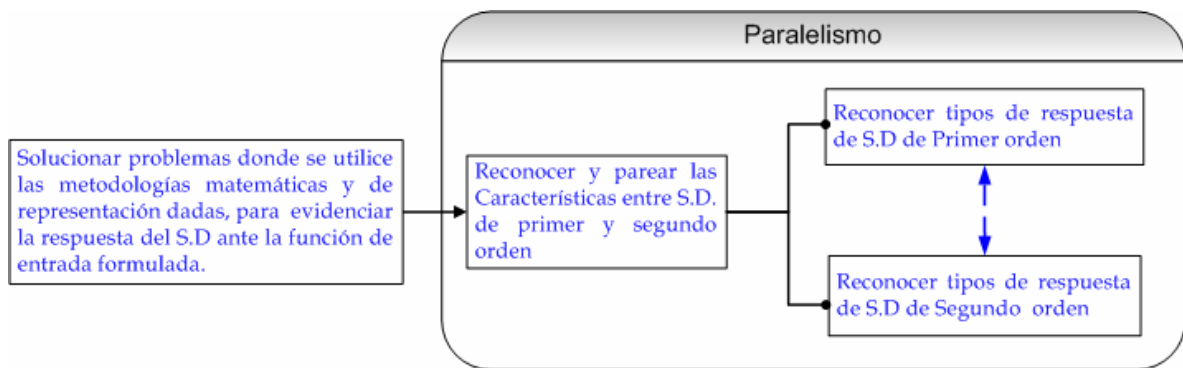


Figura 8. Relación de paralelismo.



El diagrama secuencial de actividades de aprendizaje completo se podrá observar en el anexo C.

3.2 TABLA DE SABERES

La tabla de saberes referencia los contenidos de la asignatura y las actividades descritas en el DSA². Los saberes son actividades puntuales de aprendizaje que un estudiante puede desarrollar. Estos saberes se dividen en:

- Saber: Hechos, teorías y principios del conocimiento³⁰.
- Hacer: Procedimientos, técnicas, métodos, habilidades y destrezas que son necesarios desarrollar en el estudiante³¹.

La estructura gramatical de los saberes es la misma de las actividades de aprendizaje: Verbo + Objeto + Condición. Para la selección de los verbos se utilizó una clasificación hecha por Benjamín Bloom, comúnmente conocida como la Taxonomía de Bloom (ver anexo B). El planteamiento del “saber” y el “hacer” se realiza partiendo del contenido de la asignatura, y se agrupan los saberes de acuerdo a la temática a la que pertenecen. La figura 9 muestra la tabla de saberes para la temática Introducción a los Sistemas Dinámicos.

Los números que van entre corchetes indican el “saber” al cual está haciendo referencia el “hacer”. Al leerse la tabla de izquierda a derecha se debe observar una relación causa-consecuencia entre el saber y el hacer, y un orden secuencial si se lee de arriba hacia abajo. El producto final se puede observar en el anexo D.

³⁰ PROYECTO SOPORTE AL PROCESO EDUCATIVO UIS MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN – ProSPETIC. Op. cit, p.8.

³¹ *Ibíd.*, p.8.

Figura 9. Tabla de saberes.

TABLA DE SABERES. SISTEMAS DINÁMICOS		VERSION FINAL	
CONTENIDOS	SABER	HACER	
INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS			
1. Introducción a los Sistemas Dinámicos	1. Conocer el diagrama de bloques y su utilidad para la visualización de un modelo matemático.	a. Tomar un sistema dinámico y expresar el modelo que describe su comportamiento como un diagrama de bloques [1]	
1.1 Conceptos y clasificación de sistemas	2. Diferenciar entre un sistema lineal y un sistema no lineal.	b. Identificar un sistema lineal y un sistema no lineal. [1,2]	
1.2 Diagramas de Bloques	3. Diferenciar los sistemas dinámicos según su número de entradas.	c. Aplicar la función de excitación que corresponda a las condiciones de excitación del sistema. [3,4]	
1.3 Funciones Generalizadas	4. Listar las diferentes funciones de excitación de un sistema.	d. Utilizar números complejos, variable compleja y función compleja para representar sistemas dinámicos. [5]	
1.4 Transformada de Laplace	5. Recordar las diferentes técnicas de solución de ecuaciones diferenciales, incluyendo la de Transformada de Laplace.	e. Convertir un sistema no lineal en uno lineal para facilitar su simulación [2].	
1.5 Variables de Estado espaciales	6. Conocer la técnica de variables de estado espaciales y su utilidad para la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales.	f. Utilizar la transformada de Laplace para deducir la función de transferencia de un sistema dinámico. [5]	
		g. Utilizar la transformada inversa de Laplace para obtener la ecuación diferencial de un sistema dinámico. [5]	
		h. Utilizar la técnica de variables de estado espaciales para la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales. [3, 4, 6]	
		i. Analizar la dinámica de la Matriz de estado “A” del método de variables de estado, junto con los eigenvalores, eigenvectores y estabilidad. [6]	
		j. Aplicar la técnica de solución de ecuaciones diferenciales más adecuada para la simulación de un modelo determinado. [5,6]	

3.3 ESTRUCTURACIÓN MODULAR

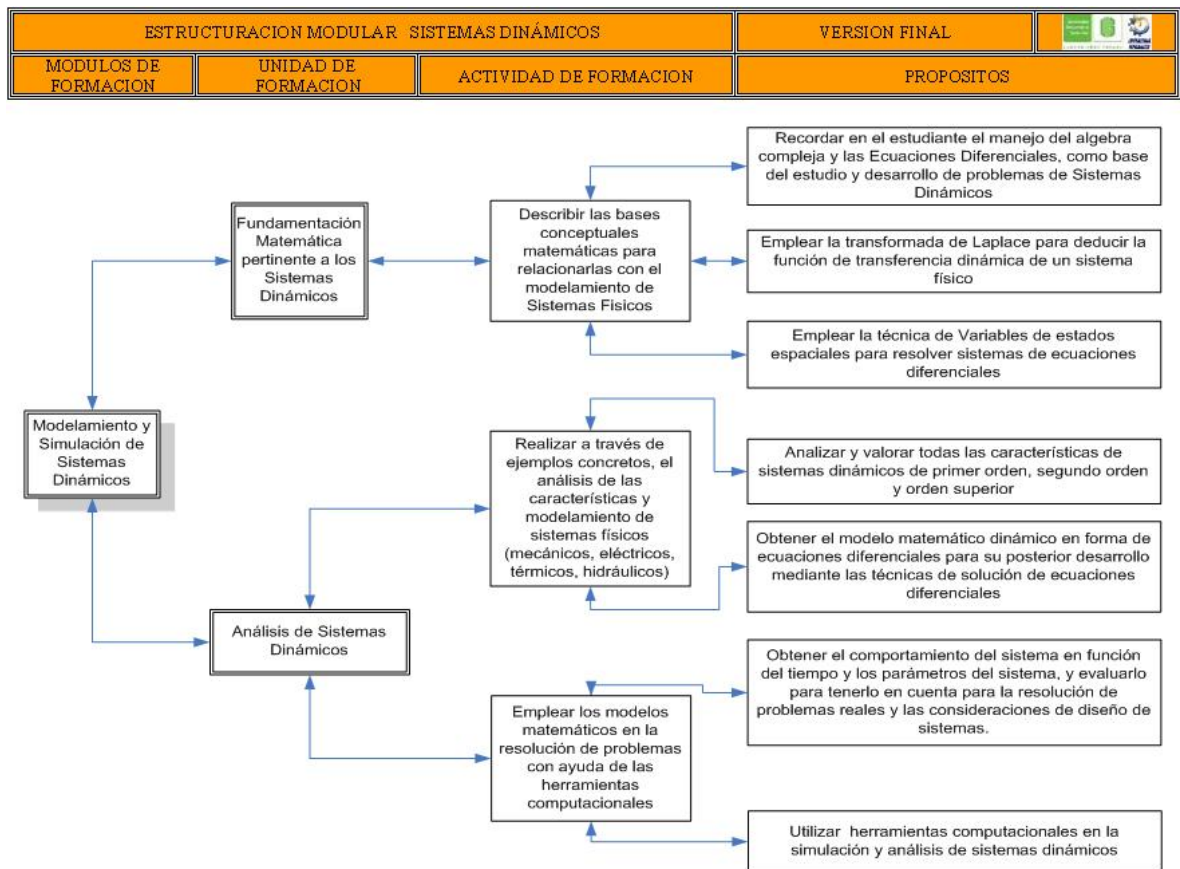
La estructuración modular está compuesta por varios elementos distribuidos en 4 diferentes niveles de desagregación. Estos niveles son:

- Módulos de formación
- Unidades de formación
- Actividades de formación
- Propósitos

El módulo de formación es un área de conocimiento autónoma, con sentido propio que, al mismo tiempo se articula con los distintos módulos que integran la estructuración modular. Para la asignatura Sistemas Dinámicos, se identificaron 2 módulos de formación:

- Modelamiento y simulación de sistemas dinámicos.
- Identificar las teorías básicas de control.

Figura 10. Estructuración modular.



Las unidades de formación se construyen a partir de la desagregación de los módulos de formación, y describen los componentes fundamentales que constituyen el módulo. Para el módulo de Modelamiento y simulación de sistemas

dinámicos, se obtuvieron 2 diferentes unidades de formación: Fundamentación matemática, y Análisis de Sistemas Dinámicos, tal como se puede ver en la figura 10.

Las actividades de formación plantean los alcances definidos por el docente para el estudiante dentro de la unidad de formación, sirven para dar cumplimiento y sentido a éstas. Tanto las unidades como las actividades de formación ofrecen flexibilidad de la estructura modular, ya que cada unidad puede sustentarse en múltiples actividades que pueden ser usadas para objetivos determinados planteados por diferentes docentes en las asignaturas. Los docentes pueden redefinir estas unidades y actividades de acuerdo a las necesidades de la asignatura, como ocurre en el caso de la aparición de nuevos contenidos debido a los avances de la ciencia y la tecnología.³² Para la asignatura Sistemas Dinámicos, en la figura 10 se aprecian las actividades de formación para el módulo de Modelamiento y Simulación de Sistemas Dinámicos.

Los propósitos de una actividad de formación son el cuarto elemento de la estructuración modular, pero a diferencia de las unidades y actividades de formación, no surgen por desagregación de un elemento de un nivel superior. Los propósitos describen la finalidad por la cual se realiza una actividad de formación determinada, y el camino para dar cumplimiento a las competencias que fueron planteadas en la actividad de aprendizaje. Al igual que en la tabla de saberes y el DSA², los propósitos siguen la estructura gramatical Verbo + Objeto + Condición.

Como se aprecia en la figura 10, para una actividad de aprendizaje puede haber más de un propósito. El producto final se puede observar en el anexo E.

³² Ibíd., p.11.

3.4 RELACIÓN PROPÓSITOS-ACTIVIDADES

Figura 11. Relación propósitos-actividades.

RELACION PROPOSITOS - ACT. DE FORMACION. SISTEMAS DINÁMICOS			VERSION FINAL	
ACTIVIDAD DE FORMACION	PROPÓSITO	CONTENIDO	SABER	HACER
INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS, MODELADO Y SISTEMAS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN				
Describir las bases conceptuales matemáticas para relacionarlas con el modelamiento de Sistemas Físicos.	Recordar en el estudiante el manejo del álgebra compleja y las Ecuaciones Diferenciales, como base del estudio y desarrollo de problemas de Sistemas Dinámicos.	1. Introducción a los Sistemas Dinámicos 1.1 Conceptos y clasificación de sistemas 1.2 Diagramas de Bloques 1.3 Funciones Generalizadas	1. Conocer el diagrama de bloques y su utilidad para la visualización de un modelo matemático. 2. Diferenciar entre un sistema lineal y un sistema no lineal. 5. Recordar las diferentes técnicas de solución de ecuaciones diferenciales, incluyendo la de Transformada de Laplace.	a. Tomar un sistema dinámico y expresar el modelo que describe su comportamiento como un diagrama de bloques. [1] b. Identificar un sistema lineal y un sistema no lineal. [1, 2] e. Convertir un sistema no lineal en uno lineal para facilitar su simulación [2] d. Utilizar números complejos, variable compleja y función compleja para representar sistemas dinámicos. [5] j. Aplicar la técnica de solución de ecuaciones diferenciales más adecuada para la simulación de un modelo determinado. [5,6]
	Emplear la transformada de Laplace para deducir la función de transferencia dinámica de un sistema físico.	1.4 Transformada de Laplace	3. Diferenciar los sistemas dinámicos según su número de entradas.	c. Aplicar la función de excitación que corresponda a las condiciones de excitación del sistema. [3,4]

En esta tabla simplemente se asocian los propósitos y las actividades de la asignatura con las actividades de aprendizaje mencionadas en la tabla de saberes (saber y hacer). Así entonces se pueden evidenciar los conocimientos y habilidades que se espera el estudiante adquiera durante el desarrollo de las actividades de formación. La figura 11 muestra la tabla de propósitos-actividades para la temática de Introducción a los Sistemas Dinámicos, que pertenece al módulo de Modelado y Simulación. La tabla completa de propósitos-actividades se puede ver en el anexo F.

3.5 PLANEACIÓN CURRICULAR

La planeación curricular comprende los propósitos, estrategias, métodos y evidencias de aprendizaje, técnicas e instrumentos de evaluación, escenarios y duración de las actividades de formación y una guía para el desarrollo de los medios didácticos. Esto permite obtener una visión global y a la vez detallada de la asignatura.

3.5.1 Escenarios

Los escenarios son los lugares donde se desarrollarán las actividades de formación de la asignatura, y se identifican analizando las necesidades y requerimientos de ésta. Para Sistemas Dinámicos, los escenarios que se necesitan para el desarrollo de la asignatura son los siguientes:

- Aula de clase
- Sala CAD de la Escuela de Ingeniería Mecánica
- Laboratorios del CENTIC

3.5.2 Duración

Según las estrategias y métodos de enseñanza-aprendizaje que se seleccionan para el desarrollo de cada una de las actividades de aprendizaje de la asignatura, las técnicas e instrumentos de evaluación correspondientes y la complejidad de la actividad de formación; los desarrolladores y el experto docente determinaron la duración de cada una de las actividades de aprendizaje. Estas duraciones se pueden ver en la planeación curricular, que se encuentra en el anexo G.

3.5.3 Estrategias y métodos de enseñanza-aprendizaje

Las estrategias y métodos de enseñanza-aprendizaje determinan la forma de desarrollar cada uno de los propósitos de la asignatura. Como es de suponer, no cualquier estrategia/método es adecuada para cualquier propósito, sino que estas estrategias deben estar acordes con el objetivo de lograr un aprendizaje significativo y personalizado en el estudiante. Esto hace que dichas estrategias y métodos planteados soporten los estilos de aprendizaje del modelo FSLSM. La tabla 2 muestra una recopilación de estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 2. Estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje

ESTRATEGIA	TÉCNICA
Aprendizaje interactivo	- Presentación participativa - Exposición - Conferencia por un experto - Entrevista - Panel - Debate - Formulación de preguntas - Seminario - Phillips 6-6 - Visitas - Foros de discusión - Mesa redonda - Simposio - Cineforo, foroteatro o discoforo
Aprendizaje individual	- Consulta - Reporte - Elaboración de ensayo - Tareas individuales - Resumen - Laberintos de acción - Análisis e interpretación de lecturas - Análisis y resolución de problemas
Aprendizaje colaborativo	- Consulta - Resumen - Análisis e interpretación de lectura - Análisis y resolución de problemas - Taller de ejercicios - Exposición - Técnica del rompecabezas - Investigación - Proyecto - Panel - Debate - Seminario - Concurso - Juego de roles - Lluvia de ideas - Tutorial
Aprendizaje por descubrimiento	- Práctica de laboratorio - Proyecto - Investigaciones

Aprendizaje basado en problemas	- Análisis de ejercicios - Resolución y análisis de ejercicios - Solución de casos	- Análisis y resolución de problemas - Simulaciones
Aprendizaje significativo	- Analogía - Resumen - Organizador previo - Ilustraciones - Mapas conceptuales	- Redes semánticas - Mapas mentales - Diagramas - Lluvia de ideas - Formulación de preguntas

Fuente: Recopilación realizada por Dorys Consuelo Ramírez Prada, Lilia Yarley Estrada Díaz y Dania Rubiela Vergel Arenas.

Figura 12. Ejemplo de estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje.

SISTEMAS DINÁMICOS		PLANEACIÓN CURRICULAR	INGENIERÍA MECÁNICA	
MODULO DE FORMACIÓN	Modelamiento y Simulación de Sistemas Dinámicos			
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Fundamentación matemática pertinente a los Sistemas Dinámicos.			

ACTIVIDAD DE FORMACIÓN:	Describir las bases conceptuales matemáticas para relacionarlas con el modelamiento de sistemas físicos.		
DURACIÓN: 2 horas	ESCENARIOS: Aula de clase, Sala CAD de Ingeniería Mecánica, laboratorios del CENTIC.		
PROPOSITOS	METODOLOGIAS		
Recordar en el estudiante el manejo de las Ecuaciones Diferenciales, como base del estudio y desarrollo de problemas de Sistemas Dinámicos.	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	TECNICAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	
	1. Aprendizaje Interactivo 2. Aprendizaje Individual 3. Aprendizaje Colaborativo	a. Conferencia por un experto.[1] b. Formulación de preguntas.[1] c. Presentación participativa[1] d. Análisis e interpretación de lecturas [2,3] e. Consultas bibliográficas [2,3]	

La figura 12 muestra las estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje para el propósito “Recordar en el estudiante el manejo de las Ecuaciones Diferenciales, como base del estudio y desarrollo de problemas de Sistemas Dinámicos” de la unidad de aprendizaje Fundamentación matemática pertinente a los Sistemas Dinámicos. Los números entre corchetes al lado de cada técnica de enseñanza-aprendizaje hacen referencia a la estrategia correspondiente a esta técnica.

3.5.4 Evidencias de aprendizaje

Son acciones que el estudiante debe estar en capacidad de realizar para comprobar que el aprendizaje efectivamente ocurrió, los propósitos se cumplieron, se dio alcance a la actividad, unidad y módulo de formación. Hay tres tipos de evidencias:

- Evidencias de conocimiento: condiciones cognitivas y de comprensión necesarias para cumplir con un propósito.³³
- Evidencias de desempeño: procedimientos y habilidades que debe desarrollar el estudiante para fortalecer su proceso de formación³⁴
- Evidencias de producto: fusionan las condiciones cognitivas y de comprensión con los procedimientos y habilidades para obtener resultados de un proceso como evidencia de una acción realizada³⁵

A diferencia de las actividades de aprendizaje, saberes y propósitos, el verbo en las evidencias de aprendizaje se conjuga en tiempo presente, no en infinitivo.

Las técnicas e instrumentos de evaluación son utilizadas para comprobar las evidencias, y son planteadas teniendo en cuenta el propósito, el contenido temático, las estrategias y métodos de enseñanza-aprendizaje para el contenido, y la evidencia que va a ser comprobada. La tabla 3 muestra una recopilación de diferentes técnicas e instrumentos de evaluación que se pueden utilizar para recolectar las evidencias de aprendizaje.

³³ *Ibíd.*, p.16

³⁴ *Ibíd.*, p.16

³⁵ *Ibíd.*, p.16

Tabla 3. Técnicas e instrumentos de evaluación

TÉCNICA	INSTRUMENTOS	
Observación	- Lista de verificación - Ficha de observación	
Entrevista	- Cuestionario formal - Cuestionario informal	
Debate	- Anecdótico - Toma de notas	- Resumen
Mesa Redonda	- Anecdótico - Toma de notas	- Resumen - Cuestionario informal
Exposición	- Lista de verificación - Informe - Anecdótico - Toma de notas	- Resumen - Relatoría - Preguntas informales
Ensayo	- Ensayo - Lista de verificación	
Prueba o Examen	- Cuestionario - Taller de problemas	- Ejercicios - Test
Mapa Conceptual	- Mapa conceptual	
Diagramas de información	- Mapa mental - Cuadro sinóptico - Esquema - Redes semánticas	- Algoritmo - Panel de información - Tablas
Proyectos	- Informe - Productos asociados - Portafolio	
Actividades Complementarias	- Relatorías - Resumen - Ejercicios	- Taller de problemas - Visitas técnicas - Portafolio
Seguimiento de Actividades	- Encuestas - Bitácoras - Registro de actividades	- Anecdótico - Autoevaluación - Coevaluación
Práctica de laboratorio	- Informe - Lista de chequeo - Cuestionario	- Algoritmo - Anecdótico

Fuente: Recopilación realizada por Dorys Consuelo Ramírez Prada, Lilia Yarley Estrada Díaz y Dania Rubiela Vergel Arenas.

En la figura 13 se pueden observar las evidencias de aprendizaje para el propósito “Recordar en el estudiante el manejo de las Ecuaciones Diferenciales, como base del estudio y desarrollo de problemas de Sistemas Dinámicos” de la unidad de aprendizaje Fundamentación matemática pertinente a los Sistemas Dinámicos,

junto con las técnicas e instrumentos de evaluación para estas evidencias. Al lado de cada evidencia de aprendizaje se puede ver una o varias letras o números entre corchetes: estas letras indican el número del saber o el literal del hacer, al cual la evidencia está haciendo referencia. Los números entre corchetes que se encuentran al lado de cada instrumento de evaluación hacen referencia a la técnica de evaluación que le corresponde.

Figura 13. Evidencias de aprendizaje para un propósito de la unidad Fundamentación matemática pertinente a los Sistemas Dinámicos.

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO		TECNICAS DE EVALUACION	INSTRUMENTOS DE EVALUACION
1. Menciona las diferencias entre un sistema dinámico lineal y uno no lineal. [2] 2. Menciona las diferentes técnicas de solución de ecuaciones diferenciales. [5]		1. Prueba o examen 2. Mesa redonda 3. Diagramas de Información 4. Seguimiento de actividades	a. Cuestionario [1] b. Test. [1] c. Resumen. [2] d. Cuestionario informal. [2] e. Tablas. [3] f. Cuadro sinóptico [3] g. Autoevaluación. [4]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
DESEMPEÑO		TECNICAS DE EVALUACION	INSTRUMENTOS DE EVALUACION
3. Reconoce si un sistema dinámico es lineal o no lineal. [2]		1. Prueba o examen 2. Actividades complementarias. 3. Seguimiento de actividades	a. Taller de problemas [1,2] b. Ejercicios [1,2] c. Test. [1] d. Auto evaluación. [3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
PRODUCTO		TECNICAS DE EVALUACION	INSTRUMENTOS DE EVALUACION
4. Linealiza un sistema dinámico no lineal para facilitar su posterior simulación. [c] 5. Resuelve una ecuación diferencial por el método más adecuado que haya para dicho propósito. [f]		1. Prueba o examen. 2. Practica de laboratorio. 3. Proyecto	a. Ejercicios. [1] b. Taller de problemas. [1] c. Informe. [2,3] d. Productos asociados. [3]

La figura 14 muestra la planificación del desarrollo de materiales de apoyo para la temática que se necesita tratar para cumplir con el propósito antes mencionado: “Recordar en el estudiante el manejo de las Ecuaciones Diferenciales, como base del estudio y desarrollo de problemas de Sistemas Dinámicos”, de la unidad de aprendizaje Fundamentación matemática pertinente a los Sistemas Dinámicos, último paso de la planeación curricular, al igual que los saberes y haceres correspondientes a este propósito. Esta planificación indica los materiales educativos que se construirán para los diferentes propósitos, y el formato de éstos

materiales, bien sea un archivo en PDF, un video, una animación, un archivo de audio, un aplicativo o unas imágenes.

Figura 14. Planeación para la unidad de aprendizaje Conceptos Básicos.

SABER	HACER
1. Conocer el diagrama de bloques y su utilidad para la visualización de un modelo matemático.	a. Tomar un sistema dinámico y expresar el modelo que describe su comportamiento como un diagrama de bloques. [1]
2. Diferenciar entre un sistema lineal y un sistema no lineal.	b. Identificar un sistema lineal y un sistema no lineal. [1,2]
5. Recordar las diferentes técnicas de solución de ecuaciones diferenciales, incluyendo la de Transformada de Laplace.	e. Convertir un sistema no lineal en uno lineal para facilitar su simulación [2]
	d. Utilizar números complejos, variable compleja y función compleja para representar sistemas dinámicos. [5]
	j. Aplicar la técnica de solución de ecuaciones diferenciales más adecuada para la simulación de un modelo determinado. [5,6]

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE	
NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	Se expone mediante teoría los conocimientos básicos de Ecuaciones Diferenciales que se necesitan recordar para el desarrollo de la asignatura Sistemas Dinámicos (álgebra compleja, transformada de Laplace). También se expone la clasificación de los sistemas dinámicos según diferentes criterios.
PDF	Se redactará un documento escrito en el cual se expondrá la clasificación de los Sistemas Dinámicos, y otro documento en el que se expliquen los conceptos de Ecuaciones Diferenciales necesarios para la asignatura
VIDEO	Como introducción, se mostrarán unas aplicaciones de los Sistemas Dinámicos y lo que se puede hacer con ellos.
AUDIO	Como introducción se hará un archivo de audio en el que explique la utilidad de los Sistemas Dinámicos en el control de sistemas físicos.
GRÁFICOS	Se mostrarán ejemplos de sistemas dinámicos, imágenes sobre álgebra compleja y tablas acerca de la transformada de Laplace.

El producto final de esta fase del diseño instruccional es el formato de planeación curricular, se puede ver en el anexo G.

4. DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE QUE SOPORTAN LA TEMÁTICA “INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS”

En esta parte del proyecto se diseña un objeto de aprendizaje para una actividad de formación del diseño curricular, para luego implementar tal objeto en la plataforma educativa institucional de la Universidad Industrial de Santander “e-escena@ri_{uis}”.

La actividad de formación escogida para esta fase fue “Introducción a los Sistemas Dinámicos”, seleccionada por mutuo acuerdo entre los desarrolladores y el experto temático. El Laboratorio I+D del CENTIC³⁶ dirigió en su totalidad el desarrollo de esta etapa.

A continuación se expone el desarrollo de esta fase.

4.1 CONCEPTO Y CARACTERÍSTICAS DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE

4.1.1 Concepto de un Objeto de Aprendizaje

Un objeto de aprendizaje (OA) “es una entidad digital con diseño instruccional que puede ser utilizado, reutilizado o referenciado durante el aprendizaje en línea con

³⁶ Laboratorio de Investigación y Desarrollo del CENTIC.

el objetivo de generar conocimientos, habilidades y actitudes en función de las necesidades del alumno.”³⁷

4.1.2 Objetivo del Objeto de aprendizaje

El objeto de aprendizaje diseñado en este trabajo de grado es un objeto del tipo Temático, ya que esta orientado a un tema específico como lo es “INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS”, y permite profundización en cada una de las actividades de formación de esta temática.

El objetivo del Objeto de Aprendizaje es el siguiente:

- Describir las bases conceptuales matemáticas para relacionarlas con el modelamiento de Sistemas Físicos.

Este objetivo se había mencionado anteriormente como una actividad de aprendizaje, cuya temática corresponde a la tratada en el OA.

4.1.3 Sobre el contenido del Objeto de Aprendizaje

Para cumplir el objetivo planteado en un objeto de aprendizaje, es posible hacer uso de diversos recursos digitales, tales como textos, imágenes, diagramas, gráficos, figuras, videos, narración, animaciones y archivos PDF, los cuales deben

³⁷ PEÑA DE CARRILLO, Clara Inés. Proyecto “Soporte al proceso educativo UIS mediante tecnologías de información y comunicación [en línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2007 [citado 9 de enero de 2008]. 15 p. Disponible en Internet: <<http://gavilan.uis.edu.co/~clarenes/centic/ResumenEjecutivoProSPETICCSAbril20.pdf>>

ser organizados metodológicamente asegurando un óptimo aprendizaje por parte del estudiante. Para llevar a cabo el desarrollo del contenido del objeto, se hace necesaria la implementación de plantillas que permitan facilitar el diseño del mismo, economizando tiempo y recursos en la generación de objetos, y facilitando la secuenciación de estos bajo un mismo contexto de enseñanza.

4.1.4 Aplicación del Objeto de Aprendizaje

El alcance final del OA, es guiar al estudiante en los diferentes pasos de cualquier actividad que desempeñara a la hora de aplicar los conceptos adquiridos, no sin contar con la participación directa y fundamental del docente, quien es el encargado y responsable también de velar por el alcance positivo del objetivo planteado por OA.

Si al final de la temática tratada en el objeto esta no permite el desarrollo de una aplicación, será el profesor el encargado de incorporar una experiencia, la cual podrá explicarse ya sea con un caso real o con un caso simulado.

4.1.5 Vínculos de profundización del contenido

Al igual que todos los objetos de aprendizaje diseñados bajo esta metodología, este objeto incorpora vínculos a información digital y referencias bibliográficas que permitirán profundizar y complementar el contenido del objeto.

4.1.6 Declaración de Derechos de Autor del contenido

El contenido de este objeto de aprendizaje declara la autoría de las personas que participaron directamente en la creación del objeto. De la misma manera menciona las fuentes de los textos, imágenes, gráficos, y otros recursos que hagan parte de

éste, y que no hayan sido preparados por el docente ni por los desarrolladores del objeto.

4.1.7 Evaluación del Objeto de Aprendizaje

Todo objeto de aprendizaje debe concluir el proceso de enseñanza con una evaluación de los actividades de aprendizaje presentados para este caso en lo concerniente a la temática Introducción a los Sistemas Dinámicos por lo cual se realizaron una serie de ejercicios de acuerdo al nivel (fácil, medio, difícil) y dependiendo del tipo de competencia (argumentativa, propositiva, interpretativa), implementados en la plataforma educativa institucional e-escen@riuis.

4.2 DISEÑO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

El objeto de aprendizaje está ubicado sobre una plantilla suministrada por el Laboratorio I+d del CENTIC, lo cual facilita la comprensión del contenido del mismo y la optimización del tiempo, además de garantizar su reutilización, teniendo la posibilidad de actualizarlo. Para garantizar la eficiencia de un Objeto de Aprendizaje, éste debe poseer las siguientes características³⁸:

- Interoperabilidad: al contar con una estructura basada en un lenguaje de programación XML, y un estándar internacional de interoperabilidad (en el caso de este proyecto, el estándar SCORM), se garantiza su utilización en plataformas *e-learning* con distintos ambientes de programación.

³⁸Ibíd.

- Reusabilidad: debido a que busca cumplir con un objetivo específico, el OA puede ser utilizado por diferentes profesores bajo distintos contextos de enseñanza.
- Durabilidad: está respaldado por una estructura que permite incorporar nuevas actividades de aprendizaje, o modificar las que ya existen. Así se evita que el OA se vuelva obsoleto.
- Accesibilidad: la misma estructura de respaldo facilita a los estudiantes el acceso al objeto así como el manejo de éste en el aprendizaje.
- Autocontención de conceptos: por sí solo, el objeto es capaz de dar cumplimiento al objetivo propuesto.

Los recursos creados por los desarrolladores para la conformación del objeto de aprendizaje son los siguientes:

- Recursos de los objetos del Objeto de Aprendizaje, integrados en la plantilla estándar de e-escen@riuis antes de empaquetar.
- Núcleos de conocimiento de la temática seleccionada.
- Animaciones con ejemplos de sistemas dinámicos.
- Gráficos y videos complemento de actividades de formación del Objeto de Aprendizaje.
- Audios de soporte de los núcleos de conocimiento.
- Archivos editables y en formato PDF de los recursos del Objeto de Aprendizaje.
- Planteamiento de los ejercicios y su posterior disposición en la plataforma e-escen@riuis.
- Planteamiento de las actividades de trabajo colaborativo en e-escen@riuis.
- Soporte multilingüe del Objeto de aprendizaje.
- Objeto de Aprendizaje empaquetado según estándar SCORM.
- Glosario de términos.

4.3 DISPOSICIÓN DEL OBJETO DE APRENDIZAJE EN LA BIBLIOTECA DIGITAL DE RECURSOS DIDÁCTICOS.

El objetivo de esta fase es integrar los recursos didácticos en el objeto de aprendizaje con el fin de posteriormente ponerlos a disposición en la Biblioteca Digital de Recursos Didácticos. Para eso se realizó:

- La estructuración del Objeto de Aprendizaje en las plantillas e-escen@riuis.
- Planteamiento de ejercicios correspondientes a la temática tratada en el Objeto de Aprendizaje.
- Catalogación temática del producto dentro de la Biblioteca Digital de Recursos Didácticos.

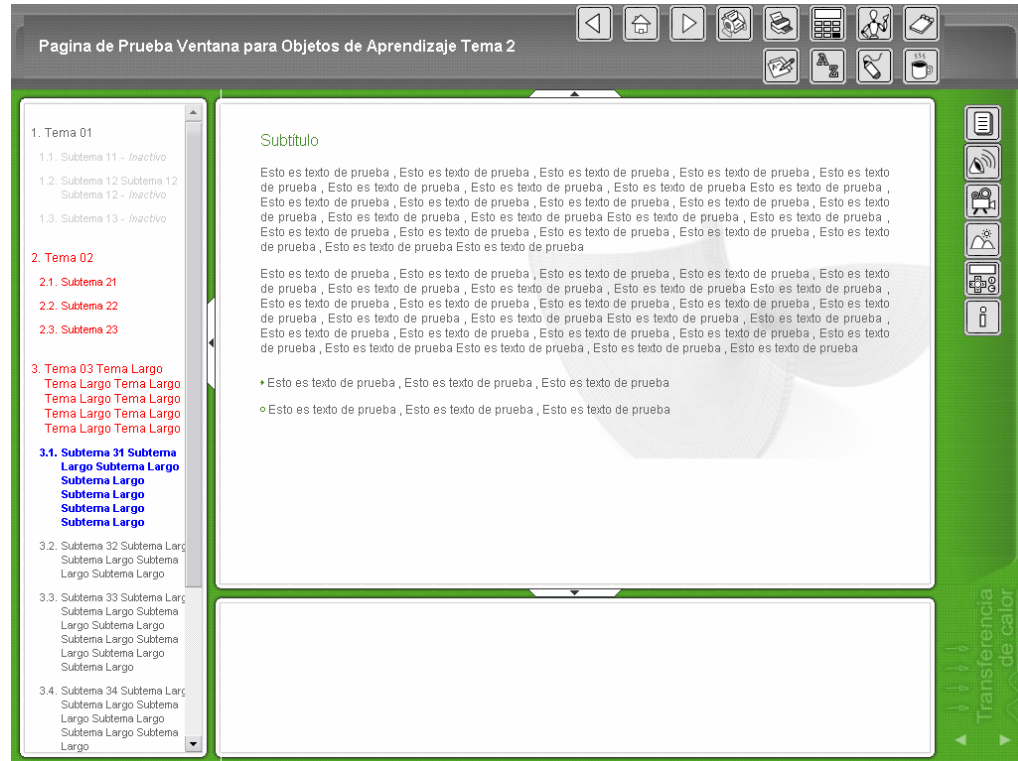
4.3.1 Estructuración del Objeto de Aprendizaje en las Plantillas e-escen@riuis.

Luego de haber diseñado los núcleos de conocimiento, las animaciones y los gráficos de la actividad de la formación seleccionada, se prosiguió a estructurar estas partes en las plantillas para objetos de aprendizaje.

El proceso de estandarización ha llevado a la comunidad de desarrolladores a ceñirse a los primeros intentos de estandarización desarrollados en USA y ligados a lo que ahora se conoce como los estándares SCORM. Por tal motivo los desarrolladores programaron la estructura del objeto de aprendizaje y construyeron los recursos didácticos de acuerdo a los estándares SCORM, bajo la dirección del Laboratorio I+D del CENTIC.

Las partes que conforman esta plantilla se encuentran descritas en la figura 15.

Figura 15. Explicación de la plantilla Web para el objeto de aprendizaje.



A continuación se hará una descripción de cada una de los iconos del núcleo de conocimiento:



 **Información de soporte:** Aquí se encuentra el material que soporta la información mostrada en el núcleo de conocimiento, detallando y profundizando más en el tema. Este material se encuentra en formato PDF.



 **Archivos de audio:** Aquí se encuentra información verbal del tema o subtema tratado, los archivos de sonido se encuentran en formato .mp3, .wav y .wma.



Videos y animaciones: Estos permiten al estudiante que percibe mejor la información visualmente interpretar el contenido relacionado con la temática. Los formatos de los archivos de video pueden ser .avi ó .mpg (abreviatura de mpeg), al igual que archivos de Flash (.swf).

Las animaciones deben hacer alusión a alguna explicación de forma gráfica al contenido textual de la temática, las fuentes y fondos deben ser guiados de acuerdo a la hoja de estilos de e-escen@riuis. Se desarrollaron animaciones en Flash y en formato gif.



Gráficos y Tablas: Los gráficos deben hacer alusión a la explicación de la temática, se debe tener en cuenta las siguientes condiciones para su elaboración:

- ✓ Los gráficos que se empleen se les deben hacer tratamiento para que no sean tan pesados a la hora de cargarlos en la plataforma
- ✓ Las extensiones de las imágenes deben ser: gif o jpg (abreviatura de jpeg).
- ✓ El tamaño máximo en píxeles de las imágenes es 500 (ancho) x 400 (alto).



Simuladores: Aquí se encuentra el software de soporte para dar una explicación práctica que permite al usuario interactuar con este, mediante el ingreso de datos y comprobación de un proceso de la temática, para su elaboración se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

- ✓ El aplicativo debe contener una ayuda muy clara para que haya una interacción entre el usuario y la herramienta de una forma fácil y cómoda.

- ✓ El aplicativo debe ser muy intuitivo, que el usuario no se pierda.
- ✓ Las fuentes y estilos deben ser guiados de acuerdo a la hoja de estilos de e-escen@riuis.
- ✓ El aplicativo debe ser desarrollado en Java.



Información complementaria: Aquí se encuentra la información de los desarrolladores, así como la ubicación específica de cada tema en el diagrama secuencial de actividades de aprendizaje y los objetivos de cada contenido de la temática del OA.

A continuación se mencionan los iconos de material de la plantilla e-ESCEN@RIuis Enmarcados en la figura 16.

1. Atrás: Permite devolverse al contenido anterior.
2. Home: Permite volver a la página inicial.
3. Adelante: Permite avanzar al contenido siguiente.
4. Imprimir.
5. Calculadora: Permite realizar cálculos dentro de la plantilla
6. Agente.
7. Libreta de notas.
8. Ejercicios: Se encuentran ejercicios de las diferentes temáticas con el fin de evaluar los conocimientos que el estudiante adquirió a través del estudio de los actividades de aprendizaje.
9. Glosario: Esta opción permite ver el significado de las palabras desconocidas tratadas en las temáticas.
10. Pizarra.

11. Descanso: En el caso del desarrollo de ejercicios, permite que el estudiante cuando se ausenta pueda tener una pausa mediante este icono, con el fin de tomar el tiempo real utilizado en la realización de estos obteniendo una buena estadística.

A continuación se realiza una descripción de las partes que estructuran los núcleos de conocimiento de los contenidos de la temática Introducción a los Sistemas Dinámicos:

Tabla de contenido:

Figura 16. Tablas de contenido del Objeto de Aprendizaje (OA), Introducción a los Sistemas Dinámicos.



En todos los núcleos de conocimiento se incluye el icono de información que es referente a la etapa en que se encuentra el contenido en el diagrama secuencial de actividades de aprendizaje y los objetivos o propósitos de la actividad, además de los datos de los desarrolladores.

INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DINAMICOS

Núcleo de conocimiento: Una breve introducción a todo el objeto de aprendizaje de esta temática.

Figura 17. Imagen del núcleo de conocimiento de introducción a los Sistemas Dinámicos.

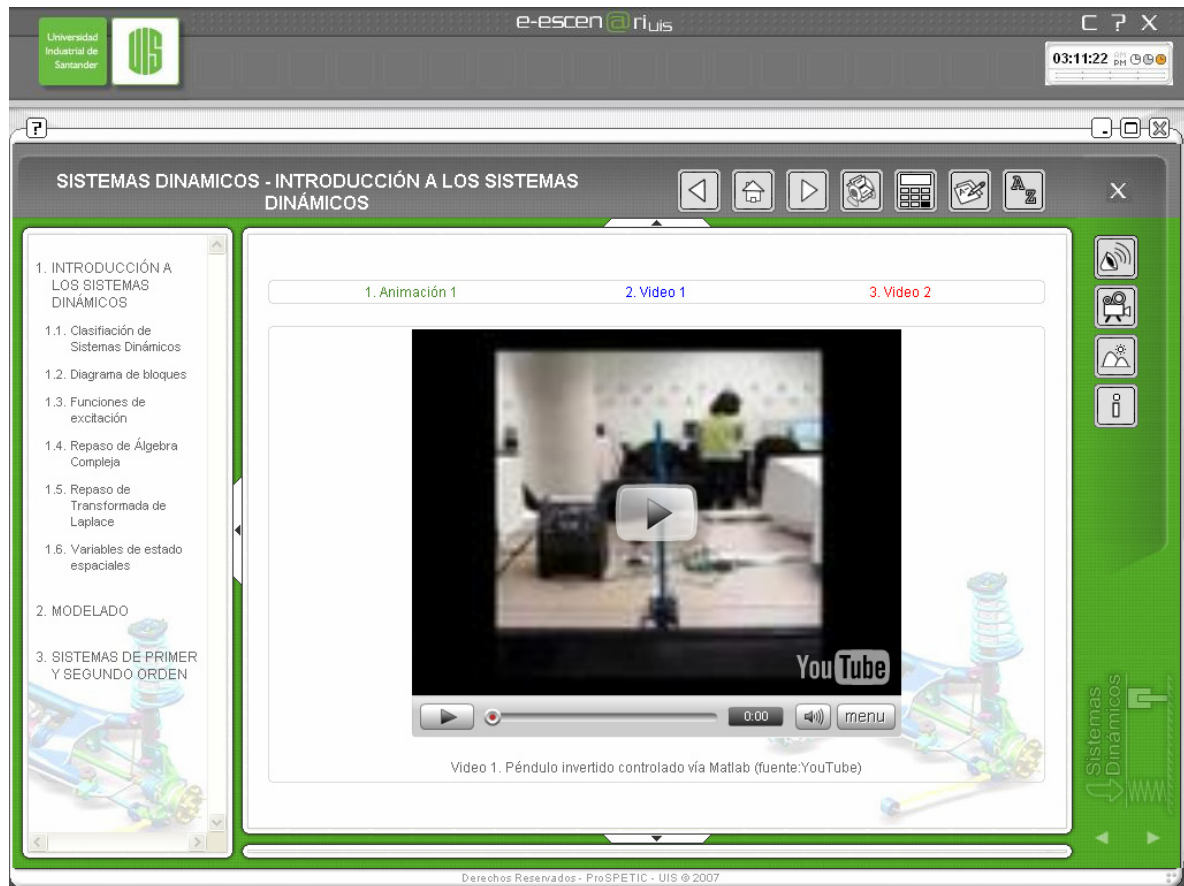


Audio: Se incluye un audio sobre introducción.

Video y animaciones: Se incluye una animación en Flash y 2 videos de aplicaciones de sistemas dinámicos al control en ingeniería en este núcleo de conocimiento (figura 18), proporcionados por YouTube. Debido a los Términos y Condiciones de Uso de la página³⁹, es necesario contar con una conexión a Internet que no restrinja el acceso a YouTube con el fin de observar los videos.

Gráficos y tablas: Se incluyen dos imágenes referentes a ejemplos de sistemas dinámicos.

Figura 18. Videos incluidos en el contenido de introducción del OA.



³⁹ YOUTUBE. Términos y Condiciones de Uso [en línea], cláusula 6.1 F. Disponible en Internet: <<http://es.youtube.com/t/terms>>.

CLASIFICACION DE SISTEMAS DINAMICOS

Núcleo de conocimiento: Se da una clasificación según tres factores característicos de los sistemas dinámicos, mostrando formulas.

Documento Soporte: Contiene un archivo .pdf que profundiza mas la clasificación dada y con referencia bibliográficas.

Gráficos y tablas: se incluyen tres gráficos dando una mejor de cada clasificación de Sistemas Dinámicos y del contenido tratado.

Figura 19. Pantallazo del núcleo de conocimiento Clasificación de Sistemas Dinámicos.

Universidad Industrial de Santander

e-escenari@UIS

03:11:22 PM

Sistemas Dinámicos - Clasificación de sistemas dinámicos

1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS

1.1. Clasificación de Sistemas Dinámicos

1.2. Diagrama de bloques

1.3. Funciones de excitación

1.4. Repaso de Álgebra Compleja

1.5. Repaso de Transformada de Laplace

1.6. Variables de estado espaciales

2. MODELADO

3. SISTEMAS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN

Clasificación de los sistemas dinámicos

Según su linealidad

- Sistemas lineales: una función lineal es aquella que satisface las siguientes propiedades:
 - Aditividad: $f(x + y) = f(x) + f(y)$
 - Homogeneidad: $f(\alpha x) = \alpha f(x)$
- Sistemas no lineales: No cumple con las propiedades antes mencionadas. La ecuación diferencial de un sistema no lineal puede ser linealizada con la ayuda de las Series de Taylor, truncada en el segundo término.

Según el orden de la ecuación diferencial (Gráfico 2)

- Sistema dinámico de primer orden: se rige por una ecuación diferencial de la forma $\frac{dy}{dt} + ay = bu$
- Sistema dinámico de segundo orden: $a_2 \frac{d^2y}{dt^2} + a_1 \frac{dy}{dt} + a_0 y = bu(t)$

Según el numero de entradas (Gráfico 3)

- Sistemas SISO: una entrada, una salida.
- Sistemas MIMO: múltiples entradas, múltiples salidas.

Sistemas Dinámicos

Derechos Reservados - ProSPETIC - UIS © 2007

Figura 20. Documento soporte del contenido Clasificación de los Sistemas Dinámicos, del OA.

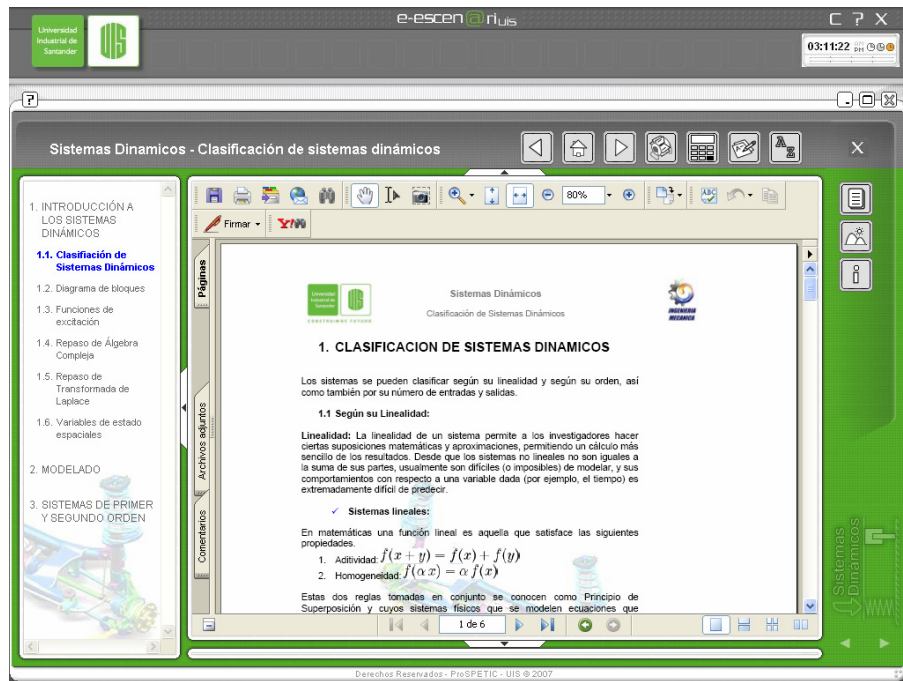


Figura 21. Gráfico incluido en el núcleo Clasificación de los Sistemas Dinámicos.



DIAGRAMAS DE BLOQUES

Núcleo de conocimiento: Una definición con ejemplo sobre el concepto de este contenido.

Documento soporte: Consta de un archivo .pdf el cual contiene mayor información sobre este contenido.

Video y Animaciones: se incluye un video tutorial explicativo de la representación de diagramas de bloques en Matlab-SIMULINK.

Audio: Se incluye un archivo de audio complementario.

Gráficos y tablas: Se incluye tres graficas entre las cuales una es una tabla y otra es una animación .gif referente al contenido de este núcleo de conocimiento.

Figura 22. Imágenes del núcleo de conocimiento del contenido Diagramas de Bloques.

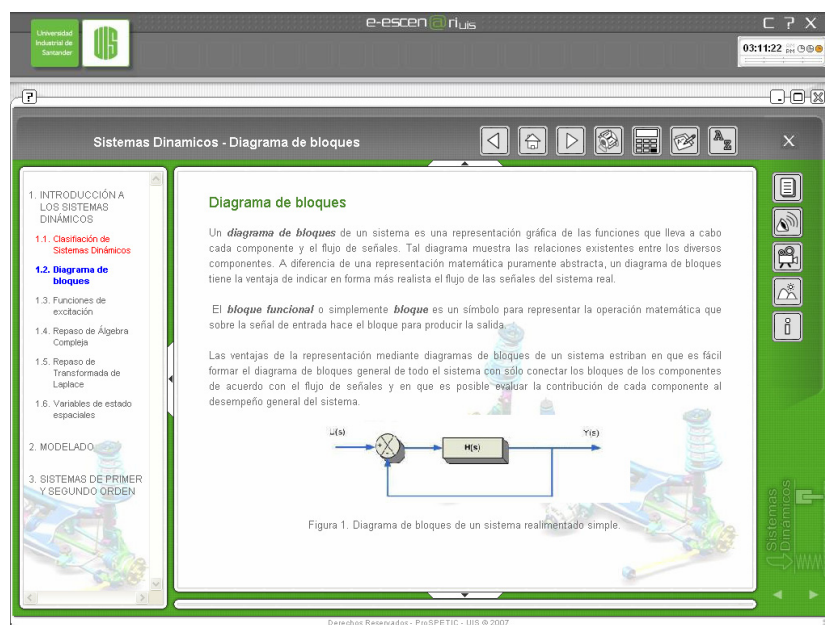


Figura 23. Imágenes de la sección video del contenido Diagramas de Bloques.

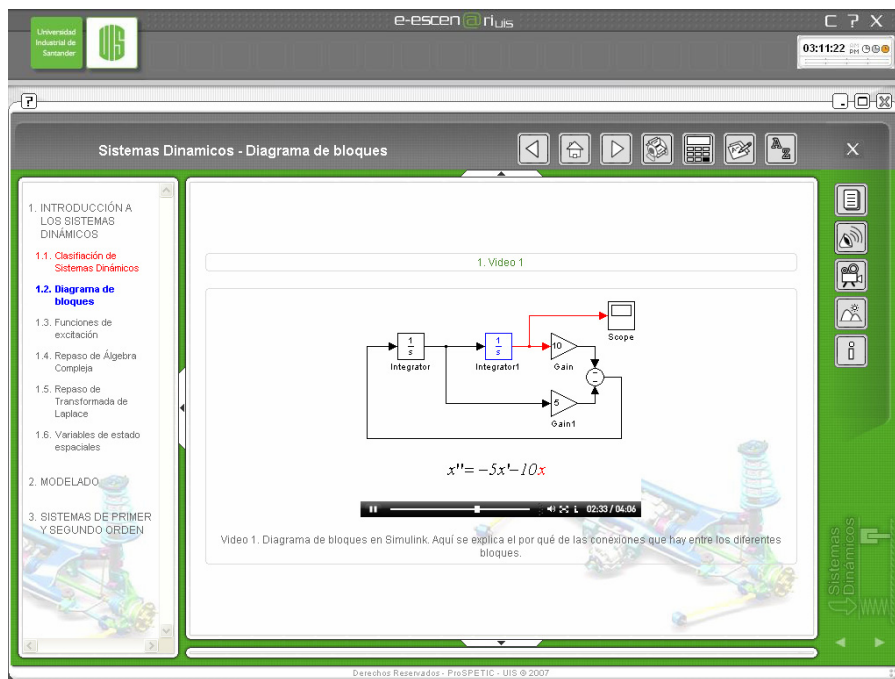
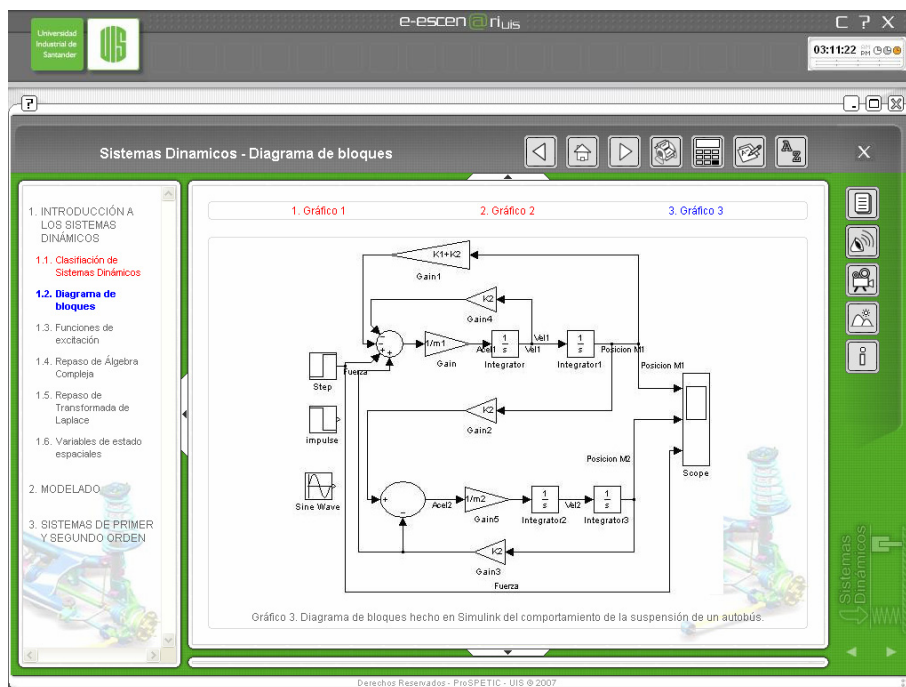


Figura 24. Ejemplo de uno de los gráficos del núcleo de conocimiento Diagrama de Bloques.



FUNCIONES DE EXCITACIÓN

Núcleo de conocimiento: Se presenta las señales mas usadas como entradas de excitación de los SD.

Documento soporte: Como archivo .pdf se presenta el contenido de funciones de excitación, más explicito.

Audio: Se incluye un archivo de audio complementario de este contenido.

Videos y animaciones: Se incluye varias animaciones sobre las graficas en SIMULINK de las funciones de excitación presentadas y sus respectivos iconos.

Figura 25. Imagen del núcleo de conocimiento Funciones de excitación del sistema.

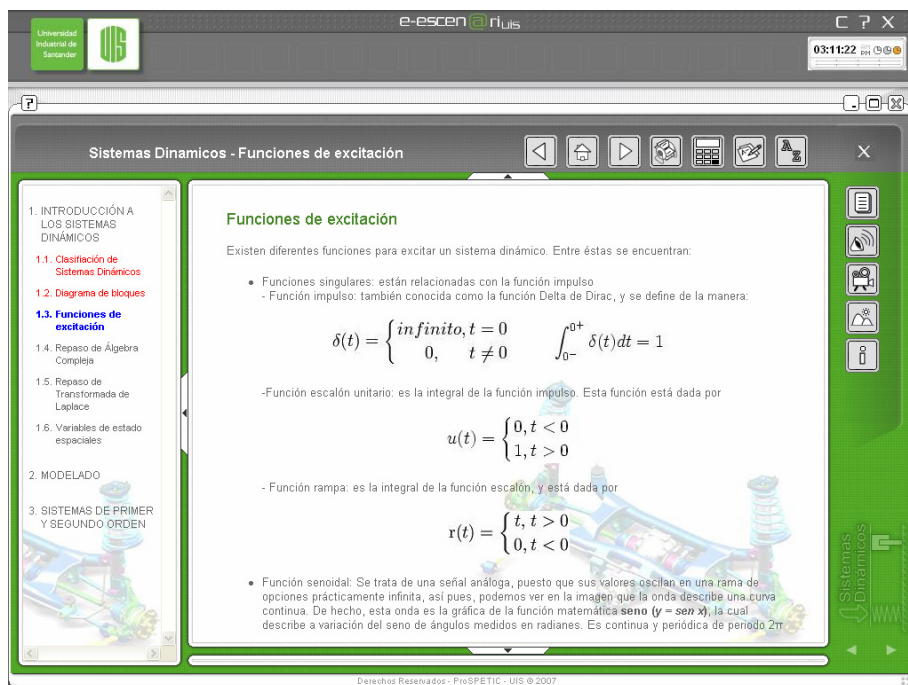


Figura 26. Imagen del documento soporte del núcleo de conocimiento Funciones de excitación.

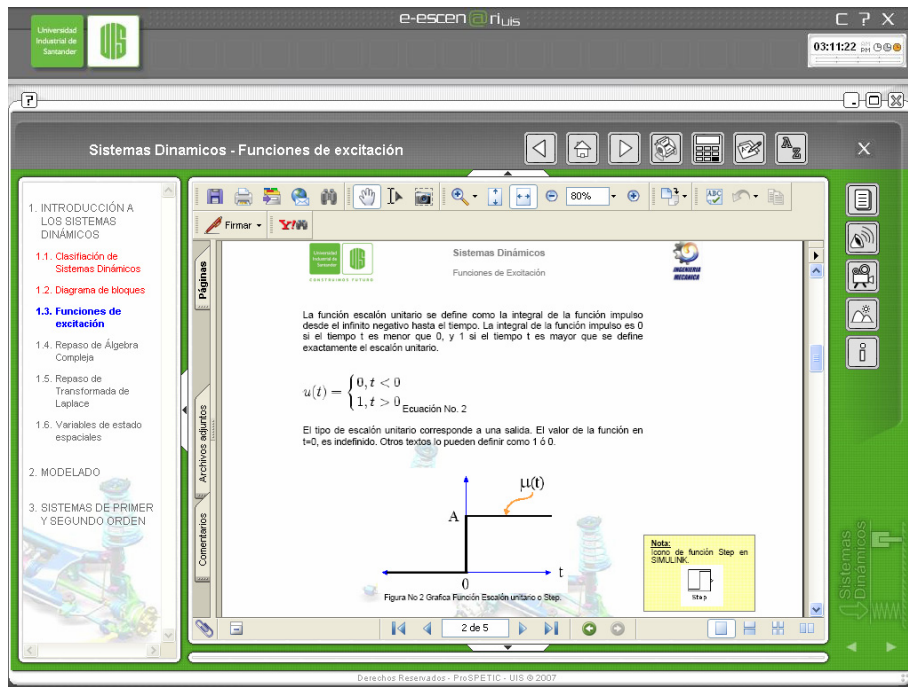
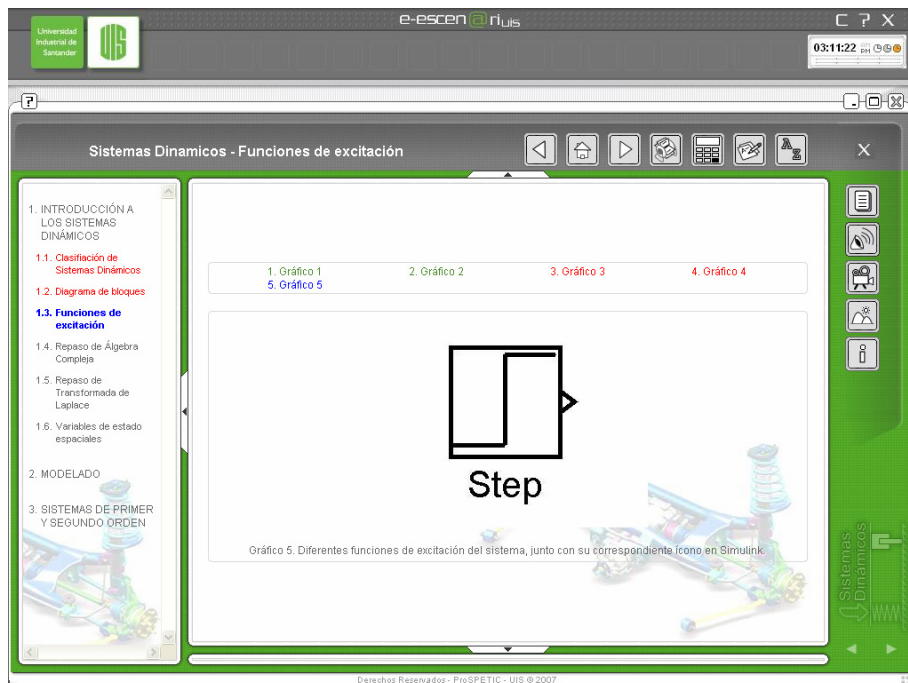


Figura 27. Imagen de la animación presentada del núcleo de conocimiento Funciones de excitación.



REPASO DE ALGEBRA COMPLEJA

Núcleo de conocimiento: Un breve recordatorio del contenido de números complejos y sus formas de presentarse, además de operaciones entre estos.

Documento soporte: Es un archivo .pdf con una mayor profundización en el tema del contenido.

Audio: Se utiliza un archivo de audio para complementar el contenido

Gráficos y tablas: Se utiliza una grafica del que representa el plano polar y rectangular, para ayudar a comprender mejor la representación de los números complejos.

Figura 28. Imagen del núcleo de conocimiento Repaso de álgebra compleja.



Figura 29. Documento soporte del núcleo de conocimiento Repaso de álgebra compleja.

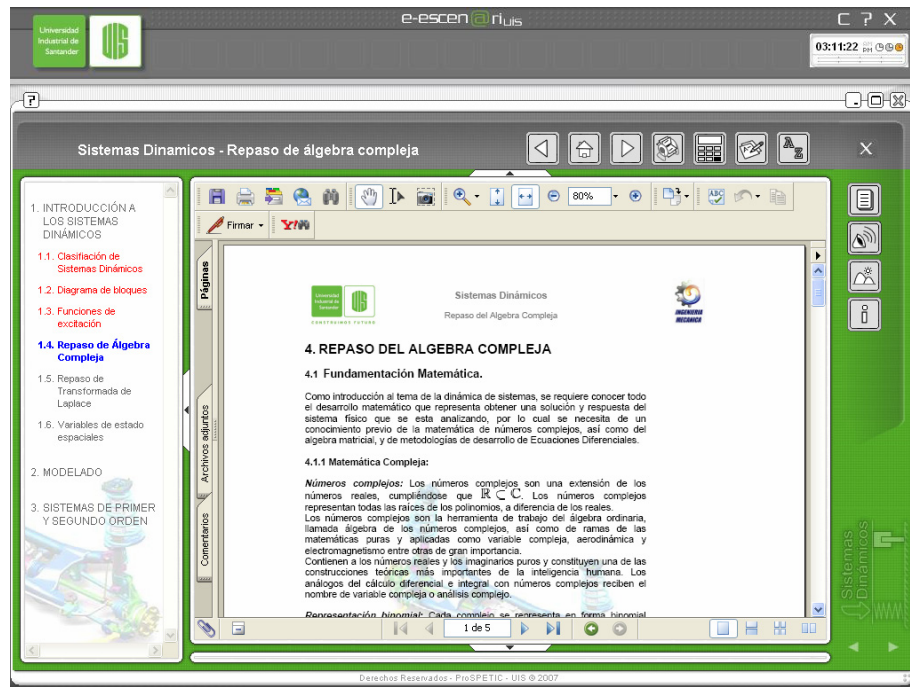
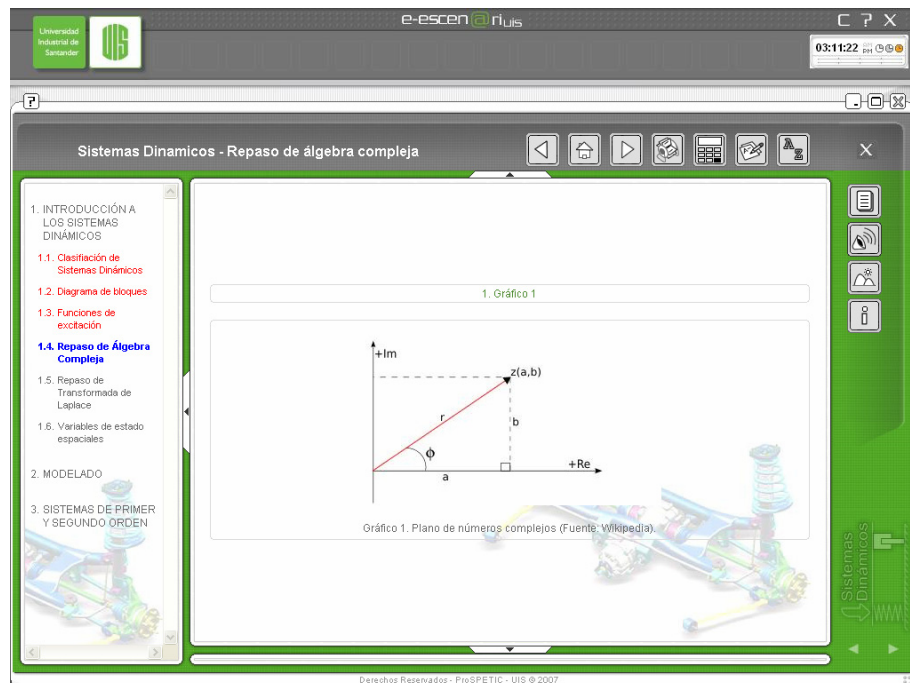


Figura 30. Imagen de la gráfica utilizada en el núcleo de conocimiento Repaso de álgebra compleja.



REPASO DE TRANSFORMADA DE LAPLACE

Núcleo de conocimiento: Se anuncia brevemente el concepto y ecuaciones del método de laplace para desarrollar ecuaciones diferenciales.

Documento soporte: En este archivo .pdf se explica como funciona el método de laplace para aplicarlo al desarrollo de ejercicios típicos de la asignatura, y se incluye el concepto de función de transferencia dinámica, que es un concepto matemático importante para la resolución de problemas.

Graficas y tablas: Se incluyeron una grafica explicativa de ecuaciones y una tabla de transformadas comunes de Laplace.

Figura 31. Imagen del núcleo de conocimiento Repaso de Transformada de Laplace.

Universidad Industrial de Santander

e-escen@uis

03:11:22

Sistemas Dinámicos - Repaso de Transformada de Laplace

1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS

- 1.1. Clasificación de Sistemas Dinámicos
- 1.2. Diagrama de bloques
- 1.3. Funciones de excitación
- 1.4. Repaso de Álgebra Compleja
- 1.5. Repaso de Transformada de Laplace
- 1.6. Variables de estado espaciales

2. MODELADO

3. SISTEMAS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN

Transformada de Laplace

El método de la transformada de Laplace es un método operativo que aporta muchas ventajas cuando se usa para resolver ecuaciones diferenciales lineales. Mediante su uso, es posible convertir muchas funciones comunes, tales como las funciones senoidales, senoidales amortiguadas y las funciones exponenciales, en funciones algebraicas de una variable s compleja. Las operaciones tales como la diferenciación y la integración se sustituyen mediante operaciones algebraicas en el plano complejo. Por tanto, en una ecuación algebraica, una ecuación diferencial lineal se transforma en una variable compleja s .

Se define:

- $f(t)$ = una función del tiempo t tal que $f(t) = 0$ para $t < 0$
- s = una variable compleja
- L = un símbolo operativo que indica que la cantidad a la que antecede se va a transformar mediante la integral

$$\int_0^{\infty} e^{-st} dt$$

de Laplace, la cual está dada por

$$F(s) = \text{transformada de Laplace de } f(t)$$

A continuación, la transformada de Laplace de $f(t)$ se obtiene mediante

$$L[f(t)] = F(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dt [f(t)] = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt$$

El proceso inverso de encontrar la función del tiempo $f(t)$ a partir de la transformada de Laplace $F(s)$ se denomina transformada inversa de Laplace. La notación para la transformada inversa de Laplace es L^{-1}

$$L^{-1}[F(s)] = f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} F(s) e^{st} ds, \quad \text{para } t > 0$$

Las tablas de transformadas de Laplace y las propiedades se encuentran en la sección Imágenes. En el archivo PDF se encuentra el desarrollo del tema **función de transferencia dinámica**, junto con un ejemplo.

Derechos Reservados - ProSPETIC - UIS © 2007

Figura 32. Documento soporte del núcleo de conocimiento Repaso de Transformada de Laplace.

The screenshot shows a software application window titled "Sistemas Dinámicos - Repaso de Transformada de Laplace". The main content area displays a table titled "Tabla No. 2 Lista de Transformadas Comunes". The table has four columns: ID, Función, Dominio en el tiempo $x(t) = \mathcal{L}^{-1}\{X(s)\}$, and Dominio en la frecuencia $X(s) = \mathcal{L}\{x(t)\}$. The table lists several common Laplace transforms, including the unit impulse, unit step, and unit ramp functions.

ID	Función	Dominio en el tiempo $x(t) = \mathcal{L}^{-1}\{X(s)\}$	Dominio en la frecuencia $X(s) = \mathcal{L}\{x(t)\}$	Región de la convergencia para sistemas "causales"
1	impulso ideal	$\delta(t - \tau)$	$e^{-s\tau}$	
1a	impulso unitario	$\delta(t)$	1	todo s
	escalón unitario	$u(t)$	$\frac{1}{s}$	
	escalón unitario con retardo	$u(t - \tau)$	$\frac{e^{-s\tau}}{s}$	
	escalón unitario con retardo y ganancia	$K u(t - \tau)$	$\frac{K e^{-s\tau}}{s}$	

On the right side of the table, there is a "Resumen Tabla No. 2" section listing various Laplace transform pairs and their corresponding regions of convergence. The sidebar on the left contains a table of contents with sections like "1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS", "1.1. Clasificación de Sistemas Dinámicos", "1.2. Diagrama de bloques", "1.3. Funciones de excitación", "1.4. Repaso de Álgebra Compleja", "1.5. Repaso de Transformada de Laplace", "1.6. Variables de estado", "2. MODELADO", and "3. SISTEMAS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN".

Figura 33. Gráfica anexa al núcleo de conocimiento Repaso de Transformada de Laplace.

The screenshot shows the same software application window, but now displaying a block diagram and the corresponding mathematical equations for a second-order system. The block diagram shows an input $U(s)$ entering a block labeled $H(s)$, which produces an output $Y(s)$. Below the block diagram, the differential equation is given as $M \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + C \frac{dy(t)}{dt} + K y(t) = u(t)$ with initial conditions $y(0) = 0$ and $\dot{y}(0) = 0$. The transfer function is derived as $H(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{Ms^2 + Cs + K}$. The sidebar on the left is the same as in Figure 32.

VARIABLES DE ESTADO ESPACIALES

Núcleo de conocimiento: se describe el método matemático para desarrollar ecuaciones diferenciales, aplicado a un ejemplo típico.

Documento soporte: este .pdf explica claramente el procedimiento para desarrollar ecuaciones diferenciales por este método.

Figura 34. Imagen del núcleo de conocimiento Variables de estado espaciales.

Universidad Industrial de Santander

e-escenarius

03:11:22

Sistemas Dinámicos - Variables de estado espaciales

1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS

- 1.1. Clasificación de Sistemas Dinámicos
- 1.2. Diagrama de bloques
- 1.3. Funciones de excitación
- 1.4. Repaso de Álgebra Compleja
- 1.5. Repaso de Transformada de Laplace
- 1.6. Variables de estado espaciales

2. MODELADO

3. SISTEMAS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN

Variables de estados espaciales

Ecuación de estado y ecuación de salida general de variables de estado espacial invariantes en tiempo e invariante en el tiempo.

$$\begin{aligned}\dot{x} &= A(t)x(t) + B(t)u(t) \\ y &= C(t)x(t) + D(t)u(t)\end{aligned}$$

Siendo:

- A(t): matriz de estado.
- B(t): Matriz de entrada.
- C(t): Matriz de salida.
- D(t): Matriz de transmisión directa.

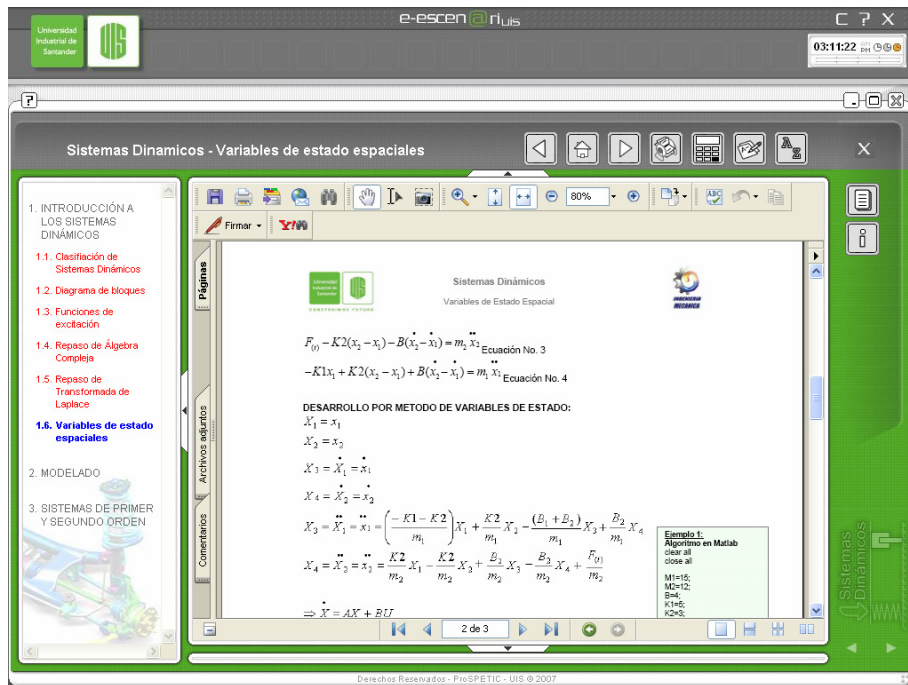
Si las funciones no involucran el tiempo t explícitamente, entonces el sistema se denomina invariante con el tiempo. En este caso las ecuaciones anteriores se simplifican a:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= Ax(t) + Bu(t) \\ y &= Cx(t) + Du(t)\end{aligned}$$

Sistemas Dinámicos

Derechos Reservados - ProSPETIC - UIS © 2007

Figura 35. Documento soporte del núcleo de conocimiento Variables de estado espaciales.



MODELADO

Núcleo de conocimiento: se presenta un procedimiento aconsejable para realizar el modelamiento de sistemas dinámicos.

Documento soporte: un .pdf con la aplicación directa a un problema típico planteado en la vida ingenieril.

Videos y animaciones: Se anexa en este espacio, una animación hecha en flash de un ejemplo problema que se desarrolla en el documento soporte.

Graficas y tablas: Se muestran dos graficas referentes al ejemplo desarrollado en el documento soporte.

Figura 36. Imagen del núcleo de conocimiento Modelamiento.



Figura 37. Imagen del documento soporte del núcleo de conocimiento Modelamiento.

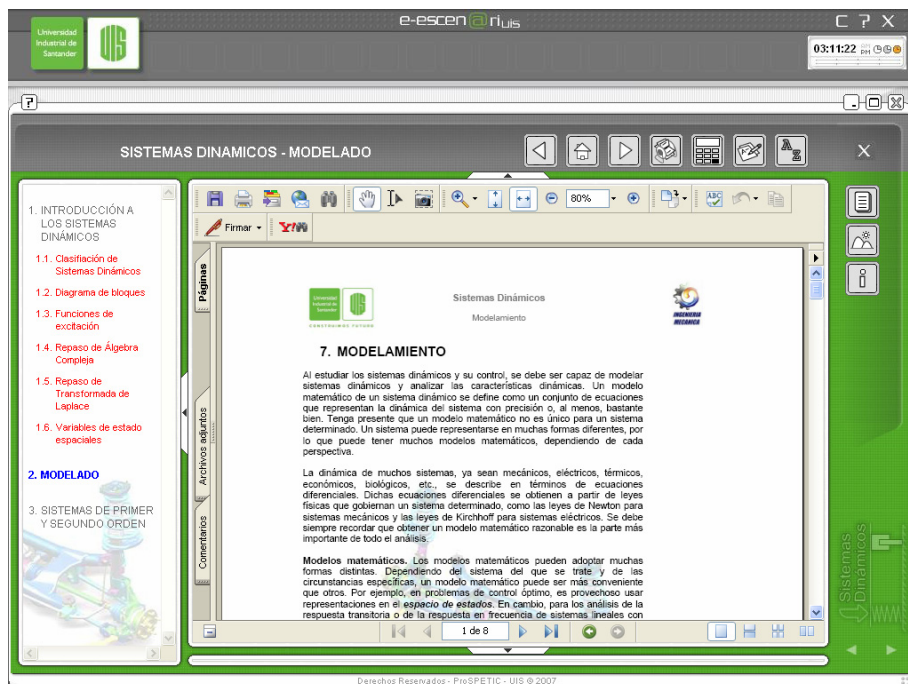
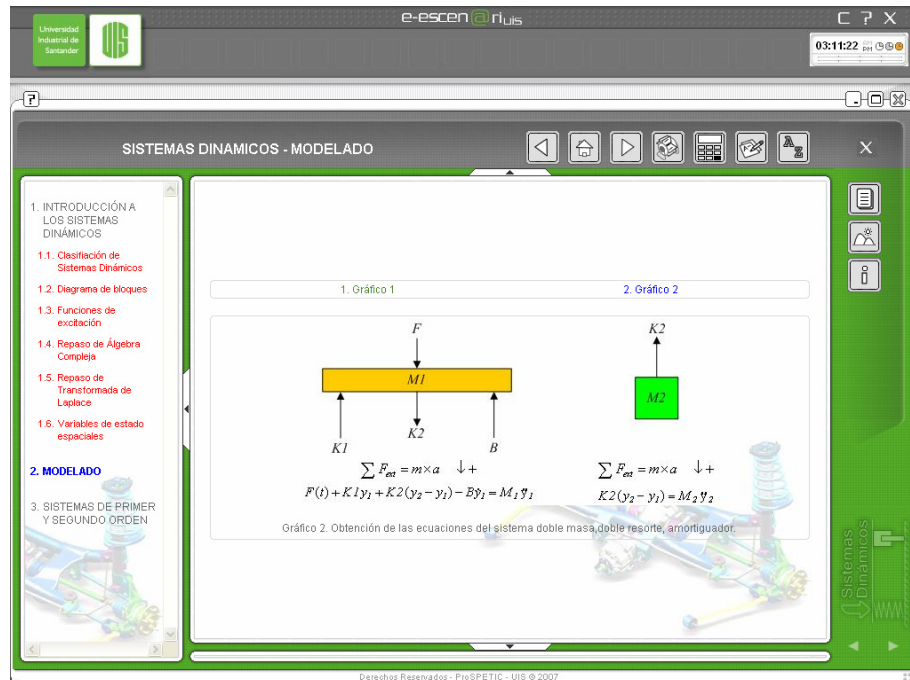


Figura 38. Imagen de la animación del núcleo de conocimiento Modelado



Figura 39. Imagen de una de las gráficas anexas al núcleo de conocimiento Modelado



SISTEMAS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN

Núcleo de conocimiento: Como anteriormente se ha hecho la clasificación de los sistemas dinámicos, y se había estipulado que existían S.D de primer orden y de orden mayor, que generalmente se emplean de segundo orden, se enfocó este núcleo de conocimiento a la simulación de estos SD.

Videos y animaciones: Se incluye dos videos tutoriales, enfocados a un ejemplo desarrollado por completo, donde se muestra el inicio del modelamiento, hasta la simulación por dos métodos matemáticos diferentes.

Graficas y tablas: Se realizaron 3 graficas, entre estas una tabla de respuestas obtenidas de la simulación con Matlab y SIMULINK.

Figura 40. Imagen del núcleo de conocimiento Sistemas de primer y segundo orden.

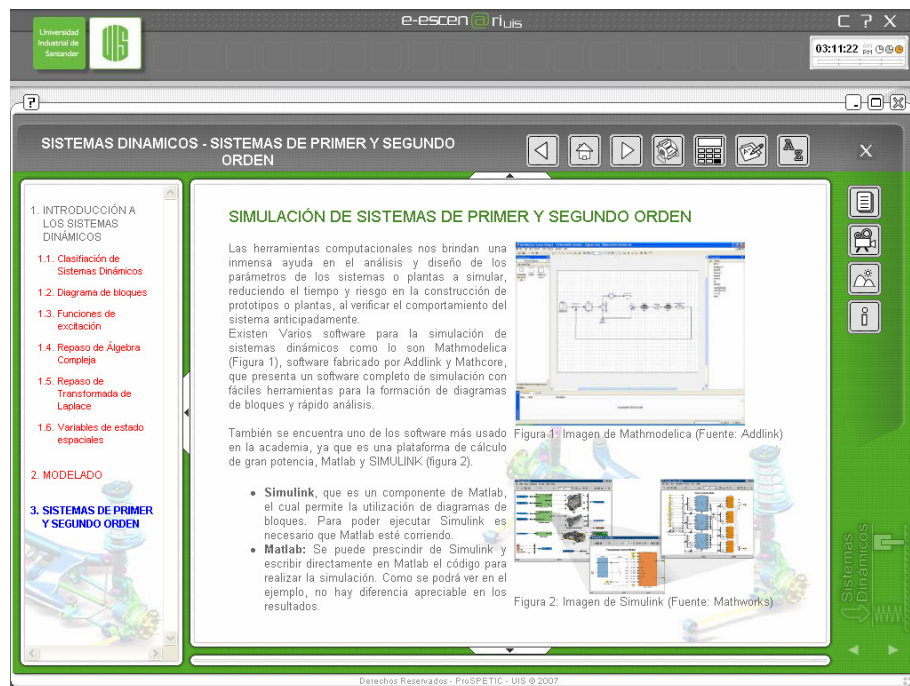


Figura 41. Animación del núcleo de conocimiento Sistemas de primer y segundo orden.

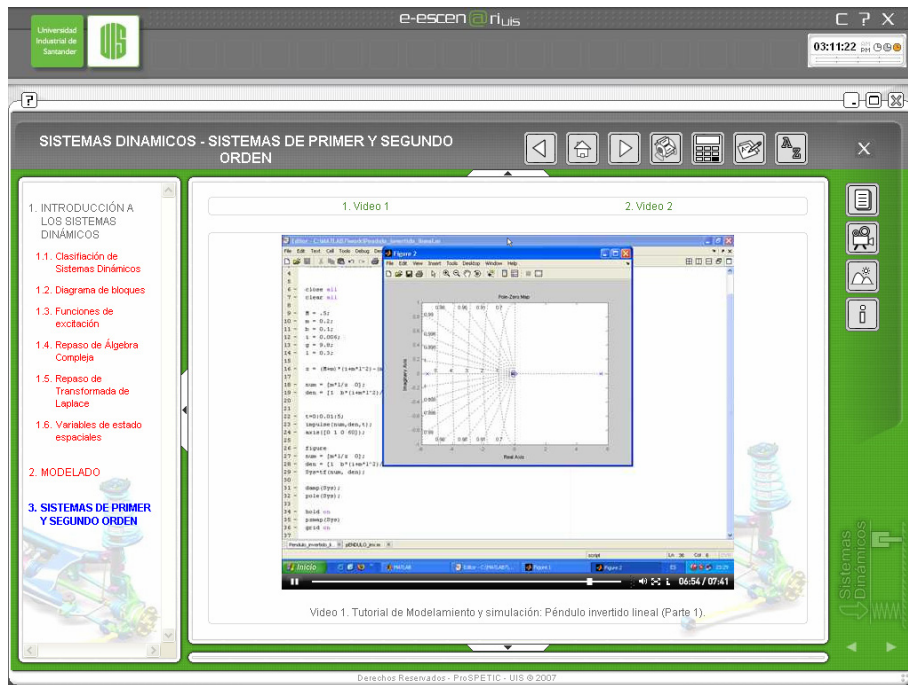
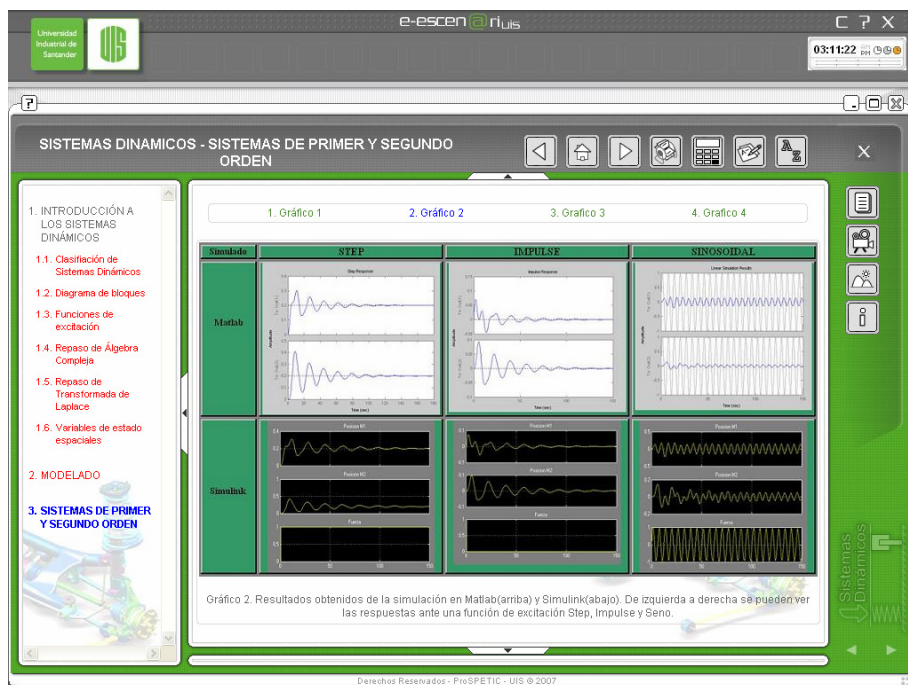


Figura 42. Gráficas del núcleo de conocimiento Sistemas de primer y segundo orden.



Para una mejor observación del OA, éste será publicado en la Biblioteca Digital de Recursos Didácticos de la Universidad Industrial de Santander.

4.3.2 Sistema Generador de Ejercicios Interactivos de la Plataforma *e-learning* *escena@riuis*.

El Objeto de Aprendizaje no estaría completo sin un sistema interactivo que permita la evaluación de la temática tratada en el Objeto de Aprendizaje, y por lo tanto, permita saber si el aprendizaje se efectuó realmente. Bajo la supervisión del experto docente, se elaboraron varios ejercicios que cubrían la temática “Introducción a los Sistemas Dinámicos”.

Estos ejercicios pueden ser de solución abierta, de selección, de completar una frase, de asociación de conceptos, de ordenamiento, sopa de letras o cuestionario; y tener varios niveles de dificultad: Fácil, Medio o Difícil. En todos los casos no solo incluye el enunciado y las posibles opciones de respuesta (si aplica), sino también una retroalimentación (justificación de la respuesta), la identificación del tema y subtema al cual el ejercicio hace referencia y las referencias bibliográficas para la redacción del ejercicio. También indica cuál competencia se está evaluando: Interpretativa, Argumentativa o Propositiva.

Cada pregunta indica su peso relativo en la calificación, es decir, indica si una pregunta dada debe tener mayor valor que las otras para la calificación. Además existe la opción de reservar dicha pregunta para ser utilizada en evaluaciones. En la figura 43 se puede observar el formato de la elaboración de preguntas.

Figura 43. Formato para la elaboración de preguntas.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
CONSTRUYENDO FUTURO

Proyecto Institucional "Soporte al Proceso Educativo Mediante Tecnologías de Información y Comunicación" – ProSPETIC

FORMATO PARA LA ELABORACION DE PREGUNTAS



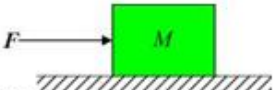
Centic
Centro de Tecnologías de Información y Comunicación

PREGUNTAS TIPO SELECCIÓN

Código Escuela	24		
Nombre Escuela	Escuela de Ingeniería Mecánica		
Código Asignatura	21823		
Nombre Asignatura	Sistemas Dinámicos		
Experto Temático	Carlos Borrás Pinilla, Ph.D.		
Nombre Estudiante	Juan Francisco Castillo Rueda	Código	2012292
Nombre Estudiante	Luis Miguel Hernández Añano	Código	2020918

Ejercicio #	19		
Título Ejercicio	Sistema masa-fuerza, clasificación de la función de excitación.		
Descripción Ejercicio	Determinación del tipo de excitación del sistema dinámico físico		
Tema	Introducción a los Sistemas Dinámicos		
Subtema	Funciones de excitación		
Nivel de Dificultad	Fácil	Peso	1
Competencia	Interpretativa	Evaluación?	

Enunciado



En la anterior figura, el cuerpo de masa M está apoyado en una mesa sin fricción, el cuerpo permanece en reposo. En el tiempo $t=0$, se ejerce una fuerza F sobre el cuerpo, en dirección horizontal. Dicha fuerza es constante y se mantiene aplicada todo el tiempo. Se desea conocer la posición del cuerpo en función del tiempo, considerando que para $t=0$, la masa se encontraba en el punto $x=0$. ¿Qué tipo de función de excitación se está ejerciendo sobre el sistema?

Elementos	Opciones de Respuesta	Opción Correcta
Elemento 1	Impulso	
Elemento 2	Escalón	X
Elemento 3	Rampa	

Retroalimentación

Antes de $t=0$, no había fuerza alguna ejercida. A partir de $t=0$, se ejerce una fuerza constante F. Esto es consistente con la definición de la función escalón:

$$u(t) = \begin{cases} 0 & t \leq 0 \\ F & t > 0 \end{cases}$$

Referencias

BORRAS PINILLA, Carlos. Memorias de clase – Sistemas Dinámicos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2007.

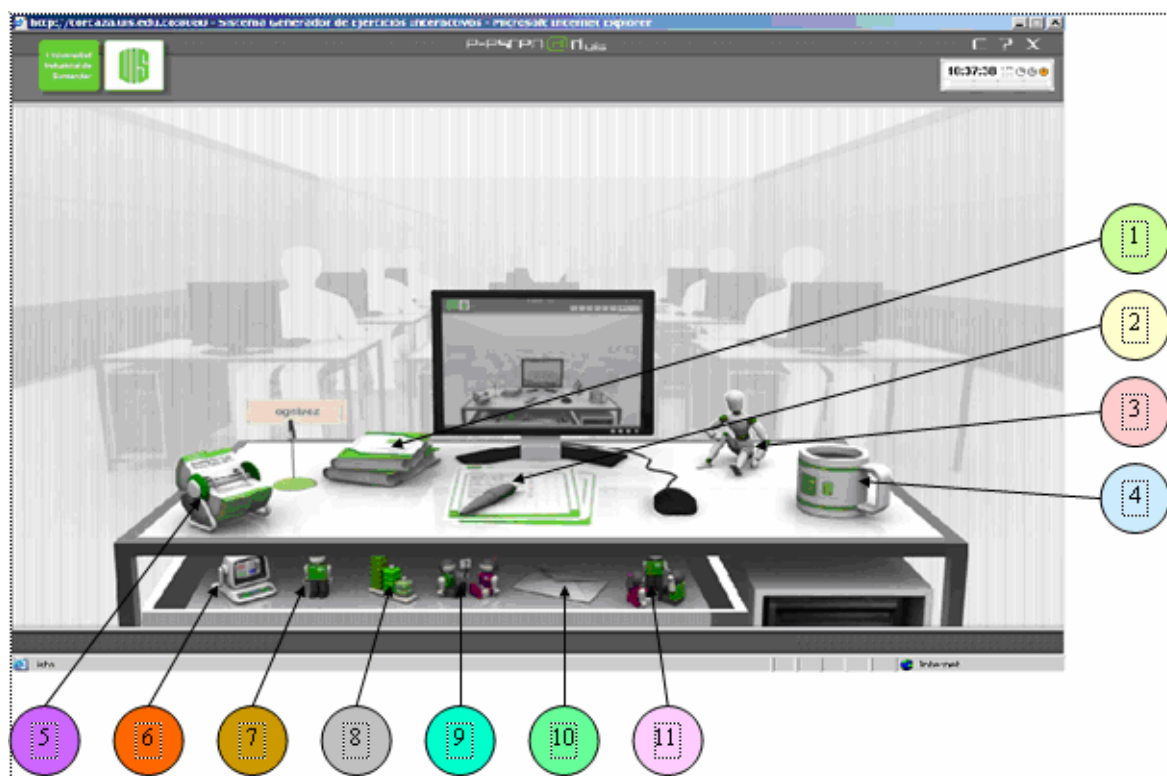
OGATA, Katsuhiko. Ingeniería de Control Moderna, 3ª edición. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1998. 1015 p.

Dinámica de Sistemas. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1995. 608 p.

Elaboró:	Revisó:	Aprobó:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Hora:	Hora:	Hora:

La plataforma institucional de *e-learning* de la Universidad Industrial de Santander, e-escena@ri_uis cuenta con un escritorio virtual desde el cual se puede acceder a sus diferentes recursos, todo esto puede ser visualizado en la Figura 44.

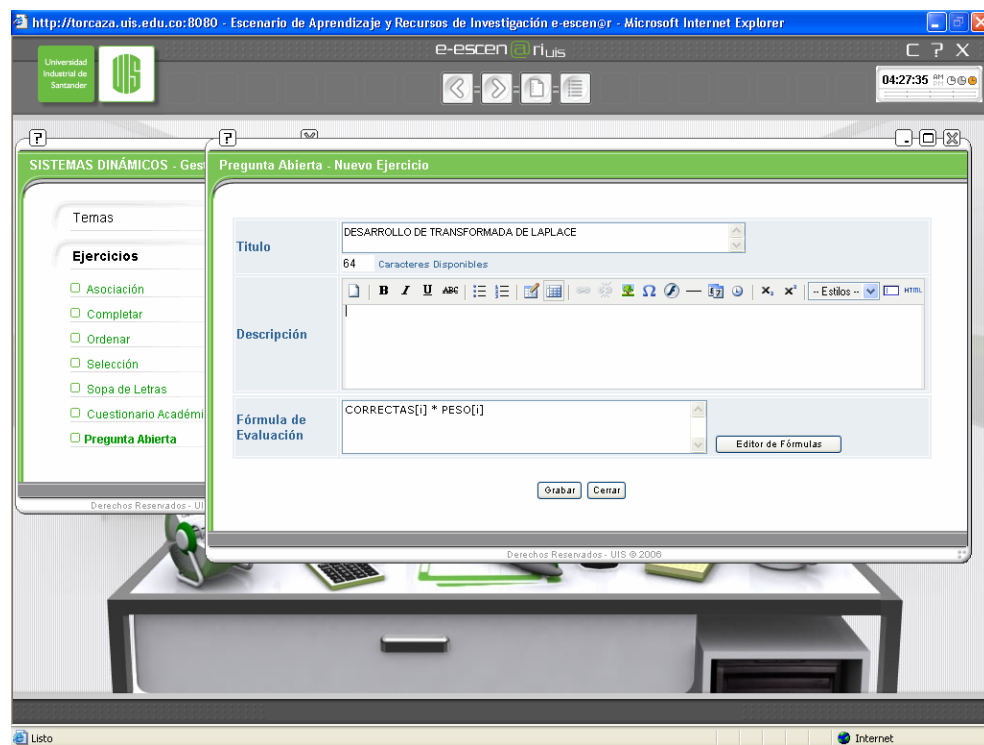
Figura 44. Explicación del escritorio virtual de la plataforma e-escen@ri_uis.



1. Contenidos
2. Gestor de evaluación.
3. Asistente personal.
4. Descanso.
5. Bibliografía.
6. Configuración de pantalla.
7. Características del usuario.

8. Estadísticas: Aquí el docente puede observar y evaluar la participación de los estudiantes a las actividades propuestas por él.
9. Chat: Aquí el docente puede acordar con los estudiantes las consultas interactuando directamente con ellos.
10. Correo: La universidad se encarga subir a la plataforma los grupos en los cuales el docente ejerce su actividad, y ellos tendrán un correo exclusivo para comunicarse con el docente.
11. Foro: Aquí el docente puede proponer un tema en discusión y observar el contenido de las participaciones de cada estudiante.

Figura 45. Imagen del Gestor de evaluación de la plataforma e-escen@riuis para el grupo de Sistemas Dinámicos.



Los ejercicios planteados en los formatos como el de la figura No. 43, luego son subidos al gestor de evaluación del escritorio virtual de la plataforma escen@riuis. Para acceder a los ejercicios planteados, los estudiantes matriculados en la asignatura Sistemas Dinámicos pueden ingresar por el portal del profesor

digitando un nombre de usuario y su respectiva contraseña. El profesor tiene acceso como administrador de los ejercicios y puede agregar unos nuevos así como modificarlos.

5. CONFORMACION DEL PORTAL WEB DEL PROFESOR CARLOS BORRÁS PINILLA

Las plantillas del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla, fueron elaboradas por la división de servicios de información. Las cuáles estarán disponibles para todos los docentes UIS.

En este trabajo de grado se desarrolló el portal del profesor Carlos Borrás Pinilla y actualizaron algunos de los datos más importantes de su actividad docente.

5.1 OBJETIVOS DEL PORTAL WEB DEL PROFESOR

- ✓ Permitirle al profesor de la Universidad Industrial de Santander tener un espacio Web donde pueda dar a conocer su labor y desempeño como docente.
- ✓ Dirigir y orientar actividades pedagógicas, que van de la mano con las tendencias de aprendizaje.

Direccionamiento en Internet:

Todos los usuarios de Internet podrán ingresar al portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla en la siguiente dirección:

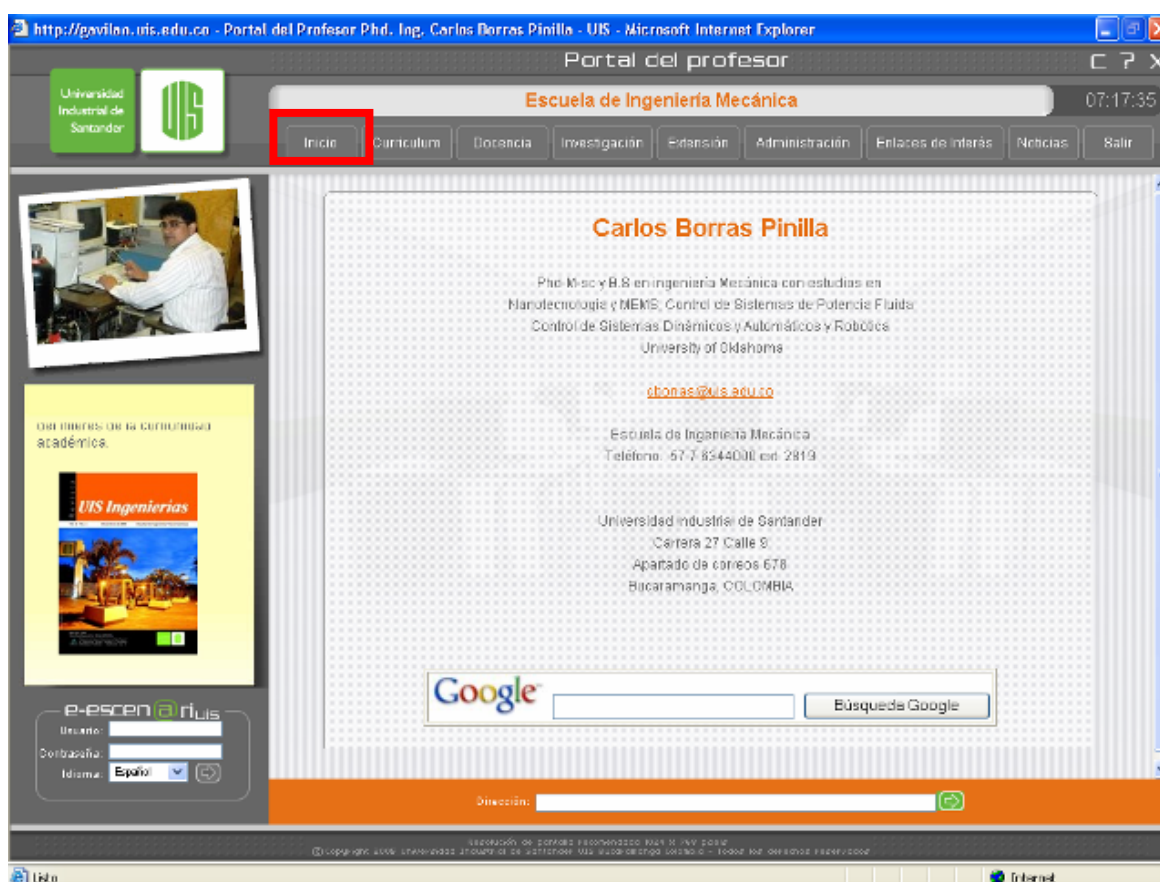
<http://gavilan.uis.edu.co/~cborras>.

Se recomienda el uso del navegador Internet Explorer, para su mejor observación.

5.2 OBJETIVOS ESTRUCTURACIÓN DEL PORTAL DEL PROFESOR CARLOS BORRÁS PINILLA

El portal se encuentra estructurado de acuerdo a la plantilla diseñada por el Laboratorio de I+D del CENTIC, y cuenta con un menú principal de vínculos como siguen: inicio, currículo, docencia, investigación, extensión, administración, enlaces de interés, noticias y salir; tal como se aprecia en la figura 46.

Figura 46. Vista del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.



Fuente: <http://gavilan.uis.edu.co/~cborras>.

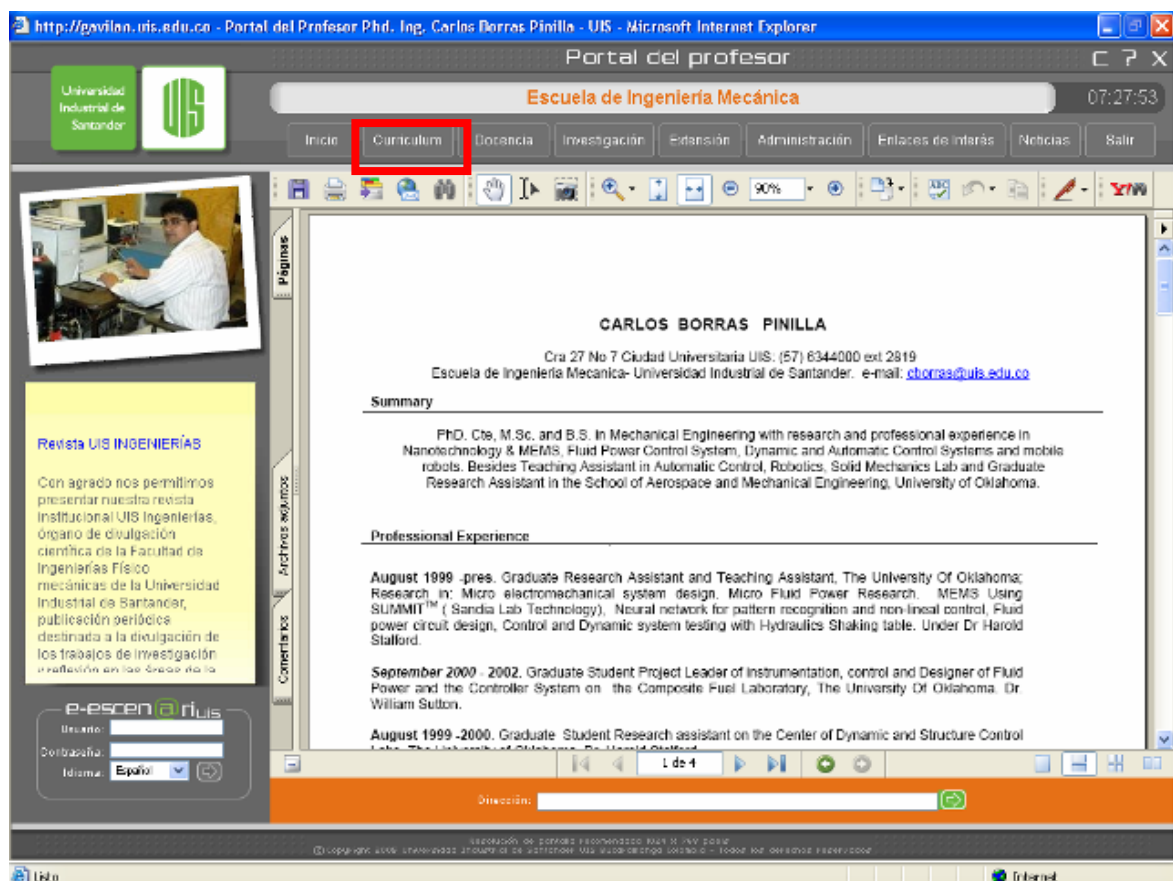
Sección Inicio:

En esta sección se encuentra los datos del profesor y de la universidad, como puede verse en la figura 45.

Sección currículum:

En esta sección se encuentra en archivo .pdf el *curriculum vitae* del profesor Carlos Borrás Pinilla, como se observa en la figura 47.

Figura 47. Sección currículum del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.



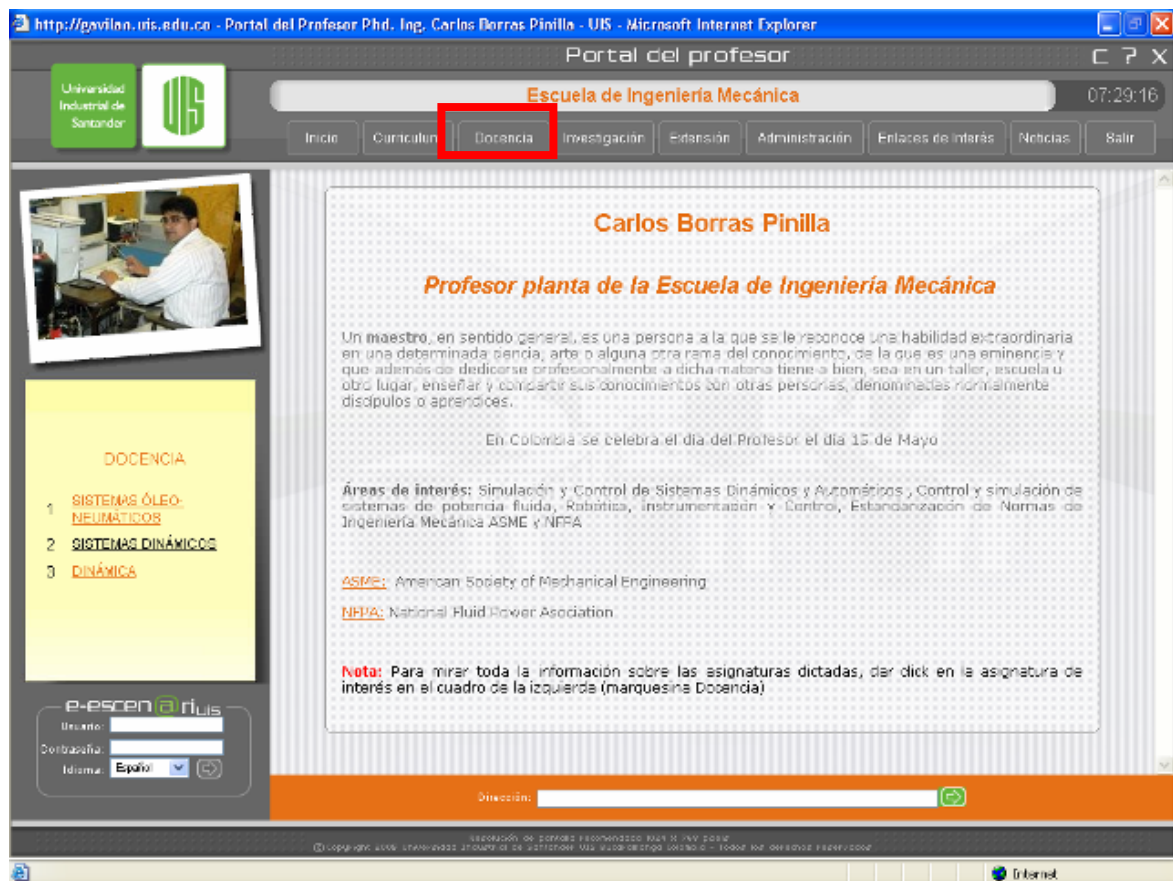
Fuente: <http://gavilan.uis.edu.co/~cborras>.

Sección Docencia:

Este vínculo cuenta con varios vínculos internos, al dar clic en el vínculo docencia, se visualiza un texto con un mensaje y algunos datos de las áreas de interés del

profesor, como se observa en la figura 48; al mismo tiempo en la marquesina amarilla izquierda se presenta los vínculos de las asignaturas dictadas actualmente por el profesor Carlos Borrás Pinilla, al dar clic en cada uno de los vínculos de las asignaturas, saldrá la información pertinente a la respectiva asignatura, en el caso de la asignatura Sistemas Dinámicos se encuentran los objetivos, los contenidos de la asignatura , fotos de los estudiantes y algún material de soporte para los estudiantes que cursan la materia.

Figura 48. Sección docencia del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.



Fuente: <http://gavilan.uis.edu.co/~cborras>.

Sección Investigación:

En esta sección se muestra el historial de investigaciones y trabajos realizados por el docente, organizados cronológicamente. Ver figura 49.

Figura 49. Sección Investigación del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.



Fuente: <http://gavilan.uis.edu.co/~cborras>.

Sección Extensión:

En esta sección de portal, se encuentra las actividades realizadas por el docente, distintas de las clases asignadas, como por ejemplo los proyectos de grados que se encuentran bajo su dirección, ver figura 50.

Figura 50. Sección Extensión del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.



Fuente: <http://gavilan.uis.edu.co/~cborras>.

Sección Administración:

En esta sección se encuentran los cargos ocupados por el profesor Carlos Borrás Pinilla, a lo largo de su trabajo en la Universidad Industrial de Santander.

En la figura 51 se muestra un pantallazo de esta sección.

Figura 51. Sección Administración del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.



Fuente: <http://gavilan.uis.edu.co/~cborras>.

Sección enlaces de interés:

Esta sección contiene vínculos de otras paginas Web, de las cuales el docente considera son de interés por parte de los estudiantes, para que tengan un conocimiento y una visión general del entorno de conocimiento en red.

En la figura 52 se muestra esta sección.

Figura 52. Sección Enlaces de Interés del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.



Fuente: <http://gavilan.uis.edu.co/~cborras>.

Sección Noticias:

Esta sección está ubicada en la parte media del lado izquierdo del portal, y lleva escrito en texto dinámico la información que el docente quiere que sea vista por los usuarios del portal, ver figura 53.

Figura 53. Sección Noticias del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.



Fuente: <http://gavilan.uis.edu.co/~cborras>.

Vínculo Salir:

Este vínculo es para cerrar la ventana del programa navegador que se este usando.

Se puede observar que el portal del profesor cuenta además con otros atributos como lo es un reloj, fotografía del docente, logo de la Universidad Industrial de Santander, y un login para entrar a escen@riuis.

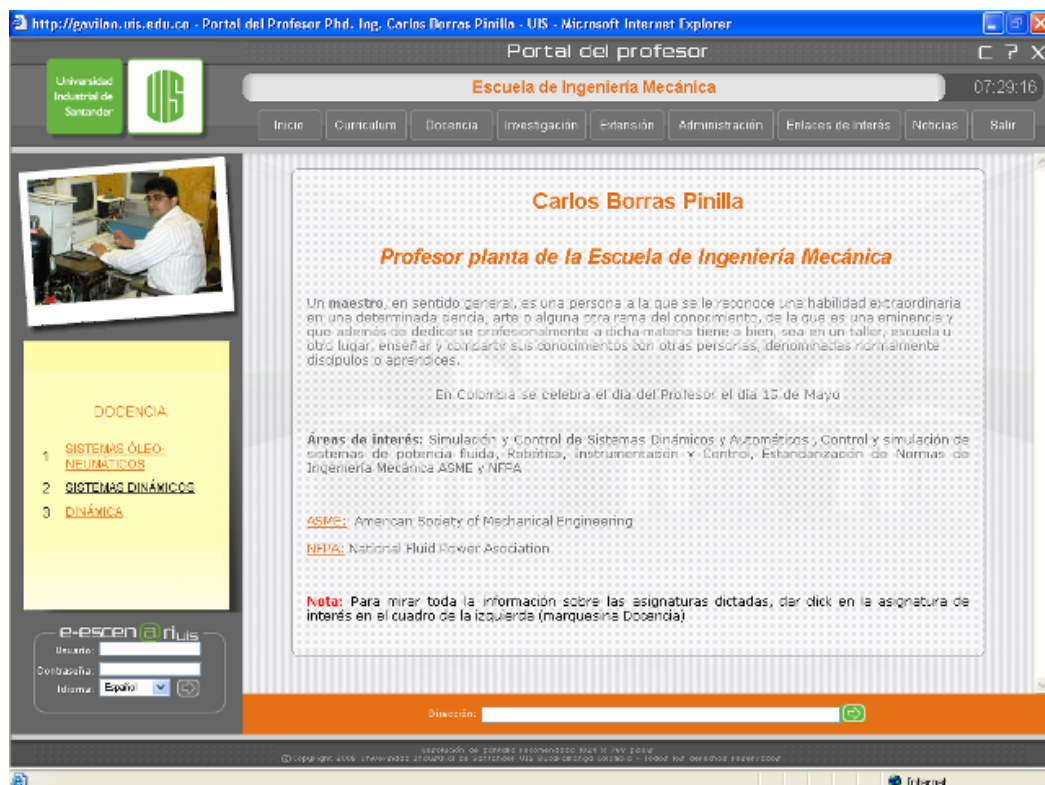
Desde este portal los estudiantes y el docente tendrán acceso a la plataforma educativa e-escena@riuis, la cual les ofrecerá una serie de herramientas que

facilitarán el proceso de enseñanza aprendizaje teniendo en cuenta los distintos estilos de aprendizaje de los estudiantes.

5.3 ORGANIZACION DEL PORTAL DEL PROFESOR CARLOS BORRÁS PINILLA PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS DINAMICOS.

La sección del icono Docencia, del portal del profesor Carlos Borrás Pinilla consta de dos partes: una es la sección (ver figura 51) donde se presenta áreas de interés del perfil del profesor, así como un mensaje del sentido del maestro, y la otra parte es la marquesina ubicada en la parte izquierda media (ver figura 54, marquesina amarilla), donde se encuentran los vínculos a las asignaturas a cargo del profesor actualmente.

Figura 54. Sección docencia del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.



Fuente: <http://gavilan.uis.edu.co/~cborras>.

Respecto a la conformación del portal con la asignatura sistemas dinámicos, al dar clic en el vinculo este visualiza la información pertinente a la asignatura (ver figura 55), donde se muestran los objetivos de la asignatura, la tabla de contenido, el calendario con la programación de los previos y entregas de trabajos, los alumnos que están matriculados en la asignatura, y material de soporte (ayuda teórica para los estudiante en archivos .pdf).

Figura 55. Vinculo a la sección Sistemas Dinámicos del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.

The screenshot shows a web browser window displaying the portal of Professor Carlos Borrás Pinilla. The page is titled 'Portal del profesor' and 'Escuela de Ingeniería Mecánica'. The main content area is for the 'SISTEMAS DINÁMICOS' course, which is part of the 'INGENIERÍA MECÁNICA' program. The page includes a sidebar with a list of topics, where 'SISTEMAS DINÁMICOS' is highlighted. The main content area displays the course objectives and a table of contents.

Programa académico

INGENIERÍA MECÁNICA

Objetivos de la asignatura

- Modelar, simular y analizar los sistemas dinámicos evaluando estabilidad y desempeño. Proceso acompañado por el aprovechamiento de las herramientas computacionales para modelar los sistemas dinámicos. Con el objetivo de plantear soluciones a problemas específicos de un sistema y la aplicación de técnicas de control para controlar y obtener una respuesta dinámica deseada del sistema.

Contenido

[Tabla de contenido](#)

Fecha de inicio: 16 de octubre 2007

Fecha de terminación: 23 de febrero 2008

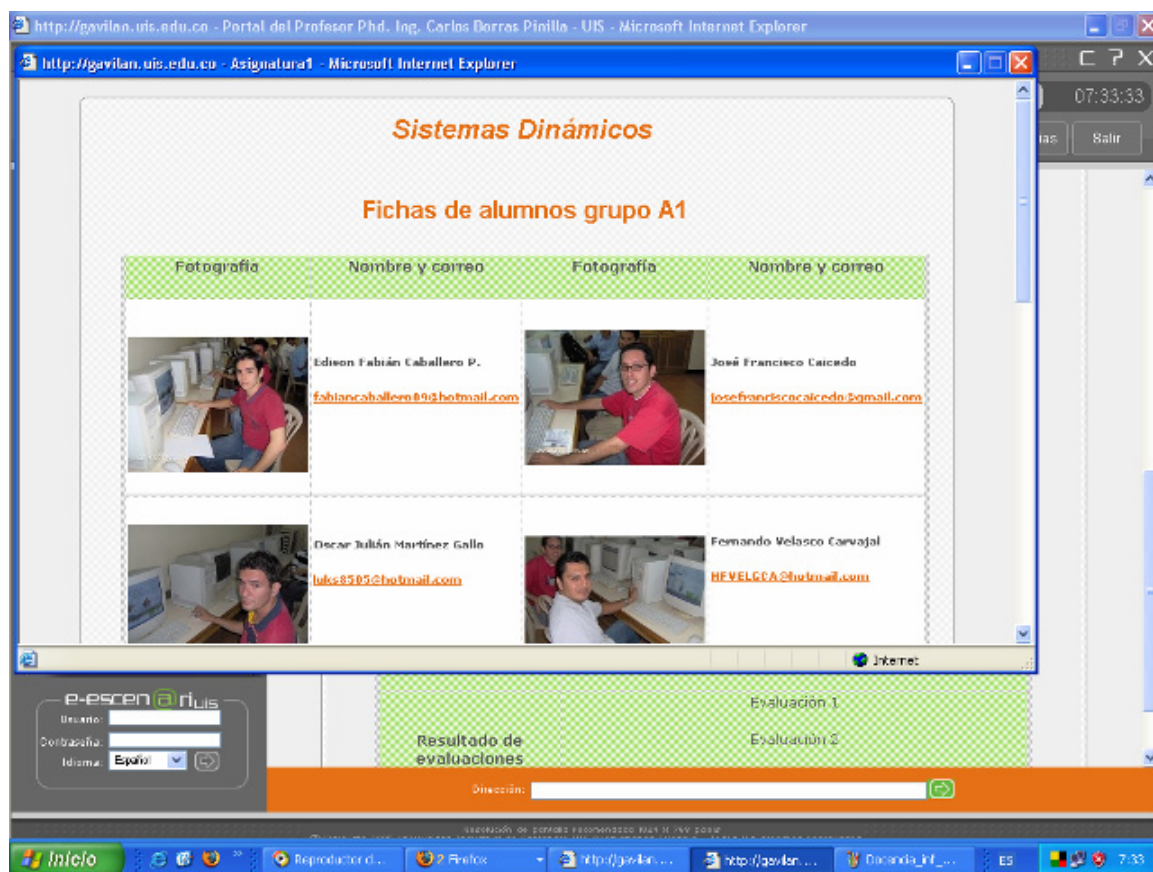
Horario: 10:00 a 11:00

Fuente: <http://gavilan.uis.edu.co/~cborras>.

En el vínculo interno del grupo, se puede ver las fotografías de los estudiantes matriculados, junto con sus respectivos correos electrónicos, para establecer un contacto entre estudiantes, así como un reconocimiento mejor por parte del docente.

Las fotos de los estudiantes se visualizan al dar clic en el vínculo interno de la asignatura de Sistemas Dinámicos en el vínculo grupo A1, como se ve en la figura 56.

Figura 56. Vinculo al grupo A1 del portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla.



6. CONCLUSIONES

- Se elaboró un diseño instruccional basado en competencias para la asignatura Sistemas Dinámicos, a partir de la metodología del Análisis Funcional, con el propósito de ofrecer a los estudiantes y al docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica una herramienta que apoye el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los productos finales de este proceso son: el diagrama secuencial de actividades de aprendizaje (DSA², ver anexo D), la tabla de saberes (anexo E), la estructuración modular (anexo F), la relación propósitos-actividades de aprendizaje (anexo G) y la planeación curricular (anexo H). Este diseño instruccional está orientado hacia el nuevo plan de estudios de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.
- Se elaboró el objeto de aprendizaje para la temática “Introducción a los Sistemas dinámicos” en las plantillas diseñadas por la división de servicios de información de la Universidad Industrial de Santander teniendo en cuenta los estilos de aprendizaje y se empaquetó de acuerdo al estándar SCORM. A su vez, se introdujo parte de las temáticas “Modelamiento” y “Sistemas de primer y segundo orden”.
- El objeto de aprendizaje de la actividad de formación seleccionada (Introducción a los Sistemas Dinámicos) se dispuso en la Biblioteca Digital de Recursos Didácticos de la Universidad Industrial de Santander, con el fin de posibilitar su utilización inmediata como material soporte para la enseñanza-aprendizaje de la temática “Introducción a los Sistemas Dinámicos” de la asignatura Sistemas Dinámicos.

- Se organizó el portal Web del profesor Carlos Borrás Pinilla, a través del cual el docente tiene acceso a la plataforma *e-escen@riuis* utilizando su nombre de usuario y contraseña las cuales fueron asignadas por la división de servicios de información de la Universidad Industrial de Santander.
- Se propusieron varias actividades de evaluación bajo la guía del docente. Estas actividades se relacionan con la temática tratada en el Objeto de Aprendizaje, están organizadas por tipo de competencia y se adaptaron para una posterior disposición en la plataforma *e-escen@riuis*.

7. RECOMENDACIONES.

- Esta propuesta metodológica se hizo teniendo en cuenta el estado del arte actual, tanto de Sistemas Dinámicos como de la educación por competencias. La labor hecha en este proyecto debe estar bajo constante supervisión y ajuste, para evitar la obsolescencia de contenidos, objetivos y estrategias de aprendizaje y así entonces adaptarse a los avances científicos, tecnológicos, industriales y pedagógicos que se vayan dando.
- Para futuras propuestas de diseño instruccional basado en competencias, éstas se deben realizar bajo la supervisión de todos los expertos temáticos de la asignatura ya que los elementos del diseño instruccional pueden variar según el criterio de cada experto temático.
- Se sugiere que los profesores de la asignatura Sistemas Dinámicos estén capacitados en el manejo de las herramientas dispuestas por el proyecto ProSPETIC y específicamente este trabajo de grado.
- Se sugiere continuar con el trabajo realizado en este proyecto, mediante desarrollo de los objetos de aprendizaje requeridos para las demás temáticas planeadas para el proceso de enseñanza – aprendizaje de esta asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

AVENDAÑO AVENDAÑO, Carmen Yadira. Segunda Conferencia Latinoamericana sobre Objetos de Aprendizaje [en línea]. En: Simbiosis – Revista Electrónica de Ciencias de la Información, v.4, Número Especial (Estudiantil) (2007) [citado 9 de Febrero de 2008], p.2. Disponible en Internet: <http://136.145.83.40/revesp/cmsimple2_4/?download=yadira_evento.pdf>

AVILÉS GARAY, Edgardo. Posibles verbos precisos- Bloom [en línea]. Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico, 2004 [citado 13 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <<http://www.pucpr.edu/facultad/ejaviles/ED%20627%20PDF%20Files/Posibles%20Verbos%20Precisos%20-%20Bloom.pdf>>

BLOUIN, Tina. Felder-Silverman Learning Styles Model [en línea]. Ottawa: Carleton University, abril 1 de 2003 [citado 11 de Enero de 2008]. Disponible en Internet: <<http://chat.carleton.ca/~tblouin/Felder/felder.html>>

BORRÁS PINILLA, Carlos. Memorias de clase – Sistemas Dinámicos. Bucarmanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2007.

CENTRO INTERAMERICANO PARA EL DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL. Competencia laboral [en línea]. Organización Internacional del Trabajo, actualizado 12 de septiembre de 2007 [citado 10 de enero de 2008]. 8. ¿Qué es el análisis funcional? Disponible en Internet <<http://www.ilo.org/public/spanish/region/ampro/cinterfor/temas/complab/xxxx/esp/viii.htm>>

GRAHAM, George. Behaviorism. En: ZALTA, Edward N. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2007 Edition) [en línea]. Stanford: Stanford University, 2007 [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2007/entries/behaviorism/>>

HAMEG INSTRUMENTS. El osciloscopio: Terminología [en línea]. Hameg España, 2001 [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.hameg.es/osc/osc_2.htm>

HAUSER, Larry. Behaviorism [en línea]. Alma: Internet Encyclopedia of Philosophy, 2006 [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <<http://www.iep.utm.edu/b/behavior.htm>>

HOOVER, Wesley A. The Practice Implications of Constructivism. Southwest Educational Development Laboratory, SEDLetter Volume IX, Number 3 August 1996. Disponible en Internet: URL=<<http://www.sedl.org/pubs/sedletter/v09n03/practice.html>>

HSIAO, Daphne Lin. CSCL Theories [en línea]. Austin: The University of Texas at Austin [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <<http://www.edb.utexas.edu/csclstudent/Dhsiao/theories.html#construct>>

LEARNING THEORIES.COM. Cognitivism [en línea]. Learning Theories.com [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <<http://www.learning-theories.com/cognitivism.html>>

OGATA, Katsushiko. Ingeniería de Control Moderna, 3ª edición. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1998. 1015 p.

_____. Dinámica de Sistemas. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1995. 608 p.

ORDÓÑEZ PLATA, Gabriel *et al.* Propuesta Metodológica para el Desarrollo e Implementación de Diseños Curriculares Bajo la Visión de Competencias para Asignaturas de Programas de Formación Profesional. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander; Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. 2005. 47 p.

PEÑA DE CARRILLO, Clara Inés. Proyecto “Soporte al proceso educativo UIS mediante tecnologías de información y comunicación [en línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander [citado 9 de enero de 2008]. 15 p. Disponible en Internet: <<http://gavilan.uis.edu.co/~clarenes/centic/ResumenEjecutivoProSPETICCSAbril20.pdf>>

_____. Desarrollo de objetos de aprendizaje para acciones formativas UIS. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2005. 5 p.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE. ¿Cuál es mi estilo de aprendizaje? [en línea]. Pontificia Universidad Católica de Chile, Dirección de Informática [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.puc.cl/ucvirtual/ingenieria/liderazgo/htm/ead01_1.html>

POSADA ÁLVAREZ, Rodolfo. Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante [en línea]. Revista Iberoamericana de Educación, 34 p. Disponible en Internet <<http://www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.PDF>>

PROYECTO SOPORTE AL PROCESO EDUCATIVO UIS MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN - ProSPETIC. Metodología para la construcción de diseños instruccionales en programas de formación por competencias. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, CENTIC, 2007. 20p

QUIROGA, Javid. Memorias de clase - Sistemas Dinámicos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2006.

RYDER, Martin. The Cyborg and the Noble Savage: Ethics in the war on information poverty [en línea]. Denver: University of Colorado, 2008 [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <http://carbon.cudenver.edu/~mryder/savage.html#def_constructivism>

SEGURA, Cristian. Introducción a Señales, Sistemas y Control [en línea]. Wikimedia Foundation, 2007 [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <http://es.wikibooks.org/wiki/Introducci%C3%B3n_a_Se%C3%B1ales,_Sistemas_y_Control#Funci.C3.B3n_Rampa>

SUÁREZ ARROYO, Benjamín. La formación en competencias: un desafío para la educación superior del futuro [en línea]. Universidad de Córdoba (España), 6p. Disponible en Internet: <<http://www.uco.es/organizacion/eees/documentos/normas-documentos/otros/La%20formacion%20en%20competencias%20MEC.pdf>>

UNIVERSITY OF ALABAMA. Teaching tips: Instructional Design [en línea]. Birmingham: University of Alabama, School of Medicine [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <<http://www.uab.edu/uasomume/cdm/id.htm>>

UNIVERSITY OF MICHIGAN y CARNEGIE MELLON UNIVERSITY. Tutoriales de Control con Matlab [en línea]. Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica, 1997. Disponible en Internet: <http://ib.cnea.gov.ar/%7Econtrol2/Links/Tutorial_Matlab_esp/invpen.html>

VARGAS ZÚÑIGA, F. 40 preguntas sobre competencia laboral [en línea]. Montevideo: Cinterfor, 2004 [citado 10 de enero de 2008]. p. 39-41. Disponible en Internet: <<http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/papel/13/pdf/parteb.pdf>>

VERJEL ARENAS, Dania Rubiela *et al.* Propuesta Metodológica para el Diseño Curricular bajo la Visión de Competencias. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, 2005. 47p.

WIKIPEDIA. Behaviorism [en línea]. Wikimedia Foundation, 2008 [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Behaviorism>>

_____. Burrhus Frederic Skinner [en línea]. Wikimedia Foundation, 2008 [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Burrhus_Frederic_Skinner>

_____. Instructional Design. [en línea]. Wikimedia Foundation, 2008 [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <http://en.wikipedia.org/wiki/Instructional_design>

_____. No linealidad [en línea]. Wikimedia Foundation, 2008 [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/No_linealidad#Trasfondo>

_____. Número complejo [en línea]. Wikimedia Foundation, 2008 [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_complejo#Representaci.C3.B3n_trigonometrica._28polar.29_y_representaci.C3.B3n_geom.C3.A9trica>

_____. Transformada de Laplace [en línea]. Wikimedia Foundation, 2008 [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Transformada_de_Laplace>

WILHEMSEN, Sonja; ÅSMUL, STEIN Inge y MEISTAD Øyvind. Cognitivism [en línea]. Bergen: University of Bergen, Dept. of Information Sciences, 1998 [citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.uib.no/people/sinia/CSCL/web_struktur-834.htm>

YUKAVETSKY, Gloria J. ¿Qué es diseño instruccional? [en línea, citado 9 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <http://www1.uprh.edu/gloria/Tecnologia%20Ed/Lectura_3%20.html>

ANEXOS

**ANEXO A. PROGRAMA ACTUAL DE LA ASIGNATURA SISTEMAS
DINÁMICOS**



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

PROGRAMA ACADEMICO DE ASIGNATURAS

NOMBRE: SISTEMAS DINAMICOS
CODIGO:
INTENSIDAD : 2 T, 1P (horas por semana)
CREDITOS: 5
PRERREQUISITOS: R

OBJETIVOS :

1. Introducir a los Ingenieros Mecánicos en modelamiento dinámico de sistemas físicos y el análisis del desempeño del sistema ante una perturbación.
2. Aprender a utilizar adecuadamente las herramientas computacionales para el modelamiento y análisis de sistemas.

METODOLOGIA: Señale las actividades que realiza dentro de su asignatura.

	TALLERES	X	▪ CONFERENCIAS
X	EXPOSICIONES		▪ VISITAS TECNICAS
	INVESTIGACIONES		▪ OTROS: Software especializado.
	LABORATORIOS		

BIBLIOGRAFIA: (libros y/o revistas utilizadas en la elaboración del contenido y que son necesarias para el aprendizaje de la asignatura)

No.	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	FECHA DE EDICION
1.	INGENIERIA DE CONTROL MODERNA,	OGATA K.	PRENTICE HALL	1998

2	INTRODUCCION A SISTEMAS Y CONTROL	AUSLANDER DAVID	MCGRAWHILL	1976
3	DINAMICA DE SISTEMAS	RODRIGUEZ R., FRANCISCO	TRILLAS	1989
4	CONTROL DE PROCESOS	ROCA, ALFRED	ALFAOMEGA	1999
5	PRINCIPLES AND PRACTICE OF A. P. C.	Smith, C and Corripio, A.	Jhon Wiley	1997

CONTENIDO DE LA ASIGNATURA

TEMA 1 : INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DINAMICOS

OBJETIVOS: Introducir las bases conceptuales (definiciones, clasificaciones) y matemáticas necesarias para poder representar el comportamiento dinámico de un sistema físico.

SUBTEMA	METODOLOGIA	TIEMPO PROGRAMADO	BIBLIOGRAFIA
CONCEPTO Y CLASIFICACION DE SISTEMAS Concepto de bloque y diagrama de bloques	CONFERENCIA (Clase) Ejercicios	1 hora	3, pag 1-5
LINEALIDAD: Superposicion, aditividad, homogeneidad	CONFERENCIA (CLASE) Ejercicios con ayudas Informáticas	1 hora	3, pag 15
FUNCIONES GENERALIZADAS: Escalon, Rampa e Impulso	CONFERENCIA (Clase)	1 hora	3, pag 25
TRANSFORMADA DE LAPLACE Enumeracion de las propiedades y teoremas	CONFERENCIA (Clase)	5 horas	4, pag 17-37

TEMA 2: **MODELADO**

OBJETIVOS: Aprender a formular metodológicamente el conjunto de ecuaciones (modelo matemático) que representa la dinámica de un sistema físico.

SUBTEMA	METODOLOGIA	TIEMPO PROGRAMADO	BIBLIOGRAFIA
ELEMENTOS BASICOS DE MODELADO DE SISTEMAS: Eléctricos, Mecánicos, Térmicos e Hidráulicos Resistencias Capacitancias e Inductancia	CONFERENCIA (Clase) Ejercicios	2 hora	3. pag. 51
EQUACIONES DE EQUILIBRIO PARA SISTEMAS: Eléctricos , Mecánicos, hidráulicos , térmicos e híbridos	CONFERENCIA (CLASE) Ejercicios con ayudas Informáticas	3 hora	3 Pg 73
METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE MODELOS MATEMATICOS A PARTIR DE SISTEMAS FISICOS: Eléctricos , Mecánicos, hidráulicos , térmicos e híbridos	CONFERENCIA (Clase)	2 horas	3 pag 91

TEMA 3 : **SISTEMAS DINAMICOS DE PRIMER ORDEN**

OBJETIVOS: Analizar las características dinámicas (respuesta) de un sistema físico de primer orden, para diferentes tipos de excitación, a partir de su formulación matemática previa (modelo).

SUBTEMA	METODOLOGIA	TIEMPO PROGRAMADO	BIBLIOGRAFIA
CARACTERISTICAS GENERALES DE SISTEMAS DE PRIMER ORDEN: Electricos , Mecánicos, hidraulicos , termicos e híbridos	CONFERENCIA (Clase) Ejercicios	2 hora	1, pag 136 3, pag 161
TIPOS DE RESPUESTA DE SISTEMAS DE PRIMER ORDEN: En funcion de las características propias de entrada y excitación.Libre, forzada, total, estado estable y transitorio	CONFERENCIA (CLASE) Ejercicios con ayudas Informáticas	3 hora	3, pag 170
RESPUESTA TEMPORAL DE SISTEMAS DE PRIMER ORDEN A ENTRADAS: Escalon e impulso	CONFERENCIA (Clase)	2 horas	3, pag 194 pag 206

TEMA 4 : SISTEMAS DE SEGUNDO ORDEN

OBJETIVOS: Analizar las características dinámicas (respuesta) de un sistema físico de segundo orden, para diferentes tipos de excitación, a partir de su formulación matemática previa (modelo).

SUBTEMA	METODOLOGIA	TIEMPO PROGRAMADO	BIBLIOGRAFIA
CARACTERISTICAS GENERALES SISTEMAS DE SEGUNDO ORDEN: Electricos , Mecánicos, hidraulicos , termicos e hibridos	CONFERENCIA (Clase) Ejercicios	2 hora	1, pag 141 3, pag 225
TIPOS DE RESPUESTA DE SISTEMAS DE SEGUNDO ORDEN: En funcion de las características propias de entrada y excitación. Libre, forzada, total, estado estable y transitorio	CONFERENCIA (CLASE) Ejercicios con ayudas Informáticas	3 hora	3, pag 254
RESPUESTA TEMPORAL DE SISTEMAS DE SEGUNDO ORDEN A ENTRADAS: Escalon e impulso	CONFERENCIA (Clase)	2 horas	3, pag 283 pag 320

TEMA 5 : ACCIONES BASICAS DE CONTROL

OBJETIVOS: Analizar las acciones de control básicas que se usan en los sistemas de control industriales.

Determinar los efectos de las acciones de control Integral y derivativa en la respuesta del sistema

SUBTEMA	METODOLOGIA	TIEMPO PROGRAMADO	BIBLIOGRAFIA
Acciones básicas de control		1 hora	1, pag212
Accion de control proporcional Accion de control integral Accion de control Derivativa	CONFERENCIA (CLASE) Ejercicios con ayudas Informáticas	3 hora	1, pg 215-

TEMA 6: DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL REALIMENTADO DE LAZO SIMPLE

OBJETIVOS: Determinar el diagrama de bloque y la ecuación característica de un sistema de control realimentado de lazo simple con el objeto de analizar su estabilidad.

SUBTEMA	METODOLOGIA	TIEMPO PROGRAMADO	BIBLIOGRAFIA
Lazo de control: Funcion de transferencia, Ecuación característica y ganancia en estado estable		2 hora	5, pg 252
Estabilidad del lazo de control: Criterio de estabilidad	CONFERENCIA (CLASE) Ejercicios con ayudas Informáticas	2 horas	5, pg 274
Efectos de los parámetros del lazo en la ganancia y en el periodo	CONFERENCIA (Clase)	2 horas	5. pg 283
Efectos del tiempo muerto		2 hora	5, pg 285
Test de Routh		1 hora	5, pg 287

TEMAS 7: ANÁLISIS DEL LUGAR GEOMÉTRICO DE LAS RAICES Y DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL MEDIANTE EL METODO

OBJETIVOS: Aprender a encontrar las raíces de la ecuación característica de un sistema de lazo cerrado y

Determinar su efecto en el desempeño deseado del sistema

SUBTEMA	METODOLOGIA	TIEMPO PROGRAMADO	BIBLIOGRAFIA
Introducción		1 hora	1, pg 317
Reglas generales para construir los lugares geométricos de las raices	CONFERENCIA (CLASE) Ejercicios con ayudas Informáticas	2 horas	1, pg 330
Análisis de sistemas de control mediante el lugar geométrico de las raices	CONFERENCIA (Clase)	2 hora	1, pg 357
Lugares geométricos de las raices para sistemas con retardo de transporte		2 hora	1, pg 360
Compensacion del sistema: de Adelanto, de atraso, de atraso-adelanto		1 hora	1, pg 404

TEMA 8: ANÁLISIS DE LA RESPUESTA EN FRECUENCIA

Objetivo: Establecer criterios de estabilidad a partir del análisis de la respuesta de un sistema dinámico excitado por una señal senoidal. Realzar la utilidad práctica y la facilidad de realización de este tipo de pruebas, con el uso de generadores de señales senoidales.

SUBTEMA	METODOLOGIA	TIEMPO PROGRAMADO	BIBLIOGRAFIA
Introduccion		1 hora	1, pg 471
Diagramas de Bode	CONFERENCIA (CLASE) Ejercicios con ayudas Informáticas	2 horas	1, pg 473
Diagramas polares	CONFERENCIA (Clase)	2 horas	1, pg 504
Criterio de Estabilidad de Nyquist		2 horas	1, pg 521
Estabilidad relativa		1 hora	1, pg 542

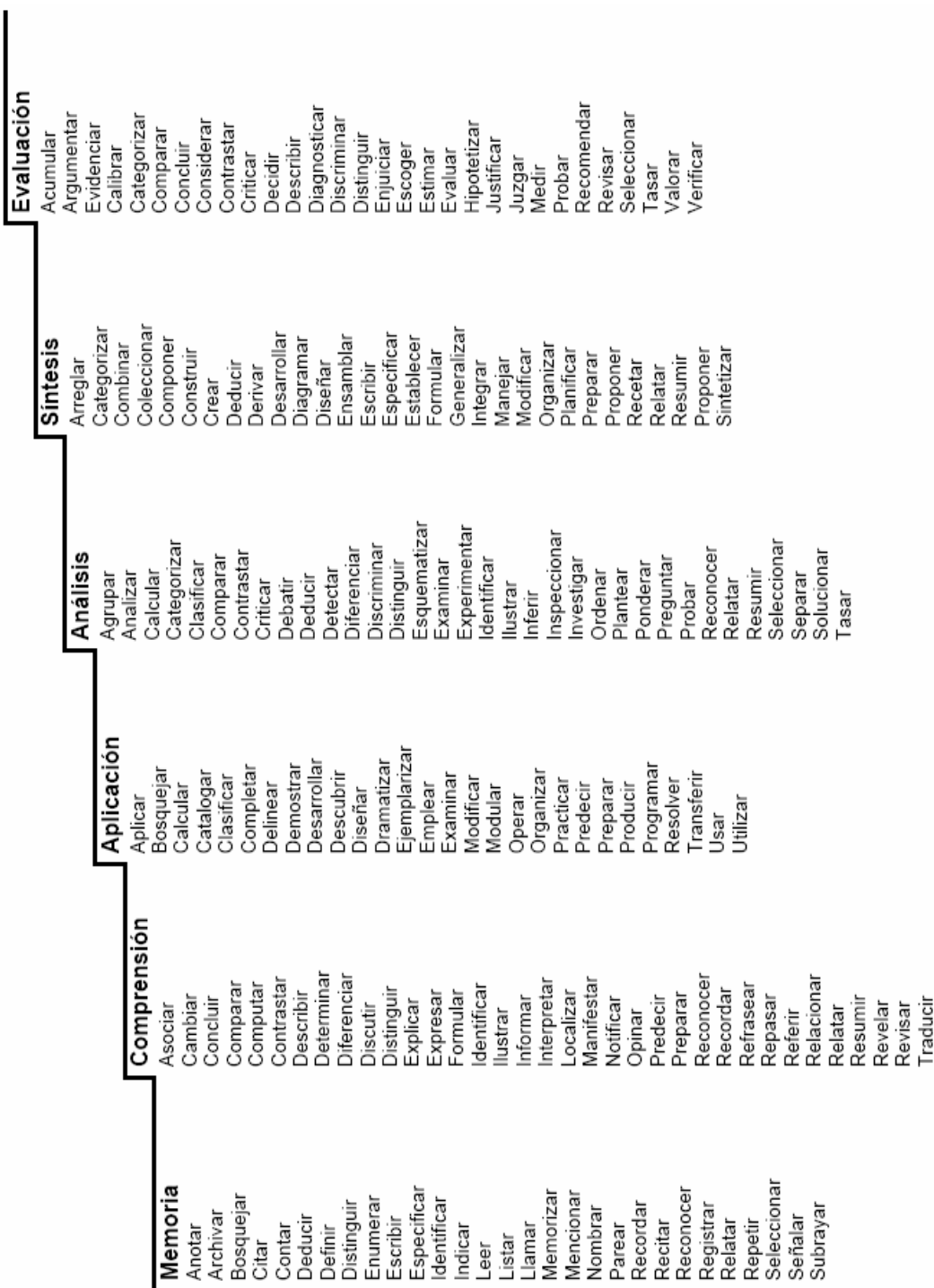
TEMA 9: SINTONIA DE SISTEMAS REALIMENTADOS E INTRODUCCIÓN AL CONTROL ROBUSTO

OBJETIVOS: Aprender a ajustar los parámetros de los controladores realimentados, para obtener una respuesta especificada en un lazo cerrado.

SUBTEMA	METODOLOGIA	TIEMPO PROGRAMADO	BIBLIOGRAFIA
Metodo de ziegler-Nichols		2 hora	1, pg 669
Modificaciones de los esquemas de control PID	CONFERENCIA (CLASE) Ejercicios con ayudas Informáticas	2 hora	1, pag 679
Consideraciones de diseño para el Control Robusto		2 horas	1, pag 685

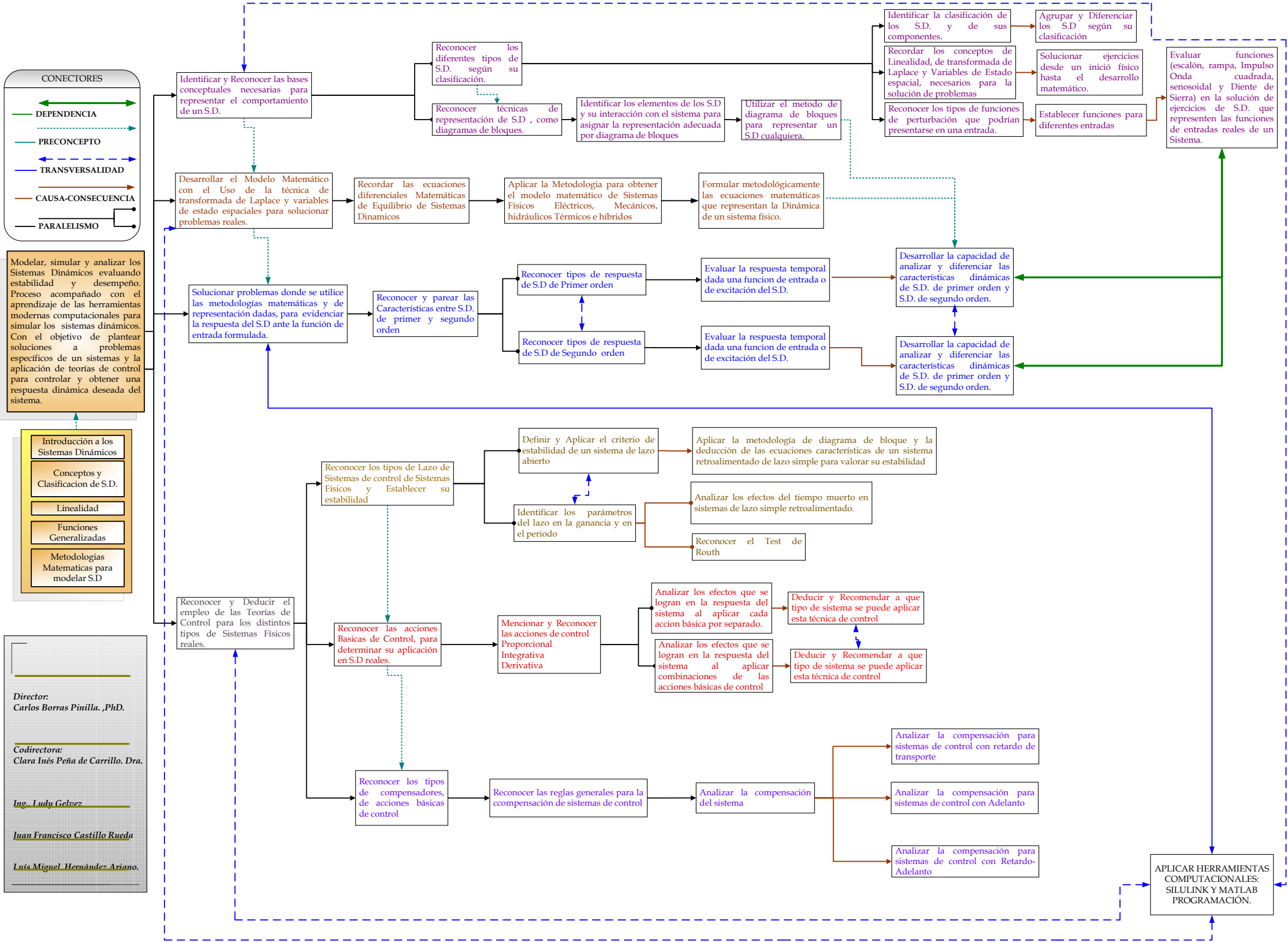
ANEXO B. LISTA DE VERBOS DE BLOOM

POSIBLES VERBOS PRECISOS TAXONOMÍA DE BLOOM



Fuente: AVILÉS GARAY, Edgardo. Posibles verbos precisos - Bloom [en línea]. Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico, 2004 [citado 13 de enero de 2008]. Disponible en Internet: < <http://www.pucpr.edu/facultad/ejaviles/ED%20627%20PDF%20Files/Posibles%20Verbos%20Precisos%20-%20Bloom.pdf> >

**ANEXO C. DIAGRAMA SECUENCIAL DE ACTIVIDADES DE
APRENDIZAJE PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS DINÁMICOS**



ANEXO D. TABLA DE SABERES.

TABLA DE SABERES. SISTEMAS DINÁMICOS		VERSION FINAL	
CONTENIDOS	SABER	HACER	

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS		
1. Introducción a los Sistemas Dinámicos 1.1 Conceptos y clasificación de sistemas 1.2 Diagramas de Bloques 1.3 Funciones Generalizadas 1.4 Transformada de Laplace 1.5 Variables de Estado espaciales	1. Conocer el diagrama de bloques y su utilidad para la visualización de un modelo matemático. 2. Diferenciar entre un sistema lineal y un sistema no lineal. 3. Diferenciar los sistemas dinámicos según su número de entradas. 4. Listar las diferentes funciones de excitación de un sistema. 5. Recordar las diferentes técnicas de solución de ecuaciones diferenciales, incluyendo la de Transformada de Laplace. 6. Conocer la técnica de variables de estado espaciales y su utilidad para la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales.	a. Tomar un sistema dinámico y expresar el modelo que describe su comportamiento como un diagrama de bloques.[1] b. Identificar un sistema lineal y un sistema no lineal. [1, 2] c. Aplicar la función de excitación que corresponda a las condiciones de excitación del sistema. [3,4] d. Utilizar números complejos, variable compleja y función compleja para representar sistemas dinámicos. [5] e. Convertir un sistema no lineal en uno lineal para facilitar su simulación [2]. f. Utilizar la transformada de Laplace para deducir la función de transferencia de un sistema dinámico. [5] g. Utilizar la transformada inversa de Laplace para obtener la ecuación diferencial de un sistema dinámico. [5] h. Utilizar la técnica de variables de estado espaciales para la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales. [3, 4, 6] i. Analizar la dinámica de la Matriz de estado "A" del método de variables de estado, junto con los eigenvalores, eigenvectores y estabilidad. [6] j. Aplicar la técnica de solución de ecuaciones diferenciales más adecuada para la simulación de un modelo determinado. [5,6]
MODELADO		
2. Modelado de sistemas físicos		k. Utilizar las ecuaciones matemáticas de

TABLA DE SABERES. SISTEMAS DINÁMICOS		VERSION FINAL	
CONTENIDOS	SABER	HACER	

2.1 Elementos de modelado de sistemas 2.2 Ecuaciones de equilibrio de sistemas dinámicos.	7. Recordar los principios de funcionamiento de los elementos de un sistema dinámico (resortes, amortiguadores, resistencias eléctricas, capacitores, etc.). 8. Recordar las ecuaciones de equilibrio de sistemas físicos (leyes de Newton, ecuación de Lagrange, leyes de Kirchhoff, balances de masa y energía, etc.)	equilibrio de sistemas para obtener las ecuaciones diferenciales dinámicas que describen el comportamiento del sistema. [4, 7,8] l. Categorizar las ecuaciones dinámicas obtenidas, con base a los elementos del sistema, para definir el método de solución. [5,6,7,8] m. Adaptar el modelo matemático para su solución por medio de herramientas computacionales. [5,6,7,8]
---	---	--

SISTEMAS DINÁMICOS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN

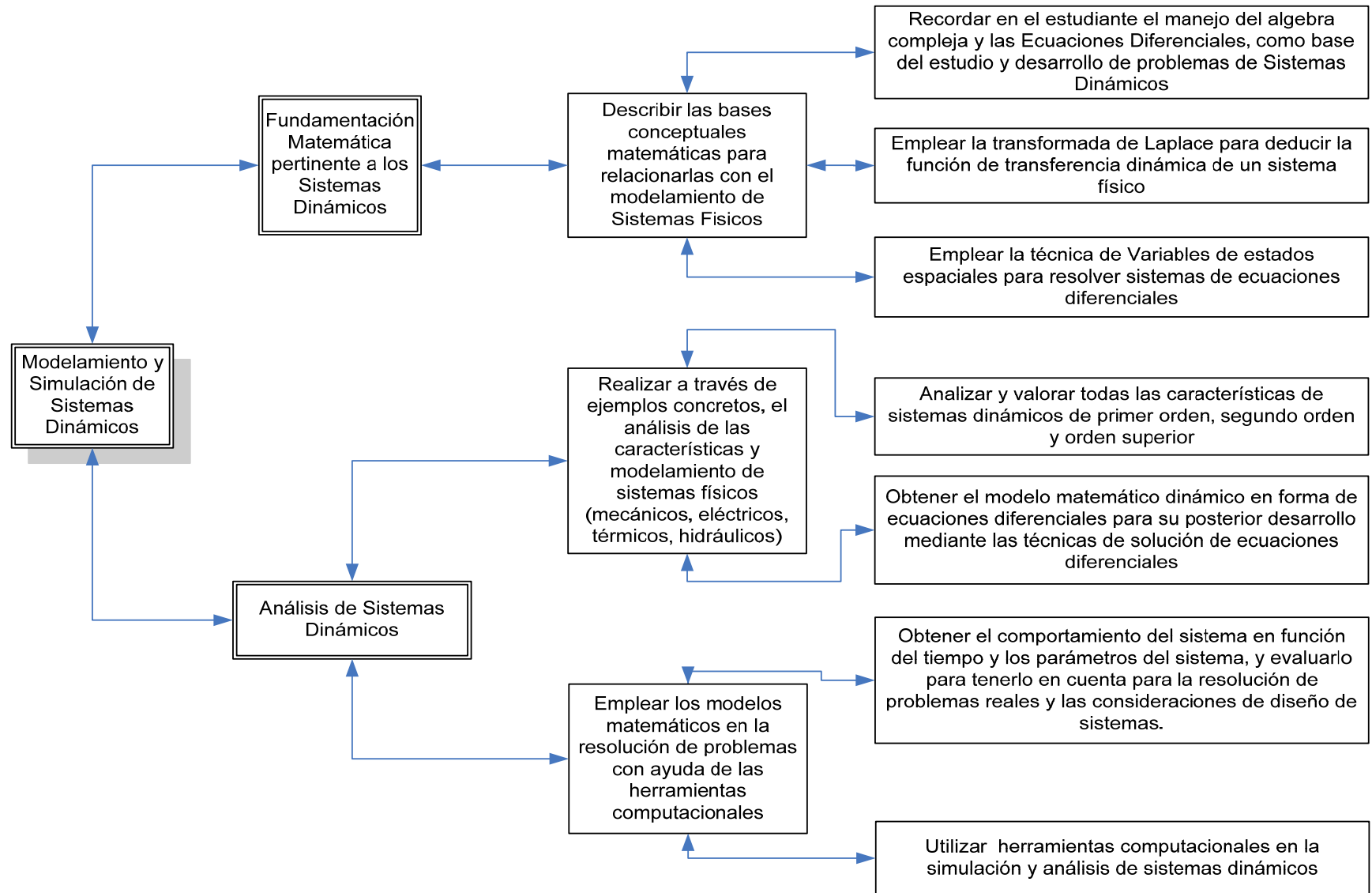
3. Simulación de sistemas dinámicos 3.1 Tipos de respuesta de sistemas de primer y segundo orden, sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos, térmicos e híbridos 3.2 Respuesta temporal de sistemas de primer orden a entradas escalón, impulso, rampa, senoidal, onda cuadrada etc... 3.3 Análisis en respuesta del tiempo y respuesta en frecuencia de sistemas dinámicos	5. 9. Diferenciar entre un sistema dinámico de primer y, segundo orden, no solo en el modelamiento sino en su respuesta temporal a una excitación dada. 10. Determinar las características de la respuesta del sistema ante las diferentes funciones de excitación. 11. Determinar la influencia de los parámetros del sistema en el comportamiento temporal de este. 12. Transferir los modelos matemáticos a las herramientas computacionales para su simulación. 13. Analizar el comportamiento del sistema en la línea del tiempo y establecer características de este con base en las graficas obtenidas.	c. [2,12] n. Utilizar herramientas computacionales para resolver ecuaciones diferenciales mediante transformada de Laplace. [5,12] o. Utilizar herramientas computacionales para la resolución de problemas de variables de estado espaciales. [6,12] p. Utilizar herramientas computacionales para resolver ecuaciones diferenciales dinámicas no lineales y/o de orden superior. [2, 12] q. Simular el comportamiento del Sistema Dinámico utilizando herramientas computacionales. [7,8,12] r. Analizar la respuesta dinámica de un sistema dinámico en el dominio de la frecuencia. [9, 10, 11] s. Analizar la respuesta dinámica de los sistemas dinámicos ante una entrada de excitación dada, analizar el overshoot, constante de tiempo, tiempo de
---	--	---

TABLA DE SABERES. SISTEMAS DINÁMICOS		VERSION FINAL	
CONTENIDOS	SABER	HACER	

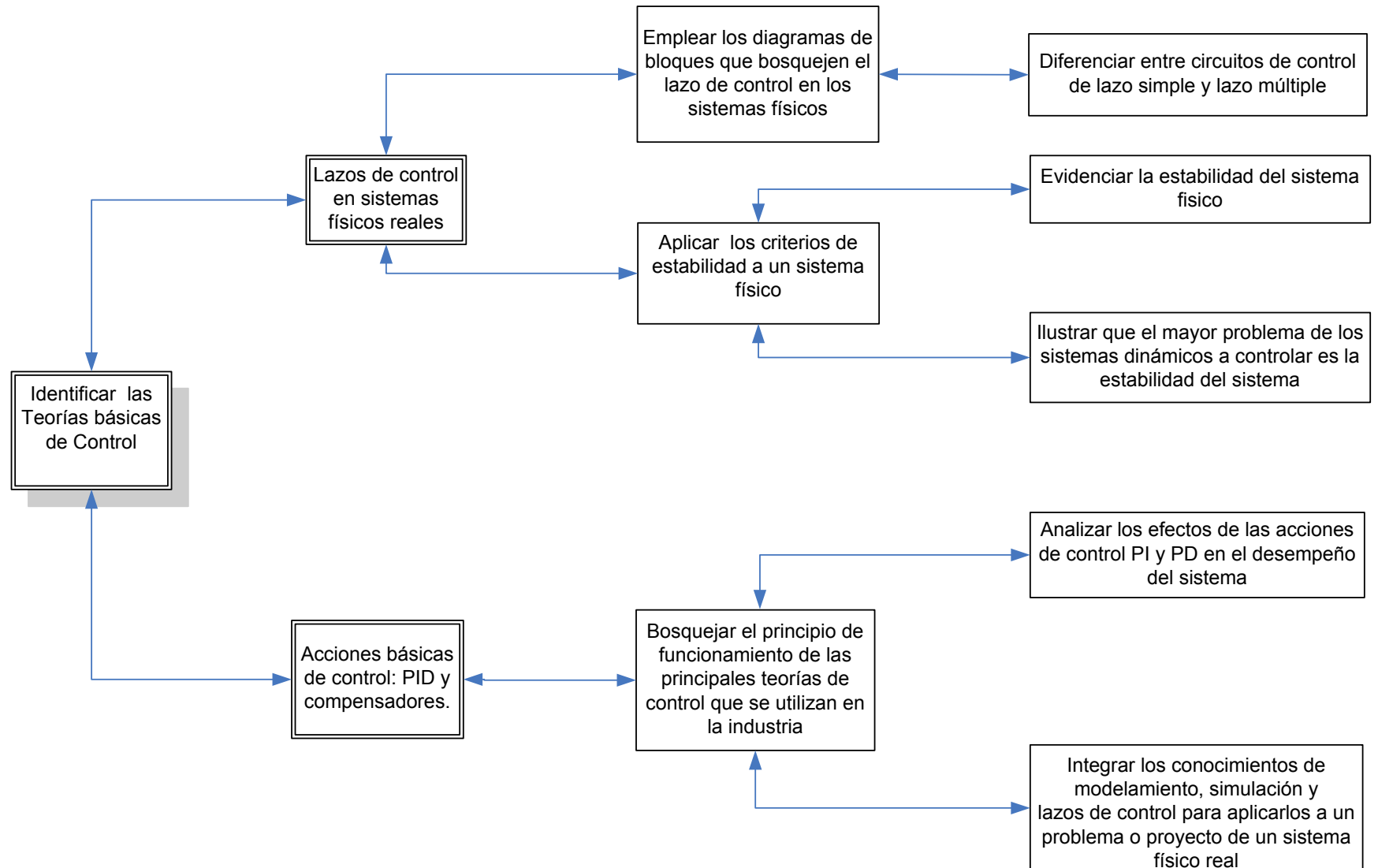
		asentamiento y el DC offset. [9, 10] t. Evaluar los efectos de la alteración de los parámetros físicos sensitivos del sistema para diseño y selección de la respuesta dinámica deseada. [11] u. Analizar los resultados de la simulación para ayudar a la solución de problemas reales. [11,13]
TEORIAS BASICAS DE CONTROL (ACCIONES BASICAS Y COMPENSADORES)		
4. Lazos de control 4.1 Estabilidad en el lazo de control 4.2 Ganancia y periodo en el lazo de control 5. Teorías de control 5.1 Acciones básicas de control (PID) 5.2 Compensadores	14. Reconocer las características de los circuitos de control de lazo simple y de lazo múltiple. 15. Determinar cuándo un sistema es estable a partir del diagrama polar. 16. Reconocer los efectos de los parámetros del lazo en la ganancia, el período y la estabilidad del lazo de control. 17. Reconocer las diferentes acciones básicas de control utilizadas en los sistemas industriales (Proporcional, integral o derivativa). 18. Reconocer los compensadores de adelanto, atraso y atraso-adelanto 19. Reconocer la forma grafica de ajustar compensadores. 20. Comparar a qué tipo de sistema se le puede aplicar cada una de las acciones básicas de control.	v. Desarrollar el diagrama de bloque y la ecuación característica de un sistema de control realimentado de lazo simple. [14] w. Predecir la estabilidad de un sistema a partir de la solución de su ecuación característica. [15] x. Determinar las ganancias y el tiempo muerto de un sistema determinado para un desempeño óptimo de éste. [14,16]. y. Determinar los efectos de las acciones de control en la respuesta del sistema.[17] z. Determinar la estabilidad de un sistema dinámico a partir de las gráficas que se obtienen con ayuda de herramientas computacionales. [15,16] ab. Determinar el desempeño del sistema dinámico. [15,16] ac. Utilizar el método grafico para ajustar los compensadores de un sistema. [18,19] ad. Recomendar cuál es la mejor técnica a utilizar para un sistema determinado, con base en la respuesta obtenida y el menor esfuerzo necesario para su control. [16,17,18,20]

**ANEXO E. ESTRUCTURACIÓN MODULAR DE LA ASIGNATURA
SISTEMAS DINÁMICOS.**

ESTRUCTURACION MODULAR SISTEMAS DINÁMICOS			VERSION FINAL	
MODULOS DE FORMACION	UNIDAD DE APRENDIZAJE	ACTIVIDAD DE FORMACION		PROPOSITO DE FORMACION



ESTRUCTURACION MODULAR SISTEMAS DINÁMICOS			VERSION FINAL	
MODULOS DE FORMACION	UNIDAD DE APRENDIZAJE	ACTIVIDAD DE FORMACION		PROPOSITO DE FORMACION



**ANEXO F. RELACIÓN PROPÓSITOS-ACTIVIDADES PARA LA ASIGNATURA
SISTEMAS DINÁMICOS.**

RELACION PROPOSITOS - ACT. DE FORMACION. SISTEMAS DINÁMICOS			VERSION FINAL	
ACTIVIDAD DE FORMACION	PROPÓSITO	CONTENIDO	SABER	HACER

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS, MODELADO Y SISTEMAS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN				
Describir las bases conceptuales matemáticas para relacionarlas con el modelamiento de Sistemas Físicos.	Recordar en el estudiante el manejo del algebra compleja y las Ecuaciones Diferenciales, como base del estudio y desarrollo de problemas de Sistemas Dinámicos.	6. Introducción a los Sistemas Dinámicos 1.1 Conceptos y clasificación de sistemas 1.2 Diagramas de Bloques 1.3 Funciones Generalizadas	1. Conocer el diagrama de bloques y su utilidad para la visualización de un modelo matemático. 2. Diferenciar entre un sistema lineal y un sistema no lineal. 5. Recordar las diferentes técnicas de solución de ecuaciones diferenciales, incluyendo la de Transformada de Laplace.	a. Tomar un sistema dinámico y expresar el modelo que describe su comportamiento como un diagrama de bloques.[1] b. Identificar un sistema lineal y un sistema no lineal. [1, 2] e. Convertir un sistema no lineal en uno lineal para facilitar su simulación [2] d. Utilizar números complejos, variable compleja y función compleja para representar sistemas dinámicos. [5] j. Aplicar la técnica de solución de ecuaciones diferenciales más adecuada para la simulación de un modelo determinado. [5,6]

RELACION PROPOSITOS - ACT. DE FORMACION. SISTEMAS DINÁMICOS				VERSION FINAL	
ACTIVIDAD DE FORMACION	PROPÓSITO	CONTENIDO	SABER	HACER	
	Emplear la transformada de Laplace para deducir la función de transferencia dinámica de un sistema físico.	1.4 Transformada de Laplace	3. Diferenciar los sistemas dinámicos según su número de entradas. 4. Listar las diferentes funciones de excitación de un sistema. 5. Recordar las diferentes técnicas de solución de ecuaciones diferenciales, incluyendo la de Transformada de Laplace.	c. Aplicar la función de excitación que corresponda a las condiciones de excitación del sistema. [3,4] f. Utilizar la transformada de Laplace para deducir la función de transferencia de un sistema dinámico. [5] j. Aplicar la técnica de solución de ecuaciones diferenciales más adecuada para la simulación de un modelo determinado. [5,6] g. Utilizar la transformada inversa de Laplace para obtener la ecuación diferencial de un sistema dinámico. [5]	
	Emplear la técnica de Variables de estados espaciales para resolver sistemas de ecuaciones diferenciales.	1.5 Variables de Estado espaciales	3. Diferenciar los sistemas dinámicos según su número de entradas. 4. Listar las diferentes funciones de excitación de un sistema. 6. Conocer la técnica de variables de estado	c. Aplicar la función de excitación que corresponda a las condiciones de excitación del sistema. [3,4] h. Utilizar la técnica de variables de estado espaciales para la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales. [3, 4, 6]	

RELACION PROPOSITOS - ACT. DE FORMACION. SISTEMAS DINÁMICOS				VERSION FINAL	
ACTIVIDAD DE FORMACION	PROPÓSITO	CONTENIDO	SABER	HACER	
			espaciales y su utilidad para la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales.	j. Aplicar la técnica de solución de ecuaciones diferenciales más adecuada para la simulación de un modelo determinado. [6] i. Analizar la dinámica de la Matriz de estado "A" del método de variables de estado, junto con los eigenvalores, eigenvectores y estabilidad. [6]	
MODELADO y SISTEMAS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN					
Realizar a través de ejemplos concretos, el análisis de las características y modelamiento de sistemas físicos (mecánicos, eléctricos, térmicos, hidráulicos)	Analizar y valorar todas las características de sistemas dinámicos de primer y segundo orden	7. Modelado de sistemas físicos 2.1 Elementos de modelado de sistemas	1. Conocer el diagrama de bloques 9. Diferenciar entre un sistema dinámico de primer y, segundo orden, no solo en el modelamiento sino en su respuesta temporal a una excitación dada.	a. Tomar un sistema dinámico y expresar el modelo que describe su comportamiento como un diagrama de bloques.[1] s. Analizar la respuesta dinámica de los sistemas dinámicos ante una entrada de excitación dada, analizar el overshoot, constante de tiempo, tiempo de asentamiento y el DC offset. [9, 10]	

RELACION PROPOSITOS - ACT. DE FORMACION. SISTEMAS DINÁMICOS			VERSION FINAL	
ACTIVIDAD DE FORMACION	PROPÓSITO	CONTENIDO	SABER	HACER

	Obtener el modelo matemático dinámico en forma de ecuaciones diferenciales para su posterior desarrollo mediante las técnicas de solución de ecuaciones diferenciales	2.2 Ecuaciones de equilibrio de sistemas dinámicos.	4. Listar las diferentes funciones de excitación de un sistema 7. Recordar los principios de funcionamiento de los elementos de un sistema dinámico (resortes, amortiguadores, resistencias eléctricas, capacitores, etc.). 8. Recordar las ecuaciones de equilibrio de sistemas físicos (leyes de Newton, ecuación de Lagrange, leyes de Kirchhoff, balances de masa y energía, etc.)	k. Utilizar las ecuaciones matemáticas de equilibrio de sistemas para obtener las ecuaciones diferenciales dinámicas que describen el comportamiento del sistema. [4, 7, 8]. l. Categorizar las ecuaciones dinámicas obtenidas, con base a los elementos del sistema, para definir el método de solución. [5,6,7,8] m. Adaptar el modelo matemático para su solución por medio de herramientas computacionales [5,6,7,8]
--	---	---	---	---

RELACION PROPOSITOS - ACT. DE FORMACION. SISTEMAS DINÁMICOS				VERSION FINAL	
ACTIVIDAD DE FORMACION	PROPÓSITO	CONTENIDO	SABER	HACER	
Emplear los modelos matemáticos en la resolución de problemas con ayuda de las herramientas computacionales	Obtener el comportamiento del sistema en función del tiempo y los parámetros del sistema, y evaluarlo para tenerlo en cuenta para la resolución de problemas reales y las consideraciones de diseño de sistemas.	8. Simulación de sistemas dinámicos 3.1 Tipos de respuesta de sistemas de primer y segundo orden, sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos, térmicos e híbridos 3.2 Respuesta temporal de sistemas de primer orden a entradas escalón, impulso, rampa, senosoidal, onda cuadrada etc... 3.3 Análisis en respuesta del tiempo y respuesta en frecuencia de sistemas dinámicos	10. Determinar las características de la respuesta del sistema ante las diferentes funciones de excitación. 11. Determinar la influencia de los parámetros del sistema en el comportamiento temporal de este. 13. Analizar el comportamiento del sistema en la línea de tiempo y establecer características de este con base en las gráficas obtenidas.	s. Analizar la respuesta dinámica de los sistemas dinámicos ante una entrada de excitación dada, analizar el overshoot, constante de tiempo, tiempo de asentamiento y el DC offset. [9, 10] t. Evaluar los efectos de la alteración de los parámetros del sistema [11]. u. Analizar los resultados de la simulación para ayudar a la solución de problemas reales [11,13].	
	Utilizar herramientas	3.2 Respuesta temporal de sistemas de primer orden a entradas escalón, impulso, rampa, senosoidal, onda cuadrada etc... 3.3 Análisis en respuesta del tiempo y respuesta en frecuencia de sistemas	12. Transferir los modelos matemáticos a las herramientas computacionales para su simulación.	m. Adaptar el modelo matemático para su solución por medio de herramientas computacionales [12]. n. Utilizar herramientas computacionales para resolver ecuaciones	

RELACION PROPOSITOS - ACT. DE FORMACION. SISTEMAS DINÁMICOS				VERSION FINAL	
ACTIVIDAD DE FORMACION	PROPÓSITO	CONTENIDO	SABER	HACER	
	computacionales en la simulación y análisis de sistemas dinámicos	dinámicos		diferenciales mediante transformada de Laplace [5,12] o. Utilizar herramientas computacionales para la resolución de problemas de variables de estado espaciales. [6,12] p. Utilizar herramientas computacionales para resolver ecuaciones diferenciales dinámicas no lineales y/o de orden superior. [2, 12] q. Simular el comportamiento del Sistema Dinámico utilizando herramientas computacionales. [7,8,12]	
TEORIAS BASICAS DE CONTROL (ACCIONES BASICAS Y COMPENSADORES)					
Emplear los diagramas de bloques que bosquejen el lazo de control en los sistemas físicos	Diferenciar entre circuitos de control de lazo simple y lazo múltiple.	9. Lazos de control 4.1 Estabilidad en el lazo de control 4.2 Ganancia y periodo en el lazo	14. Reconocer las características de los circuitos de control de lazo simple y de lazo múltiple.	v. Desarrollar el diagrama de bloque y la ecuación característica de un sistema de control realimentado de lazo simple.[14] x. Determinar las	

RELACION PROPOSITOS - ACT. DE FORMACION. SISTEMAS DINÁMICOS			VERSION FINAL	
ACTIVIDAD DE FORMACION	PROPÓSITO	CONTENIDO	SABER	HACER

		de control		ganancias y el tiempo muerto de un sistema determinado para un desempeño óptimo de éste [14,16]
Aplicar los criterios de estabilidad a un sistema físico	Evidenciar la estabilidad del sistema físico	4.1 Estabilidad en el lazo de control 4.2 Ganancia y periodo en el lazo de control	15. Determinar cuándo un sistema es estable a partir del diagrama polar. 16. Reconocer los efectos de los parámetros del lazo en la ganancia, el período y la estabilidad del lazo de control.	w. Predecir la estabilidad de un sistema a partir de la solución de su ecuación característica .[15] x. [14,16]. z. Determinar la estabilidad de un sistema dinámico a partir de las gráficas que se obtienen con ayuda de herramientas computacionales [15,16]. ab. Determinar el desempeño del sistema dinámico. [15,16]
Bosquejar el principio de funcionamiento de las principales teorías de control que se utilizan en la industria		10. Teorías de control 5.1 Acciones básicas de control (PID)	17. Reconocer las diferentes acciones básicas de control utilizadas en los sistemas industriales (Proporcional, integral o derivativa). 18. Reconocer los compensadores de adelanto, atraso y atraso-	y. Determinar los efectos de las acciones de control en la respuesta del sistema.[17] ab. Determinar el desempeño del sistema dinámico. [15,16] ac. Utilizar el método

Analizar los efectos de las acciones de control PI y PD en el desempeño del sistema

RELACION PROPOSITOS - ACT. DE FORMACION. SISTEMAS DINÁMICOS			VERSION FINAL	
ACTIVIDAD DE FORMACION	PROPÓSITO	CONTENIDO	SABER	HACER
		5.2 Compensadores	adelanto 19. Reconocer la forma grafica de ajustar compensadores.	grafico para ajustar los compensadores de un sistema [18,19]. ad. Recomendar cuál es la mejor técnica a utilizar para un sistema determinado, con base en la respuesta obtenida y el menor esfuerzo necesario para su control.[16,17,18]
	Integrar los conocimientos de modelamiento, simulación y lazos de control para aplicarlos a un problema o proyecto de un sistema físico real	5.1 Acciones básicas de control (PID) 5.2 Compensadores	20. Comparar a qué tipo de s y. Determinar los efectos de las acciones de control en la respuesta del sistema. [17]	ac. Utilizar el método grafico para ajustar los compensadores de un sistema [17] ad. Recomendar cuál es la mejor técnica a utilizar para un sistema determinado, con base en la respuesta obtenida y el menor esfuerzo necesario para su control [16,17, 18,20]

**ANEXO G. PLANEACIÓN CURRICULAR PARA LA ASIGNATURA SISTEMAS
DINÁMICOS.**

SISTEMAS DINÁMICOS	PLANEACIÓN CURRICULAR	INGENIERÍA MECÁNICA	
MODULO DE FORMACIÓN	Modelamiento y Simulación de Sistemas Dinámicos		
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Fundamentación matemática pertinente a los Sistemas Dinámicos.		

ACTIVIDAD DE FORMACIÓN:	Describir las bases conceptuales matemáticas para relacionarlas con el modelamiento de sistemas físicos.	
DURACIÓN: 2 horas	ESCENARIOS: Aula de clase, Sala CAD de Ingeniería Mecánica, laboratorios del CENTIC.	
PROPÓSITOS	METODOLOGIAS	
Recordar en el estudiante el manejo de las Ecuaciones Diferenciales, como base del estudio y desarrollo de problemas de Sistemas Dinámicos.	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	TÉCNICAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
	1. Aprendizaje Interactivo 2. Aprendizaje Individual 3. Aprendizaje Colaborativo	a. Conferencia por un experto.[1] b. Formulación de preguntas.[1] c. Presentación participativa[1] d. Análisis e interpretación de lecturas [2,3] e. Consultas bibliográficas [2,3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

1. Menciona las diferencias entre un sistema dinámico lineal y uno no lineal. [2] 2. Menciona las diferentes técnicas de solución de ecuaciones diferenciales. [5]	1. Prueba o examen 2. Mesa redonda 3. Diagramas de Información 4. Seguimiento de actividades	a. Cuestionario.[1] b. Test.[1] c. Resumen.[2] d. Cuestionario informal.[2] e. Tablas. [3] f. Cuadro sinóptico [3] g. Autoevaluación. [4]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
3. Reconoce si un sistema dinámico es lineal o no lineal. [2]	1. Prueba o examen 2. Actividades complementarias. 3. Seguimiento de actividades	a. Taller de problemas [1,2] b. Ejercicios [1,2] c. Test. [1] d. Auto evaluación. [3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
4. Linealiza un sistema dinámico no lineal para facilitar su posterior simulación. [c] 5. Resuelve una ecuación diferencial por el método más adecuado que haya para dicho propósito. [f]	1. Prueba o examen. 2. Practica de laboratorio. 3. Proyecto	a. Ejercicios.[1] b. Taller de problemas.[1] c. Informe.[2,3] d. Productos asociados. [3]

SABER	HACER
1. Conocer el diagrama de bloques y su utilidad para la visualización de un modelo matemático. 2. Diferenciar entre un sistema lineal y un sistema no lineal.	a. Tomar un sistema dinámico y expresar el modelo que describe su comportamiento como un diagrama de bloques.[1] b. Identificar un sistema lineal y un sistema no lineal. [1, 2] e. Convertir un sistema no lineal en uno lineal para facilitar su simulación [2]

5. Recordar las diferentes técnicas de solución de ecuaciones diferenciales, incluyendo la de Transformada de Laplace.	d. Utilizar números complejos, variable compleja y función compleja para representar sistemas dinámicos. [5] j. Aplicar la técnica de solución de ecuaciones diferenciales más adecuada para la simulación de un modelo determinado. [5,6]
--	---

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE	
NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	Se expone mediante teoría los conocimientos básicos de Ecuaciones Diferenciales que se necesitan recordar para el desarrollo de la asignatura Sistemas Dinámicos (álgebra compleja, transformada de Laplace). También se expone la clasificación de los sistemas dinámicos según diferentes criterios.
PDF	Se redactará un documento escrito en el cual se expondrá la clasificación de los Sistemas Dinámicos, y otro documento en el que se expliquen los conceptos de Ecuaciones Diferenciales necesarios para la asignatura
VIDEO	Como introducción, se mostrarán unas aplicaciones de los Sistemas Dinámicos y lo que se puede hacer con ellos.
AUDIO	Como introducción se hará un archivo de audio en el que explique la utilidad de los Sistemas Dinámicos en el control de sistemas físicos.
GRÁFICOS	Se mostrarán ejemplos de sistemas dinámicos, imágenes sobre álgebra compleja y tablas acerca de la transformada de Laplace.

SISTEMAS DINÁMICOS	PLANEACIÓN CURRICULAR	INGENIERÍA MECÁNICA	
MODULO DE FORMACIÓN	Modelamiento y Simulación de Sistemas Dinámicos		
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Fundamentación matemática pertinente a los Sistemas Dinámicos.		

ACTIVIDAD DE FORMACIÓN:	Describir las bases conceptuales matemáticas para relacionarlas con el modelamiento de sistemas físicos.
DURACIÓN: 4 horas	ESCENARIOS: Aula de clase, Sala CAD de Ingeniería Mecánica, laboratorios del CENTIC.

PROPÓSITOS		METODOLOGIAS	
Emplear la transformada de Laplace para deducir la función de transferencia dinámica de un sistema físico	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	TÉCNICAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	
	1. Aprendizaje Interactivo 2. Aprendizaje Individual 3. Aprendizaje Colaborativo	a. Conferencia por un experto.[1] b. Formulación de preguntas.[1] c. Presentación participativa[1] d. Análisis e interpretación de lecturas [2,3] e. Consultas bibliográficas [2,3]	
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN		INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
6. Menciona las diferentes funciones que pueden excitar a un sistema dinámico físico.[4] 7. Menciona las ventajas de solucionar una ecuación diferencial mediante el uso de la transformada de Laplace. [5]	1. Prueba o examen 2. Mesa redonda 3. Diagramas de Información 4. Seguimiento de actividades		a. Cuestionario.[1] b. Test.[1] c. Resumen.[2] d. Cuestionario informal.[2] e. Tablas. [3] f. Cuadro sinóptico [3] g. Autoevaluación. [4]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN		INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
8. Convierte una función en dominio tiempo a una función en dominio frecuencia mediante la transformada de Laplace [5]	1. Prueba o examen 2. Actividades complementarias. 3. Seguimiento de actividades		a. Taller de problemas [1,2] b. Ejercicios [1,2] c. Test. [1] d. Auto evaluación. [3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN		I NSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

9. Aplica la función correspondiente a las condiciones de excitación de un sistema dinámico físico dado. [b] 10. Deduce la función de transferencia para un sistema dinámico. [c]	1. Prueba o examen. 2. Practica de laboratorio. 3. Proyecto	a. Ejercicios.[1] b. Taller de problemas.[1] c. Informe.[2,3] d. Productos asociados. [3]
--	---	--

SABER	HACER
3. Diferenciar los sistemas dinámicos según su número de entradas.	c. Aplicar la función de excitación que corresponda a las condiciones de excitación del sistema. [3,4]
4. Listar las diferentes funciones de excitación de un sistema.	f. Utilizar la transformada de Laplace para deducir la función de transferencia de un sistema dinámico. [5]
5. Recordar las diferentes técnicas de solución de ecuaciones diferenciales, incluyendo la de Transformada de Laplace.	j. Aplicar la técnica de solución de ecuaciones diferenciales más adecuada para la simulación de un modelo determinado. [5,6] g. Utilizar la transformada inversa de Laplace para obtener la ecuación diferencial de un sistema dinámico. [5]

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE	
NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	Se expone mediante teoría las funciones de excitación que puede tener un sistema, y otro núcleo acerca de las características de la transformada de Laplace.
PDF	Se redactará un documento escrito en el cual se expondrán las diferentes funciones de excitación para Sistemas Dinámicos, físicos, y otro que trate acerca de la Transformada de Laplace y las Funciones de transferencia.
VIDEO	Se cuenta con una animación en la que se muestra cómo se va afectando el sistema dependiendo de la perturbación que se le

	haga a éste.
AUDIO	Se grabará un archivo que trate acerca de las ventajas de la transformada de Laplace, y otro acerca de particularidades de algunas funciones de excitación indeterminadas en un punto.
GRÁFICOS	Se mostrarán diferentes ejemplos de funciones de excitación para sistemas dinámicos y tablas acerca de la transformada de Laplace y sus propiedades. También habrá una imagen que explique el proceso de transformada de Laplace.

SISTEMAS DINÁMICOS	PLANEACIÓN CURRICULAR	INGENIERÍA MECÁNICA	
MODULO DE FORMACIÓN	Modelamiento y Simulación de Sistemas Dinámicos		
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Fundamentación matemática pertinente a los Sistemas Dinámicos.		

ACTIVIDAD DE FORMACIÓN:	Describir las bases conceptuales matemáticas para relacionarlas con el modelamiento de sistemas físicos.	
DURACIÓN: 4 horas	ESCENARIOS: Aula de clase, Sala CAD de Ingeniería Mecánica, laboratorios del CENTIC.	
PROPÓSITOS	METODOLOGIAS	
Emplear la técnica de Variables de estado espaciales para resolver problemas de sistemas de ecuaciones diferenciales.	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	TÉCNICAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
	1. Aprendizaje Interactivo 2. Aprendizaje Individual 3. Aprendizaje Colaborativo	a. Conferencia por un experto.[1] b. Formulación de preguntas.[1] c. Presentación participativa[1] d. Análisis e interpretación de lecturas [2,3] e. Consultas bibliográficas [2,3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

11. Menciona los tipos de sistemas dinámicos que existen según el número de variables de entrada y salida.[3] 12. Menciona las diferentes funciones de excitación de un sistema [4] 13. Menciona las ventajas de solucionar un sistema de ecuaciones diferenciales mediante el uso de la técnica de Variables de estado espaciales. [6]	1. Prueba o examen 2. Mesa redonda 3. Diagramas de Información 4. Seguimiento de actividades	a. Cuestionario.[1] b. Test.[1] c. Resumen.[2] d. Cuestionario informal.[2] e. Tablas. [3] f. Cuadro sinóptico [3] g. Autoevaluación. [4]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
14. Representa un sistema de ecuaciones diferenciales en forma matricial para ser resueltas por la técnica de variables de estado espaciales. [6]	1. Prueba o examen 2. Actividades complementarias. 3. Seguimiento de actividades	a. Taller de problemas [1,2] b. Ejercicios [1,2] c. Test. [1] d. Auto evaluación. [3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
15. Aplica la función correspondiente a las condiciones de excitación de un sistema dinámico físico dado. [b] 16. Escribe el sistema dinámico como una matriz de estado de espacios. [c]	1. Prueba o examen. 2. Practica de laboratorio. 3. Proyecto	a. Ejercicios.[1] b. Taller de problemas.[1] c. Informe.[2,3] d. Productos asociados. [3]

SABER	HACER
-------	-------

3. Diferenciar los sistemas dinámicos según su número de entradas.	c. Aplicar la función de excitación que corresponda a las condiciones de excitación del sistema. [3,4]
4. Listar las diferentes funciones de excitación de un sistema	h. Utilizar la técnica de variables de estado espaciales para la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales. [3, 4, 6]
6. Conocer la técnica de variables de estado espaciales y su utilidad para la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales.	j. Aplicar la técnica de solución de ecuaciones diferenciales más adecuada para la simulación de un modelo determinado. [6]
	i. Analizar la dinámica de la Matriz de estado "A" del método de variables de estado, junto con los eigenvalores, eigenvectores y estabilidad. [6]

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE			
NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	Se expone la ecuación de estado y de salida general de variables de estado espacial invariantes en el tiempo.		
PDF	Se expone mediante un ejemplo la aplicación de la técnica de variables de estado espaciales para la simulación de sistemas dinámicos físicos		
SISTEMAS DINÁMICOS		PLANEACIÓN CURRICULAR	INGENIERÍA MECÁNICA
MODULO DE FORMACIÓN	Modelamiento y Simulación de Sistemas Dinámicos		
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Análisis de Sistemas Dinámicos		

ACTIVIDAD DE FORMACIÓN:	Realizar a través de ejemplos concretos, el análisis de las características y modelamiento de sistemas físicos (mecánicos, eléctricos, térmicos, hidráulicos).	
DURACIÓN: 8 horas	ESCENARIOS: Aula de clase, Sala CAD de Ingeniería Mecánica, laboratorios del CENTIC.	
PROPÓSITOS	METODOLOGIAS	
Analizar y valorar todas las	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	TÉCNICAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

características de sistemas dinámicos físicos de primer orden, segundo orden y orden superior.	1. Aprendizaje Interactivo 2. Aprendizaje Individual 3. Aprendizaje Colaborativo	a. Conferencia por un experto.[1] b. Formulación de preguntas.[1] c. Presentación participativa[1] d. Análisis e interpretación de lecturas [2,3] e. Consultas bibliográficas [2,3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
17. Conoce la función de cada uno de los bloques que componen un diagrama de bloques.[1] 18. Diferencia entre un sistema dinámico de primer orden y uno de segundo.[9]	1. Prueba o examen 2. Mesa redonda 3. Diagramas de Información 4. Seguimiento de actividades	a. Cuestionario.[1] b. Test.[1] c. Resumen.[2] d. Cuestionario informal.[2] e. Tablas. [3] f. Cuadro sinóptico [3] g. Autoevaluación. [4]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN
DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
19. Comprende el modelo matemático que se quiere describir por medio de un diagrama de bloques determinado. [1]	1. Prueba o examen 2. Actividades complementarias. 3. Seguimiento de actividades	a. Taller de problemas [1,2] b. Ejercicios [1,2] c. Test. [1] d. Auto evaluación. [3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
20. Expresa el modelo matemático de un sistema dinámico físico como un diagrama de bloques [a] 21. Analiza las características de un sistema dinámico físico dependiendo de la función de excitación dada.[k]	1. Prueba o examen. 2. Practica de laboratorio. 3. Proyecto	a. Ejercicios.[1] b. Taller de problemas.[1] c. Informe.[2,3] d. Productos asociados. [3]

SABER	HACER
1. Conocer el diagrama de bloques y su utilidad para la visualización de un modelo matemático.	a. Tomar un sistema dinámico y expresar el modelo que describe su comportamiento como un diagrama de bloques.[1]
9. Diferenciar entre un sistema dinámico de primer y, segundo orden, no solo en el modelamiento sino en su respuesta temporal a una excitación dada.	s. Analizar la respuesta dinámica de los sistemas dinámicos ante una entrada de excitación dada, analizar el overshoot, constante de tiempo, tiempo de asentamiento y el DC offset. [9, 10]

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE			
NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	Se expone la definición de modelo matemático y se describen los pasos para obtener el modelo de un sistema dinámico físico.		
PDF	Se explica el proceso para obtener un modelo matemático a partir de un sistema físico.		
GRÁFICO	Se ilustran ejemplos de obtención del modelo matemático a partir de un sistema físico.		
VIDEO	Se explica en video el proceso de obtención del modelo matemático de un sistema dinámico físico. Se incluye una demostración del sistema físico en movimiento.		
SISTEMAS DINÁMICOS		PLANEACIÓN CURRICULAR	INGENIERÍA MECÁNICA
MÓDULO DE FORMACIÓN	Modelamiento y Simulación de Sistemas Dinámicos		
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Análisis de Sistemas Dinámicos		

ACTIVIDAD DE FORMACIÓN:	Realizar a través de ejemplos concretos, el análisis de las características y modelamiento de sistemas físicos (mecánicos, eléctricos, térmicos, hidráulicos).		
DURACIÓN: 12 horas	ESCENARIOS: Aula de clase, Sala CAD de Ingeniería Mecánica, laboratorios del CENTIC.		
PROPÓSITOS	METODOLOGIAS		
Obtener el modelo matemático dinámico en	ESTRATEGIAS DE	TÉCNICAS DE	

forma de ecuaciones diferenciales para su posterior desarrollo mediante las técnicas de solución de ecuaciones diferenciales.	ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	
	1. Aprendizaje Interactivo 2. Aprendizaje Individual 3. Aprendizaje Colaborativo	a. Conferencia por un experto.[1] b. Formulación de preguntas.[1] c. Presentación participativa[1] d. Análisis e interpretación de lecturas [2,3] e. Consultas bibliográficas [2,3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
22. Recuerda los principios de funcionamiento de los elementos del sistema a modelar. [7] 23. Recuerda las ecuaciones de equilibrio de sistemas físicos. [8]	1. Prueba o examen 2. Mesa redonda 3. Diagramas de Información 4. Seguimiento de actividades	a. Cuestionario.[1] b. Test.[1] c. Resumen.[2] d. Cuestionario informal.[2] e. Tablas. [3] f. Cuadro sinóptico [3] g. Autoevaluación. [4]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN
DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
24. Deduce las ecuaciones matemáticas de equilibrio para un sistema dinámico físico. [7,8]	1. Prueba o examen 2. Actividades complementarias. 3. Seguimiento de actividades	a. Taller de problemas [1,2] b. Ejercicios [1,2] c. Test. [1] d. Auto evaluación. [3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

25. Construye el modelo matemático de un sistema dinámico físico, adaptado para su transferencia a herramientas computacionales [g,h,i]	1. Prueba o examen. 2. Practica de laboratorio. 3. Proyecto	a. Ejercicios.[1] b. Taller de problemas.[1] c. Informe.[2,3] d. Productos asociados. [3]
---	---	--

SABER	HACER
4. Listar las diferentes funciones de excitación de un sistema	k. Utilizar las ecuaciones matemáticas de equilibrio de sistemas para obtener las ecuaciones diferenciales dinámicas que describen el comportamiento del sistema.
7. Recordar los principios de funcionamiento de los elementos de un sistema dinámico (resortes, amortiguadores, resistencias eléctricas, capacitores, etc.).	[4, 7, 8].
8. Recordar las ecuaciones de equilibrio de sistemas físicos (leyes de Newton, ecuación de Lagrange, leyes de Kirchhoff, balances de masa y energía, etc.)	l. Categorizar las ecuaciones dinámicas obtenidas, con base a los elementos del sistema, para definir el método de solución. [5,6,7,8] m. Adaptar el modelo matemático para su solución por medio de herramientas computacionales [5,6,7,8]

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE			
NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	Se expone la definición de modelo matemático y se describen los pasos para obtener el modelo de un sistema dinámico físico.		
PDF	Se explica el proceso para obtener un modelo matemático a partir de un sistema físico.		
GRÁFICO	Se ilustran ejemplos de obtención del modelo matemático a partir de un sistema físico.		
VIDEO	Se explica en video el proceso de obtención del modelo matemático de un sistema dinámico físico. Se incluye una demostración del funcionamiento del sistema dinámico físico a modelar.		
SISTEMAS DINÁMICOS		PLANEACIÓN CURRICULAR	INGENIERÍA MECÁNICA
MODULO DE FORMACIÓN		Modelamiento y Simulación de Sistemas Dinámicos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE		Análisis de Sistemas Dinámicos	



ACTIVIDAD DE FORMACIÓN:	Emplear los modelos matemáticos en la resolución de problemas con ayuda de las herramientas computacionales.	
DURACIÓN: 12 horas	ESCENARIOS: Aula de clase, Sala CAD de Ingeniería Mecánica, laboratorios del CENTIC.	
PROPÓSITOS	METODOLOGIAS	
Obtener el comportamiento del sistema en función del tiempo y los parámetros del sistema, y evaluarlo para tenerlo en cuenta para la resolución de problemas reales y las consideraciones de diseño de sistemas.	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	TÉCNICAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
	1. Aprendizaje Interactivo 2. Aprendizaje Individual 3. Aprendizaje Colaborativo	a. Conferencia por un experto.[1] b. Formulación de preguntas.[1] c. Presentación participativa[1] d. Análisis e interpretación de lecturas [2,3] e. Consultas bibliográficas [2,3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
26. Obtiene la respuesta del sistema dinámico físico y determina las características de ésta [10, 13]	1. Prueba o examen 2. Seguimiento de actividades	a. Cuestionario.[1] b. Test.[1] c. Autoevaluación. [4]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
27. Determina las consecuencias de alterar los parámetros del sistema dinámico físico en el comportamiento de éste. [11,o]	1. Prueba o examen 2. Actividades complementarias. 3. Seguimiento de actividades	a. Taller de problemas [1,2] b. Ejercicios [1,2] c. Auto evaluación. [3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	

PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
28. Aplica los resultados de la simulación a la solución de problemas reales, como el diseño de sistemas [n, o, p]	1. Prueba o examen. 2. Practica de laboratorio. 3. Proyecto	a. Ejercicios.[1] b. Taller de problemas.[1] c. Informe.[2,3] d. Productos asociados. [3]

SABER	HACER
10. Determinar las características de la respuesta del sistema ante las diferentes funciones de excitación.	s. Analizar la respuesta dinámica de los sistemas dinámicos ante una entrada de excitación dada, analizar el overshoot, constante de tiempo, tiempo de asentamiento y el DC offset. [9, 10]
11. Determinar la influencia de los parámetros del sistema en el comportamiento temporal de este.	t. Evaluar los efectos de la alteración de los parámetros del sistema [11].
13. Analizar el comportamiento del sistema en la línea de tiempo y establecer características de este con base en las gráficas obtenidas.	u. Analizar los resultados de la simulación para ayudar a la solución de problemas reales [11,13].

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE	
NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	Introducción al ejemplo del problema de diseño, que requerirá la simulación de un sistema dinámico físico.
PDF	Explicación de un ejemplo de problema de diseño, el cual requiera la simulación de un sistema dinámico físico. Dicho ejemplo contará con conclusiones sacadas a partir de los resultados de la simulación.
GRÁFICO	Gráficas representativas de los resultados de la simulación y el cambio en la respuesta en función de la variación de los parámetros.
VIDEO	Explicación del proceso completo de transferencia del modelo matemático del sistema dinámico a la herramienta computacional, y su posterior simulación. Se incluye una comparación entre el comportamiento observado y el simulado.

SISTEMAS DINÁMICOS	PLANEACIÓN CURRICULAR	INGENIERÍA MECÁNICA	
MODULO DE FORMACIÓN	Modelamiento y Simulación de Sistemas Dinámicos		
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Análisis de Sistemas Dinámicos		

ACTIVIDAD DE FORMACIÓN:	Emplear los modelos matemáticos en la resolución de problemas con ayuda de las herramientas computacionales.		
DURACIÓN: 8 horas	ESCENARIOS: Aula de clase, Sala CAD de Ingeniería Mecánica, laboratorios del CENTIC.		
PROPÓSITOS	METODOLOGIAS		
Utilizar herramientas computacionales en la simulación y análisis de Sistemas Dinámicos Físicos..	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	TÉCNICAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	
	1. Aprendizaje Interactivo 2. Aprendizaje Individual 3. Aprendizaje Colaborativo	a. Conferencia por un experto.[1] b. Formulación de preguntas.[1] c. Presentación participativa[1] d. Análisis e interpretación de lecturas [2,3] e. Consultas bibliográficas [2,3]	
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN		INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
29. Conoce las herramientas computacionales para la simulación de sistemas dinámicos físicos y el manejo de éstas [12].	1. Prueba o examen 2. Mesa redonda 3. Diagramas de Información 4. Seguimiento de actividades		a. Cuestionario.[1] b. Test.[1] c. Resumen.[2] d. Cuestionario informal.[2] e. Tablas. [3] f. Cuadro sinóptico [3] g. Autoevaluación. [4]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN		

DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
30. Adapta el modelo matemático de un sistema dinámico físico para su simulación mediante herramientas computacionales [i, j, k, l].	1. Prueba o examen 2. Actividades complementarias. 3. Seguimiento de actividades	a. Taller de problemas [1,2] b. Ejercicios [1,2] c. Test. [1] d. Auto evaluación. [3]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
31. Simula un sistema dinámico físico con ayuda de herramientas computacionales [j, k, l, m]	1. Prueba o examen. 2. Practica de laboratorio. 3. Proyecto	a. Ejercicios.[1] b. Taller de problemas.[1] c. Informe.[2,3] d. Productos asociados. [3]

SABER	HACER
12. Transferir los modelos matemáticos a las herramientas computacionales para su simulación.	m. Adaptar el modelo matemático para su solución por medio de herramientas computacionales [12] n. Utilizar herramientas computacionales para resolver ecuaciones diferenciales mediante transformada de Laplace [5,12] o. Utilizar herramientas computacionales para la resolución de problemas de variables de estado espaciales. [6,12] p. Utilizar herramientas computacionales para resolver ecuaciones diferenciales dinámicas no lineales y/o de orden superior. [2, 12] q. Simular el comportamiento del Sistema Dinámico utilizando herramientas computacionales. [7,8,12]

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE	
NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	Se muestran las diferentes herramientas computacionales que se pueden utilizar para la simulación de sistemas dinámicos físicos.
PDF	Explicación del proceso de transferencia del modelo matemático del sistema dinámico físico a la herramienta computacional, y su posterior simulación.
GRÁFICO	Imágenes de las diferentes herramientas computacionales para simulación de sistemas dinámicos, e imágenes con los resultados de la simulación.
VIDEO	Explicación del proceso completo de transferencia del modelo matemático del sistema dinámico a la herramienta computacional, y su posterior simulación. Se incluye una comparación entre el comportamiento del sistema físico observado y el simulado.

SISTEMAS DINÁMICOS		PLANEACIÓN CURRICULAR	INGENIERÍA MECÁNICA	
MODULO DE FORMACIÓN	Identificar las teorías básicas de control			
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Lazos de control en sistemas físicos reales			

ACTIVIDAD DE FORMACIÓN:	Emplear los diagramas de bloques que bosquejen el lazo de control en los sistemas físicos.	
DURACIÓN: 2 horas	ESCENARIOS: Aula de clase, Sala CAD de Ingeniería Mecánica, laboratorios del CENTIC, Plantas industriales locales.	
PROPÓSITOS	METODOLOGIAS	
Diferenciar entre circuitos de control de lazo	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	TÉCNICAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

simple y lazo múltiple	1. Aprendizaje Interactivo 2. Aprendizaje Individual 3. Aprendizaje Colaborativo 4. Aprendizaje por Descubrimiento 5. Aprendizaje Basado en Problemas	a. Conferencia por un experto.[1] b. Formulación de preguntas.[1] c. Presentación participativa[1,5] d. Visita al laboratorio y/o Sala CAD. [4] e. Consultas bibliográficas [2,3] Solución de casos [4,5]	
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO		TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
32. Reconoce el significado de términos empleados para la descripción de sistemas dinámicos y el tipo de lazo de control.[q, s] 33. Reconoce la importancia de delimitar conceptos, para evitar ambigüedades cuando se describen los lazo de control de sistemas dinámicos.[q] 34. Comprende la diferencia entre los conceptos de Lazo de control simple y múltiple y sus incidencias en la respuesta del sistema. [q,s]		1. Debate. 2. Actividades complementarias. 3. Práctica de laboratorio. 4. Mesa redonda 5. Diagramas de Información	a. Cuestionario informal.[1,3] b. Resumen.[2,3] c. Informe.[3,4] d. Anecdotario.[4] e. Toma de notas. [4] f. Cuadro sinóptico [2,5]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
DESEMPEÑO		TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
35. Identifica fácilmente un sistema con control y lo describe según la terminología estudiada. [q, s] 36. Aplica correctamente las definiciones hechas en el glosario de términos. [q] 37. Encuentra las diferencias entre lazos de control simple y múltiple, por medio de la inspección. [q]		1. Mesa redonda 2. Exposición. 3. Actividades complementarias. 4. Práctica de laboratorio. 5. Seguimiento de actividades	a. Toma de notas.[1,3] b. Cuestionario informal.[2,3,4] c. Informe.[4,5] d. Registro de actividades.[5] e. Anecdotario.[2,4] f. Auto evaluación.[6] g. Visita técnica. [3,4]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
PRODUCTO		TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

e. Conoce las definiciones conceptuales que facilitan la descripción de los lazos de control de sistemas físicos. [q, s]	1. Prueba o examen. 2. Observación 3. Práctica de laboratorio. 4. Actividades complementarias	a. Cuestionario informal.[1,3] b. Lista de verificación.[2] c. Informe.[3,4] d. Resumen. [4]
f. Difiere entre Lazo de control simple y múltiple.[q, s]		

SABER	HACER
14. Reconocer las características de los circuitos de control de lazo simple y de lazo múltiple.	v. Desarrollar el diagrama de bloque y la ecuación característica de un sistema de control realimentado de lazo simple.[14] x. Determinar las ganancias y el tiempo muerto de un sistema determinado para un desempeño óptimo de éste [14,16]

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE	
NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	Se presentara al estudiante la definición de lazo de control, partiendo de la representación por medio de diagramas de bloques y ejemplos que aclaren el concepto.
PDF	Se redactará un documento escrito en el cual se expondrá la los lazos de control en sistemas físicos reales.
VIDEO	Se mostrara mediante ejemplos los tipos y características de los lazos de control de sistemas físicos.
AUDIO	Se reproducirá un archivo de audio que complemente la explicación dad en el núcleo de conocimiento..
GRÁFICOS	Se mostrarán ejemplos de sistemas físicos con su respectivo diagrama de bloques representativo.

SISTEMAS DINÁMICOS	PLANEACIÓN CURRICULAR	INGENIERÍA MECÁNICA	
MODULO DE FORMACIÓN	Identificar las teorías básicas de control		
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Lazos de control en sistemas físicos reales		

ACTIVIDAD DE FORMACIÓN:	Aplicar los criterios de estabilidad a un sistema físico.	
DURACIÓN: 2 horas	ESCENARIOS: Aula de clase, Sala CAD de Ingeniería Mecánica, laboratorios del CENTIC.	
PROPÓSITOS	METODOLOGIAS	
Evidenciar la estabilidad del sistema físico	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	TÉCNICAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
	1. Aprendizaje Interactivo 2. Aprendizaje Individual 3. Aprendizaje Colaborativo 4. Aprendizaje por Descubrimiento 5. Aprendizaje Basado en Problemas	a. Conferencia por un experto.[1] b. Formulación de preguntas.[1] c. Presentación participativa[1,5] d. Visita al laboratorio y/o Sala CAD. [4] e. Consultas bibliográficas [2,3] f. Solución de casos [4,5]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
38. Reconoce y describe el problema de inestabilidad de sistemas físicos [r, s]. 39. Reconoce el principio de funcionamiento del test de Routh y sus limitaciones. [r, s]	1. Actividades complementarias. 2. Práctica de laboratorio. 3. Mesa redonda 4. Diagramas de Información	a. Cuestionario informal.[1,3] b. Resumen.[2,3] c. Informe.[3,4] d. Anecdótico.[4] e. Toma de notas. [4]

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
DESEMPEÑO		TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
40. Categoriza y Establece los casos especiales del procedimiento del test de Routh. [r, s, t]		1. Exposición. 2. Actividades complementarias. 3. Práctica de laboratorio. 4. Seguimiento de actividades	a. Cuestionario informal.[2,3,4] b. Informe.[4,5] c. Registro de actividades.[5] d. Anecdótico.[2,4] e. Auto evaluación.[6]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
PRODUCTO		TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
41. Comprende el objetivo del estudio de la estabilidad de un sistema.[r, s, t] 42. Utiliza correctamente el test de Routh [r, s, t] 43. Diagnostica la estabilidad de un sistemas aplicando el procedimiento del test de Routh [r, s, t]		1. Prueba o examen. 2. Observación 3. Práctica de laboratorio. 4. Actividades complementarias	a. Cuestionario informal.[1,3] b. Lista de verificación.[2] c. Informe.[3,4] d. Resumen. [4]

SABER	HACER
15. Determinar cuándo un sistema es estable a partir del diagrama polar.	w. Predecir la estabilidad de un sistema a partir de la solución de su ecuación característica .[15]
16. Reconocer los efectos de los parámetros del lazo en la ganancia, el período y la estabilidad del lazo de control.	x. [14,16]. z. Determinar la estabilidad de un sistema dinámico a partir de las gráficas que se obtienen con ayuda de herramientas computacionales [15,16]. ab. Determinar el desempeño del sistema dinámico. [15,16]

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE	
NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	Se presentara al estudiante la definición de los criterios de estabilidad, y de análisis a partir de graficas obtenidas en respuesta transitoria y en frecuencia.

PDF	Se redactará un documento escrito en el cual se expondrá algunos criterios de estabilidad y su análisis.
AUDIO	Se reproducirá un archivo de audio que complemente la explicación dada en el núcleo de conocimiento..
GRÁFICOS	Se mostrarán ejemplos de sistemas físicos estables e inestables.

SISTEMAS DINÁMICOS	PLANEACIÓN CURRICULAR	INGENIERÍA MECÁNICA	
MODULO DE FORMACIÓN	Identificar las teorías básicas de control		
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Acciones Básicas de control		

ACTIVIDAD DE FORMACIÓN:	Bosquejar el principio físico de funcionamiento de las principales teorías de control que se utilizan en la industria.	
DURACIÓN: 4 horas	ESCENARIOS: Aula de clase, Sala CAD de Ingeniería Mecánica, laboratorios del CENTIC.	
PROPÓSITOS	METODOLOGIAS	
Analizar los efectos de las acciones de control PI y PD en el desempeño del sistema	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	TÉCNICAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
	1. Aprendizaje Interactivo. 2. Aprendizaje Individual. 3. Aprendizaje Colaborativo. 4. Aprendizaje Basado en problemas. 5. Aprendizaje por descubrimiento.	a. Conferencia por un experto.[1] b. Presentación participativa[1,3] c. Debate.[1] d. Tareas individuales [2] e. Análisis e interpretación de lecturas.[2] f. Análisis y resolución de problemas [2,3] g. Taller de ejercicios.[2,4] h. Resolución y análisis de ejercicios[2,3,4] i. Simulaciones.[4] g. Practica de laboratorio.[5]

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO		TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
44. Conoce diferentes herramientas computacionales que permiten el análisis de las técnicas de control utilizadas. [u] 45. Reconoce e interpreta las respuestas simuladas y obtenidas por las herramientas computacionales [u, v] 46. Identifica posibles errores en la solución dada por las herramientas computacionales. [u, v, w]		1. Prueba o examen. 2. Debate. 3. Actividades complementarias. 4. Practica de laboratorio.	a. Cuestionario.[1,3] b. Resumen.[2,3] c. Taller de problemas.[1] d. Ejercicios.[1,3] e. Informe.[4] f. Simulaciones.[4] g. Cuestionario informal.[5]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
DESEMPEÑO		TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
47. Maneja herramientas computacionales especializadas para el análisis de estabilidad de un sistema. [u, v]		1. Prueba o examen. 2. Debate. 3. Actividades complementarias. 4. Practica de laboratorio.	a. Informe.[1] b. Lista de chequeo.[1] c. Productos asociados.[1] d. Cuestionario.[1,2] e. Ejercicios.[2] f. Cuestionario informal.[3] g. Simulaciones.[4]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		EVALUACIÓN	
PRODUCTO		TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
48. Obtiene respuestas coherentes del sistema al aplicarles las acciones de control. [u, v] 49. Analiza y discute las soluciones presentadas por las herramientas computacionales de simulación. [u,v, w]		1. Prueba o examen. 2. Debate. 3. Actividades complementarias. 4. Practica de laboratorio.	a. Cuestionario.[1,3] b. Resumen.[2,3] c. Taller de problemas.[1] d. Ejercicios.[1,3] e. Informe.[4] f. Anecdótico.[4] e. Simulaciones. [4]

SABER	HACER
17. Reconocer las diferentes acciones básicas de control utilizadas en los sistemas industriales (Proporcional, integral o derivativa).	y. Determinar los efectos de las acciones de control en la respuesta del sistema.[17] ab. Determinar el desempeño del sistema dinámico. [15,16]
18. Reconocer los compensadores de adelanto, atraso y atraso-adelanto	ac. Utilizar el método grafico para ajustar los compensadores de un sistema [18,19].
19. Reconocer la forma grafica de ajustar compensadores.	ad. Recomendar cuál es la mejor técnica a utilizar para un sistema determinado, con base en la respuesta obtenida y el menor esfuerzo necesario para su control.[16,17,18]

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE	
NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	Se presentara al estudiante la definición de las teorías básicas de control, como control PI, PD y PID, y compensadores describiendo su principio de funcionamiento.
PDF	Se redactará un documento escrito en el cual detallara el principio de funcionamiento de cada tecnica de control vista.
AUDIO	Se reproducirá un archivo de audio que complemente la explicación dada en el núcleo de conocimiento..
GRÁFICOS	Se mostrarán ejemplos de sistemas físicos con control PID y compensadores y sus graficas de estabilidad.

SISTEMAS DINÁMICOS	PLANEACIÓN CURRICULAR	INGENIERÍA MECÁNICA	
MODULO DE FORMACIÓN	Identificar las teorías básicas de control		
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Acciones Básicas de control		

ACTIVIDAD DE FORMACIÓN:	Bosquejar el principio físico de funcionamiento de las principales teorías de control que se utilizan en la industria.	
DURACIÓN: 4 horas	ESCENARIOS: Aula de clase, Sala CAD de Ingeniería Mecánica, laboratorios del CENTIC.	
PROPÓSITOS	METODOLOGIAS	
Integrar los conocimientos de modelamiento, simulación y lazos de control para aplicarlos a un problema o proyecto de un sistema físico real	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	TÉCNICAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
	1. Aprendizaje Interactivo. 2. Aprendizaje Individual. 3. Aprendizaje Colaborativo. 4. Aprendizaje Basado en problemas. 5. Aprendizaje por descubrimiento.	j. Conferencia por un experto.[1] k. Presentación participativa[1,3] l. Debate.[1] m. Tareas individuales [2] n. Análisis e interpretación de lecturas.[2] o. Análisis y resolución de problemas [2,3] p. Taller de ejercicios.[2,4] q. Resolución y análisis de ejercicios[2,3,4] r. Simulaciones.[4] h. Practica de laboratorio.[5]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

50. Reconoce las técnicas a aplicar al problema planteado y su principio de funcionamiento.[u, v, w] 51. Reconoce el criterio de estabilidad que ofrece cada técnica de control a aplicar al problema planteado.[u]	1. Prueba o examen. 2. Debate. 3. Actividades complementarias. 4. Practica de laboratorio.	h. Cuestionario.[1,3] i. Resumen.[2,3] j. Taller de problemas.[1] k. Ejercicios.[1,3] l. Informe.[4] m. Simulaciones.[4] n. Cuestionario informal.[5]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
52. Establece las diferencias en las respuestas obtenidas al aplicar una técnica determinada al problema planteado. [u, v, w]	1. Prueba o examen. 3. Exposición. 4. Actividades complementarias. 5. Practica de laboratorio. 6. Seguimiento de actividades	a. Cuestionario informal.[2,3] b. Informe.[5,6] c. Registro de actividades.[5] d. Anecdótico.[2,6] h. Auto evaluación.[6] i. Simulaciones [6]
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
53. Recomienda cual es la técnica que mejor se acomoda a los requerimientos de control del problema planteado [u, v, w]. 54. Evalúa los posibles errores obtenidos en la respuesta del sistema, tanto en la simulación como en el modelo real.[u, v, w]	1. Prueba o examen. 2. Practica de laboratorio.	a. Cuestionario.[1,2] b. Informe.[2]

SABER	HACER
20. Comparar a qué tipo de sistema se le Puede aplicar cada una de las acciones básicas de control.	y. Determinar los efectos de las acciones de control en la respuesta del sistema. [17] ac. Utilizar el método grafico para ajustar los compensadores de un sistema [17] ad. Recomendar cuál es la mejor técnica a utilizar para un sistema determinado, con base en la respuesta obtenida y el menor esfuerzo necesario para su control [16,17, 18,20]

DISEÑO DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS PARA EL OBJETO DE APRENDIZAJE	
NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	Se presentara al estudiante un ejemplo típico a controlar en sistemas dinámicos.
PDF	Se redactará un documento escrito en el cual detallara el desarrollo del ejemplo planteado en el núcleo de conocimiento.
VIDEO	Se mostrara un video con el ejemplo a controlar real.
AUDIO	Se reproducirá un archivo de audio que complemente la explicación dada en el núcleo de conocimiento..
GRÁFICOS	Se mostrarán ejemplos de sistemas físicos con control PID y compensadores y sus graficas de estabilidad.