

**DISEÑO CURRICULAR BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA  
ENSEÑANZA/APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA VIBRACIONES  
MECÁNICAS Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE  
BASADO EN LA TEMATICA CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y  
CINEMÁTICA DE LAS VIBRACIONES**

**RAMIRO PARRA NIÑO  
SERGIO MORENO WANDURRAGA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2008**

**DISEÑO CURRICULAR BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA  
ENSEÑANZA/APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA VIBRACIONES  
MECÁNICAS Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE  
BASADO EN LA TEMATICA CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y  
CINEMÁTICA DE LAS VIBRACIONES**

**RAMIRO PARRA NIÑO  
SERGIO MORENO WANDURRAGA**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de:  
Ingeniero Mecánico**

**Director:  
ALFONSO GARCÍA CASTRO  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2008**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los Autores del proyecto presentan sus agradecimientos:

A la Universidad Industrial de Santander, a la Escuela de Ingeniería Mecánica y a todos sus profesores por la formación brindada en lo académico y humano, por ser nuestros mentores y contribuir así en nuestro futuro profesional.

A nuestras familias por su apoyo incondicional, por formarnos en valores y hacernos las personas que hoy somos.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO</b> .....	<b>3</b>
1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
1.2 OBJETIVOS .....	4
1.2.1 Objetivos Generales .....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	5
<b>2. DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA LA ASIGNATURA VIBRACIONES MECÁNICAS</b> .....	<b>7</b>
2.1 DIAGRAMA SECUENCIAL DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE .....	8
2.2 ESTRUCTURACIÓN MODULAR .....	11
2.2.1 Módulos de Formación .....	11
2.2.2 Unidades de Formación .....	13
2.2.3 Actividades de Formación.....	13
2.2.4 Propósitos .....	14
2.3 TABLA DE SABERES Y HACERES .....	14
2.4 PLANEACIÓN CURRICULAR.....	16
2.4.1 Distribución del tiempo en el semestre .....	16
2.4.2 Descripción y justificación Aprendizaje Significativo .....	17
2.4.3 Descripción y justificación de las estrategias de Enseñanza – Aprendizaje .....	18
2.4.4 Descripción y justificación de las técnicas de Evaluación .....	29
2.5 DESARROLLO DE LA GUÍA DE MEDIOS.....	22
<b>3. GENERACIÓN DEL OBJETO DE APRENDIZAJE PARA LA ASIGNATURA VIBRACIONES MECÁNICAS EN LA TEMÁTICA</b>	

<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y CINEMÁTICA DE LAS VIBRACIONES</b>	
<b>MECÁNICAS .....</b>	<b>25</b>
3.1 ELABORACIÓN DE RECURSOS DIDÁCTICOS PARA LA TEMÁTICA	
FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y CINEMÁTICA DE LAS VIBRACIONES	
MECÁNICAS.....	25
3.1.1 Conceptos Fundamentales de las Vibraciones Mecánicas.....	25
3.1.2 Cinemática de las Vibraciones Mecánicas.....	29
<b>4. PORTAL WEB DEL PROFESOR.....</b>	<b>40</b>
4.1 OPCIÓN INICIO .....	41
4.2 OPCIÓN CURRÍCULO .....	42
4.3 OPCIÓN DOCENCIA .....	42
4.4 OPCIÓN INVESTIGACIÓN .....	44
4.5 OPCIÓN EXTENSIÓN .....	45
4.6 OPCIÓN ADMINISTRACIÓN .....	45
4.7 OPCIÓN ENLACES DE INTERÉS .....	46
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fases del Diseño Instruccional	7
Figura 2. Equipo de Trabajo Para la Elaboración del Proyecto	8
Figura 3. Diagrama Secuencial de Actividades de Aprendizaje	12
Figura 4. Módulos de Formación	13
Figura 5. Unidades de Formación	13
Figura 6. Actividades de Formación	14
Figura 7. Propósitos	14
Figura 8. Documento Soporte – Conceptos Fundamentales	26
Figura 9. Elementos del Fenómeno Vibratorio	27
Figura 10. Animación - Conceptos Fundamentales de las Vibraciones Mecánicas	27
Figura 11. Animación – Elementos del Fenómeno Vibratorio	29
Figura 12. Documento Soporte – características, parámetros, niveles y dominios	30
Figura 13. Animación - Parámetros Cinemáticos	31
Figura 14. Animación - Vibración Armónica y Periódica no Armónica	32
Figura 15. Animación - Series de Fourier	32
Figura 16. Animación – Clasificación de las Vibraciones	33
Figura 17. Animación - Vibración Aleatoria	33
Figura 18. Animación - Vibración Determinística	34

Figura 19. Animación - Niveles y Dominios	37
Figura 20. Aplicativo – Características de la vibración	38
Figura 21. Portal Web del Profesor- Opción Inicio	41
Figura 22. Portal Web del Profesor- Opción Currículo	42
Figura 23. Portal Web del Profesor- Opción Docencia	43
Figura 24. Portal Web del Profesor- Fichas de Alumnos	43
Figura 25. Portal Web del Profesor- Documentos	44
Figura 26. Portal Web del Profesor- Opción Investigación	44
Figura 27. Portal Web del Profesor- Opción Extensión	45
Figura 28. Portal Web del Profesor- Opción Administración	46
Figura 29. Portal Web del Profesor- Opción Enlaces de Interés	46

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tabla de Saberes y Haceres	15
Tabla 2. Distribución del tiempo en el semestre	17
Tabla 3. Estrategias de Enseñanza – Aprendizaje	18
Tabla 4. Técnicas de Enseñanza – Aprendizaje	19
Tabla 5. Técnicas de Evaluación	21

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Marco Teórico	55
Anexo B. Programa de la Asignatura Vibraciones Mecánicas	76
Anexo C. Estructuración Modular	79
Anexo D. Grafico Estructuración Modular	82
Anexo E. Tabla de Saberes y Haceres	85
Anexo F. Planeación Curricular Vibraciones Mecánicas	99
Anexo G. Guía de Medios Didácticos – Vibraciones Mecánicas	11

## GLOSARIO

**ACTIVIDADES DE FORMACIÓN:** estas actividades plantean los alcances que el docente define para el estudiante dentro de la unidad de formación. Se establecen buscando abarcar, en su conjunto, el contenido de la unidad de formación.

**ANÁLISIS FUNCIONAL:** es un método que se utiliza para identificar las competencias laborales necesarias para llevar a cabo una función productiva, siguiendo la lógica de responder: ¿Qué habría que hacer para que esta función se logre?

**APLICATIVO:** es el software de soporte para dar explicaciones prácticas de un tema. Permite al usuario interactuar, mediante el ingreso de datos y comprobación, de un proceso de la temática, para su elaboración se tienen en cuenta las siguientes condiciones:

El aplicativo debe contener una ayuda para lograr interacción entre el usuario y la herramienta de una forma fácil y cómoda. Debe ser intuitivo, evitando confusiones. Las fuentes y estilos deben ser guiados de acuerdo a la hoja de estilos de e-escen@r\_iuis. y debe ser desarrollado en Java o en flash.

**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”.

**DIAGRAMA SECUENCIAL DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE (DSA<sup>2</sup>):** el *DSA<sup>2</sup>* es un mapa de la distribución y secuencialidad (ordenamiento lógico) del conocimiento en los contenidos de la asignatura.

**DISEÑO CURRICULAR:** diseño de un plan para facilitar el aprendizaje y el logro de metas y objetivos relacionados con una unidad escolar específica, contempla medios y objetivos, así como estrategias de instrucción y evaluación.

Una propuesta curricular por competencias se diseña entonces en torno a los perfiles profesionales esperados y se hace cargo de las necesidades sociales; las competencias definen los criterios para la selección y organización de todas las componentes y ofrece metodologías para la evaluación de las competencias de desempeño.

**DISEÑO INSTRUCCIONAL:** disciplina que aplica una metodología basada en la teoría instruccional para impartir y crear contenidos formativos.

**DOCUMENTOS DE SOPORTE:** en este se encuentra el material que da soporte a la información que se encuentra en el núcleo de conocimiento. Todos los documentos se realizaron en formato PDF.

**E-escenari@uis:** plataforma educativa institucional de la UIS, denominada escenario electrónico de recursos de aprendizaje e investigación.

**E-learning:** se puede definir como el uso de las tecnologías multimedia para desarrollar y mejorar nuevas estrategias de aprendizaje.

**ESTILOS DE APRENDIZAJE:** los estilos de aprendizaje tienen que ver con la manera en que cada estudiante aprende o prefiere aprender cualquier cosa; el cerebro asimila y procesa el conocimiento en función del estilo de aprendizaje, a su vez de este depende la rapidez con que se procesa dicha información.

**ESTRUCTURACIÓN MODULAR:** la estructuración modular se logra a partir de los propósitos identificados para la asignatura. Debe ser secuencial, es decir, que se agrupan por afinidad los propósitos de acuerdo a los contenidos, identificando de esta forma acciones delimitadas y manteniendo la relación de causa – consecuencia entre las diferentes desagregaciones.

**HACER:** relaciona los procedimientos, técnicas, métodos, habilidades y destrezas que son necesarias desarrollar en el estudiante.

**MÓDULOS DE FORMACIÓN:** el módulo de formación es un elemento particular de un diseño curricular de formación basado en competencias. Es un área de conocimiento autónoma, con sentido propio que, al mismo tiempo, se articula con los distintos módulos que integran la estructuración modular.

**NÚCLEO DE CONOCIMIENTO:** es una idea concreta y clara, con el objetivo de generar una visión global al estudiante sobre el tema de estudio.

**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.

**PLANEACIÓN CURRICULAR:** esta es la última etapa de la propuesta metodológica, pero la más rica en elementos concernientes al currículo. Ofrece una visión global y a la vez detallada de la asignatura, así mismo da un enfoque pedagógico, propone una distribución de tiempo y especifica los recursos que pueden ser utilizados en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje.

**PROPÓSITOS:** los propósitos que constituyen una actividad de formación describen las metas o finalidades por las cuales se realiza dicha actividad

**ProspeTIC:** Proyecto Institucional “Soporte al Proceso Educativo Mediante Tecnologías de Información y Comunicación”.

**SCORM:** Modelo de Referencia para Objetos de Contenido Distribuibles. SCORM es un modelo de referencia que establece un modo de desarrollar, empaquetar y gestionar la distribución de unidades formativas digitales (reusable, accesible, interoperable, duradero)

**SABER:** se refiere a hechos, teorías y principios del conocimiento.

**SABER SER:** es representado por las actitudes necesarias para favorecer y motivar en el estudiante el desempeño y la capacidad de aprender una asignatura.

**UNIDADES DE FORMACIÓN:** surgen de la desagregación de los módulos de formación, son elementos de menor nivel en la estructuración modular y

describen los componentes fundamentales que constituyen un área de conocimiento.

## RESUMEN

**TITULO:**  
DISEÑO CURRICULAR BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA VIBRACIONES MECÁNICAS Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE BASADO EN LA TEMÁTICA CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y CINEMÁTICA DE LAS VIBRACIONES.\*

**AUTORES:**  
SERGIO MORENO WANDURRAGA  
RAMIRO PARRA NIÑO.\*\*

**PALABRAS CLAVES:**  
Diseño curricular, diseño instruccional, análisis funcional, aprendizaje en línea, objeto de aprendizaje, competencias, vibraciones mecánicas.

**CONTENIDO:**  
Las situaciones a las que se enfrentan los profesionales actualmente, debido a la constante evolución y las exigencias del campo laboral, han inducido cambios en los modelos educativos con el objetivo de generar profesionales más competentes que se adapten fácilmente a los cambios, cumpliendo con los requerimientos laborales.

Es así como nace el proyecto ProSPETIC, que incluye la creación de plataformas web para la enseñanza-aprendizaje en línea. El presente proyecto es la primera fase de las tres que se deben desarrollar para implementar completamente el sistema educativo en línea que servirá de apoyo para la enseñanza-aprendizaje de la asignatura Vibraciones Mecánicas.

En su ejecución se implementó la metodología para la creación de diseños instruccionales, desarrollada por el grupo de Investigación y Desarrollo del CENTIC, teniendo en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje, las dicotomías de Felder-Silverman y la taxonomía de Bloom.

De esta forma el proyecto comprende la realización del diseño instruccional para la asignatura Vibraciones Mecánicas, resultado de este proceso son el Diagrama Secuencial de Actividades, la Estructuración Modular, la Tabla de Saberes y Haceres, la Planeación Curricular y la Guía de medios de recursos didácticos. Terminado el diseño instruccional, que sirve de soporte pedagógico de los objetos de aprendizaje, se procedió con el diseño y la creación del objeto de aprendizaje relacionado con la temática Conceptos fundamentales y cinemática de las vibraciones.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director Ing. Alfonso García Castro.

## SUMMARY

### TITLE:

CURRICULAR DESIGN BASED ON COMPETENCIES FOR THE TEACHING/LEARNING OF THE SUBJECT MECHANICAL VIBRATIONS AND THE CONSTRUCTION OF A LEARNING OBJECT RELATED WITH THE TOPIC FUNDAMENTALS AND CINEMATIC CONCEPTS OF VIBRATIONS

### AUTHORS:

SERGIO MORENO WANDURRAGA  
RAMIRO PARRA NIÑO

### KEYWORDS:

Curricular design, instructional design, functional analysis, e-learning, learning object, competencies, mechanical vibrations.

### DESCRIPTION:

The different challenges that professionals face nowadays, due to the constant evolution and various demands in their professional environment, have led to reform the current educational models, with the purpose of producing highly competent and easily adaptive professionals capable of fulfilling all the requirements that their works demand.

In order to achieve this, ProsPETIC project was born. It includes the creation of web-based platforms for the online teaching-learning process. This thesis is the first of the three phases that have to be developed to create the complete online educational system that will support the teaching-learning process of the faculty subject Mechanical Vibrations.

On its execution, the instructional design methodology, created by the Research and Development group of the CENTIC, and based on different learning styles, Felder-Silverman dichotomies and Bloom's taxonomy, was implemented.

This project involves the realization of the instructional design for the faculty subject Mechanical Vibrations, the results of this process are the sequential diagram of activities, the modular structure, the known's and do's tables, the curricular planning and the didactic resources media guide. Once the instructional design is completed, which gives the pedagogic support to the learning object, the final step was the design and creation of the learning object related with the fundamentals and cinematic concepts of vibrations.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Faculty of Physical-Mechanical engineering. Mechanic Engineering School. Thesis Director Eng. Alfonso García Castro.

## INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la globalización es una realidad que día a día se impone en los diversos sectores de nuestra sociedad, donde el sector educativo no es la excepción ya que es uno de los más influyentes en el desarrollo de un país. Es fundamental contemplar todos los cambios que dicho fenómeno trae consigo para el crecimiento y bienestar de los futuros profesionales, enfrentándolos a la necesidad de una capacitación integral que fortalezca sus competencias, abarque las propuestas y exigencias que plantea una sociedad en constante evolución, con infinidad de situaciones problemáticas que deben ser solucionadas de manera óptima.

Actualmente en la mayoría de las industrias se usa el monitoreo y análisis de vibraciones dentro de los programas de mantenimiento predictivo, aprovechando la información que contienen las vibraciones sobre el estado de una máquina, su condición y funcionamiento. Como una contribución al desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes del área de Mantenimiento Predictivo, el presente documento muestra de forma secuencial y detallada el desarrollo de un diseño curricular basado en competencias para la enseñanza/aprendizaje de la asignatura *Vibraciones Mecánicas*.

La educación profesional basada en competencias integrales implica modificar la relación entre la teoría y la práctica, y a su vez intenta formar profesionales que conciban el aprendizaje como un proceso abierto, flexible y permanente, no limitado al periodo de clases. El aprendizaje alternativo de la asignatura *Vibraciones Mecánicas* se fundamenta en la utilización de entornos virtuales que se enfocan hacia problemas típicos de la asignatura

donde se puntualiza cada aspecto relevante de las temáticas abordadas (en este caso, *Conceptos Fundamentales y Cinemática de las Vibraciones*), se sigue un control del aprendizaje, se fomenta la crítica, y lo más importante, la participación de los estudiantes que cursan la asignatura.

## **1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO**

### **1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

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 que se busca formar en los alumnos.

Para asegurar que los estudiantes UIS permanezcan competentes en nuestra sociedad sin importar las fluctuaciones de los sistemas reales de ésta, se debe ir de la mano con las estrategias adoptadas por países que han venido trabajando con éxito en la modificación de procesos para la formación de profesionales integrales. Además, la estrategia de educación basada en competencias actualmente es una tendencia en nuestro país y es adecuado adoptarla para el beneficio y crecimiento de la escuela de Ingeniería Mecánica.

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 (vibraciones mecánicas) 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.

Lo anterior basado en estrategias o formas de aprendizaje de gran alcance como la transferibilidad, portabilidad, multirreferencialidad, la competencia y la estimulación de los estudiantes a estar actualizados. Es necesario implementar estos cambios con el fin de que tanto maestros como estudiantes participen y se vean comprometidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y adopten como suyo el reto de formarse integralmente para una sociedad que los embiste y a su vez los necesita.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivos Generales**

- Contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander al adoptar un modelo educativo por competencias profesionales integradas para elevar la calidad de la educación profesional, así como para mejorar de manera continua la calidad del aprendizaje, todo esto con el único fin de ayudar a los estudiantes a alcanzar sus propósitos en la vida profesional.
  
- Conceptualizar formas diferentes para educar a los futuros profesionales, esto sin descalificar la experiencia anterior. Lo que se busca realmente es fortalecer el aprendizaje tecnológico, sin descuidar la formación integral de los estudiantes en los ámbitos humano, profesional y disciplinar. En ese sentido, la educación basada en competencias busca enriquecer y retroalimentar considerablemente la formación profesional y cambiarla a una más actualizada y de mayor calidad.

## 1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diseño instruccional para la asignatura Vibraciones Mecánicas, aplicando la metodología del análisis funcional para un modelo de formación basado en competencia.

Para esto se debe:

Elaborar el diagrama secuencial de actividades.

Elaborar la estructuración modular de la asignatura.

Elaborar la tabla de saberes y haceres.

Elaborar la planeación curricular.

Elaborar la Guía de medios didácticos para el 50% del contenido de la asignatura.

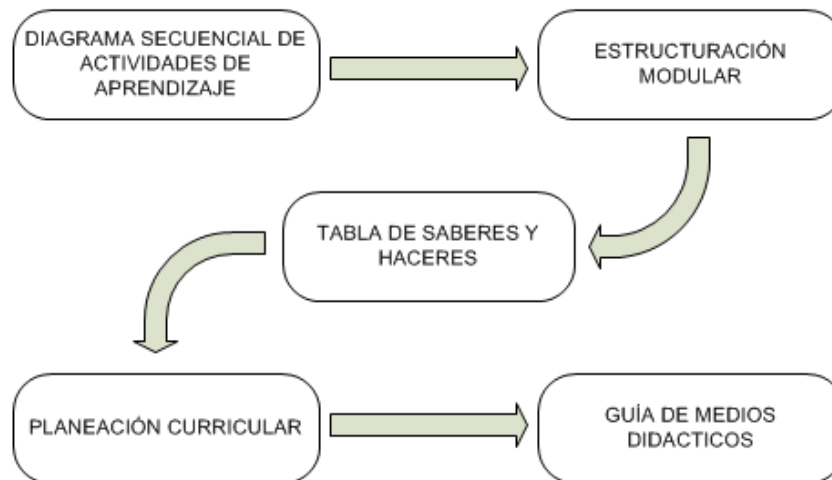
- Diseñar y Construir un Objeto de Aprendizaje relacionado con la temática Conceptos fundamentales y cinemática de las vibraciones mecánicas, siguiendo los lineamientos del estándar SCORM.
- Montar el Objeto de Aprendizaje en la Biblioteca Digital de recursos didácticos de la UIS para su inmediata exploración como material de soporte en la enseñanza/aprendizaje de la asignatura Vibraciones Mecánicas.
- Estructurar y actualizar el Portal Web del profesor Alfonso García Castro con lo referente a las asignaturas Vibraciones Mecánicas y Dinámica.

Para el desarrollo del diseño curricular se realizó una recopilación de la literatura con el fin de fundamentar el proyecto (Ver Anexo A. Marco Teórico).

## 2. DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA LA ASIGNATURA VIBRACIONES MECÁNICAS

En este apartado se encuentra todo lo relacionado con la aplicación de la metodología y las fases involucradas en el diseño instruccional de la asignatura Vibraciones Mecánicas. Para el desarrollo de esta etapa del proyecto se tomó como base la metodológica desarrollada por el ProSPETIC para el diseño instruccional y la creación de objetos de aprendizaje mediados por TICs. Este diseño está dividido en 5 fases principales que se muestran a continuación<sup>1</sup>.

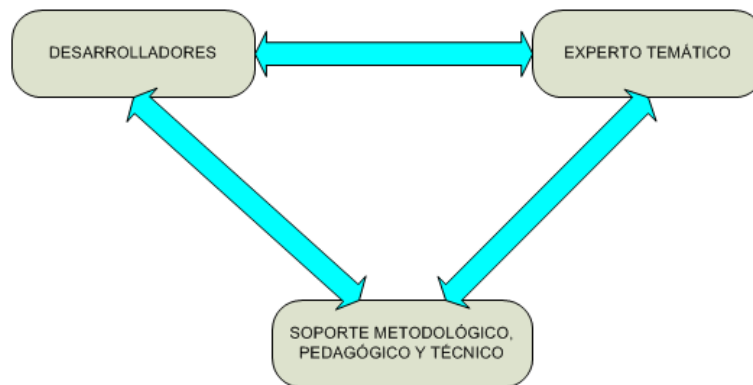
Figura 1. Fases del Diseño Instruccional



<sup>1</sup> Metodología para la construcción de diseños instruccionales en programas de formación por competencias. Edwin Humberto Gómez – Paola Espinosa. Formato .Doc (1.59 MB). 20p.

Estas fueron desarrolladas exitosamente gracias al interés y dedicación que aportó cada uno de los miembros del equipo de trabajo. Se describirán a continuación las observaciones y problemas que se presentaron mediante su implementación.

Figura 2. Equipo de Trabajo Para la Elaboración del Proyecto de Grado



## 2.1 DIAGRAMA SECUENCIAL DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Este diagrama es un mapa de navegación que contiene las actividades generales a realizar en la asignatura Vibraciones .mecánicas, teniendo como base el objetivo y los logros que el estudiante debe alcanzar en los contenidos de cada una de ellas. El DSA<sup>2</sup> se construyó siguiendo los siguientes pasos:

**Selección de Contenidos temáticos Generales.** Vibraciones mecánicas hace parte de las asignaturas electivas profesionales de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, la base para la construcción del diagrama secuencial de aprendizaje fue el programa académico establecido por la escuela para la asignatura Y en coordinación

con el profesor de la materia, se seleccionaron aquellos tópicos que representan una importancia capital en la formación académica de un estudiante de ingeniería mecánica. (Ver Anexo B. Programa de la Asignatura Vibraciones Mecánicas).

**Objetivo de Aprendizaje.** El objetivo de la asignatura debe hacer énfasis en el perfil que el conocimiento teórico - práctico de las vibraciones mecánicas, le proporciona al estudiante para su desempeño profesional, ya que es una materia electiva técnica profesional.

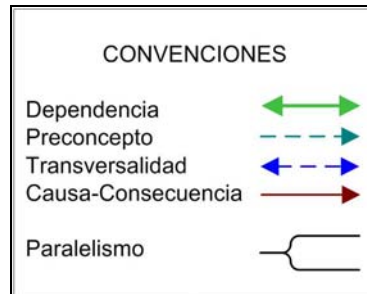
**Objetivo de la asignatura:** *conocer los fundamentos teóricos de las vibraciones mecánicas para comprender el fenómeno vibratorio de sistemas mecánicos y aprender las técnicas de control de vibraciones, los métodos de análisis y diagnóstico de fallas, así como la metodología del mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones.*

**Actividades de aprendizaje.** Fue una de las etapas de mayor importancia en el diseño instruccional ya que ella permite definir los límites del conocimiento de la asignatura. Dichas actividades son, en esencia objetivos específicos formados a partir del objetivo general de la asignatura mencionado anteriormente.

Estas actividades se diseñaron conservando la estructura gramatical uniforme, de un verbo + un objeto + una condición; se enfocó cada actividad de acuerdo al contenido teórico y práctico de la asignatura.

El DSA<sup>2</sup> se construyó de lo general a lo particular en una dirección dada, la descripción del **cómo** se hace va de izquierda a derecha, y en sentido contrario, la descripción del **para qué** se hace.

## Relaciones utilizadas en la construcción del DSA2



**Paralelismo:** se utilizó para conceptos sencillos como características, parámetros niveles y dominios, que pueden ser vistos sin un orden estricto, sin truncar el proceso de enseñanza/aprendizaje de la asignatura.

**Causa-consecuencia:** se utilizó para describir el orden de los conceptos complejos que requieren ser aprendidos secuencialmente en la asignatura. La aplicación de esta relación fue principalmente en la temática “conceptos fundamentales y cinemática de las vibraciones mecánicas”.

**Dependencia:** en temas que se requiere considerar aspectos simultáneamente, fue de gran ayuda aplicar esta relación. Un buen ejemplo fue el amortiguamiento ya que éste debe ser considerado en todo el análisis de los sistemas mecánicos vibratorios y sin éste, el aprendizaje de la dinámica vibratoria sería incompleto.

**Preconcepto:** hace referencia a todas las asignaturas claves vistas durante la carrera como ingenieros mecánicos y que sin ellas sería prácticamente imposible avanzar en la signatura exitosamente, como ejemplo la asignatura **Mantenimiento y Montajes.**

**Transversalidad:** fue clave ya que la asignatura tiene prácticas de laboratorio en la mayor parte de los temas, con esto se dio una visión general de los alcances del laboratorio y a su vez mayor organización al contenido de la asignatura.

A continuación se muestra en la figura 3 el diagrama, ya construido, para la asignatura de vibraciones mecánicas con las relaciones anteriormente descritas.

## **2.2 ESTRUCTURACIÓN MODULAR**

Como lo indica la metodología para la estructuración modular de la asignatura, se organizó y se jerarquizó el contenido perteneciente a la asignatura, comenzando con los módulos de formación y concluyendo con los propósitos.

A continuación se describirá el desarrollo de la estructuración modular basados en el módulo “Dinámica de vibraciones mecánicas” identificado durante la construcción de esta etapa o fase.

**2.2.1 Módulos de Formación.** Los tres módulos de formación en los que se dividió el tema de la asignatura están directamente relacionados con la aplicación del contenido que agrupan. Se decidió, en común acuerdo con el docente, tomar como módulos de formación: la dinámica de las vibraciones, la aplicación de las vibraciones en el mantenimiento y la medición de vibraciones. Donde el primero presenta los conceptos fundamentales en los cuales se sustentan las aplicaciones en el mantenimiento, que se ven al final de la asignatura, las mediciones por su parte son necesarias para poder evidenciar y comprobar los fundamentos y poder llevar al cabo las aplicaciones.

Figura 3. Diagrama Secuencial de Actividades de Aprendizaje

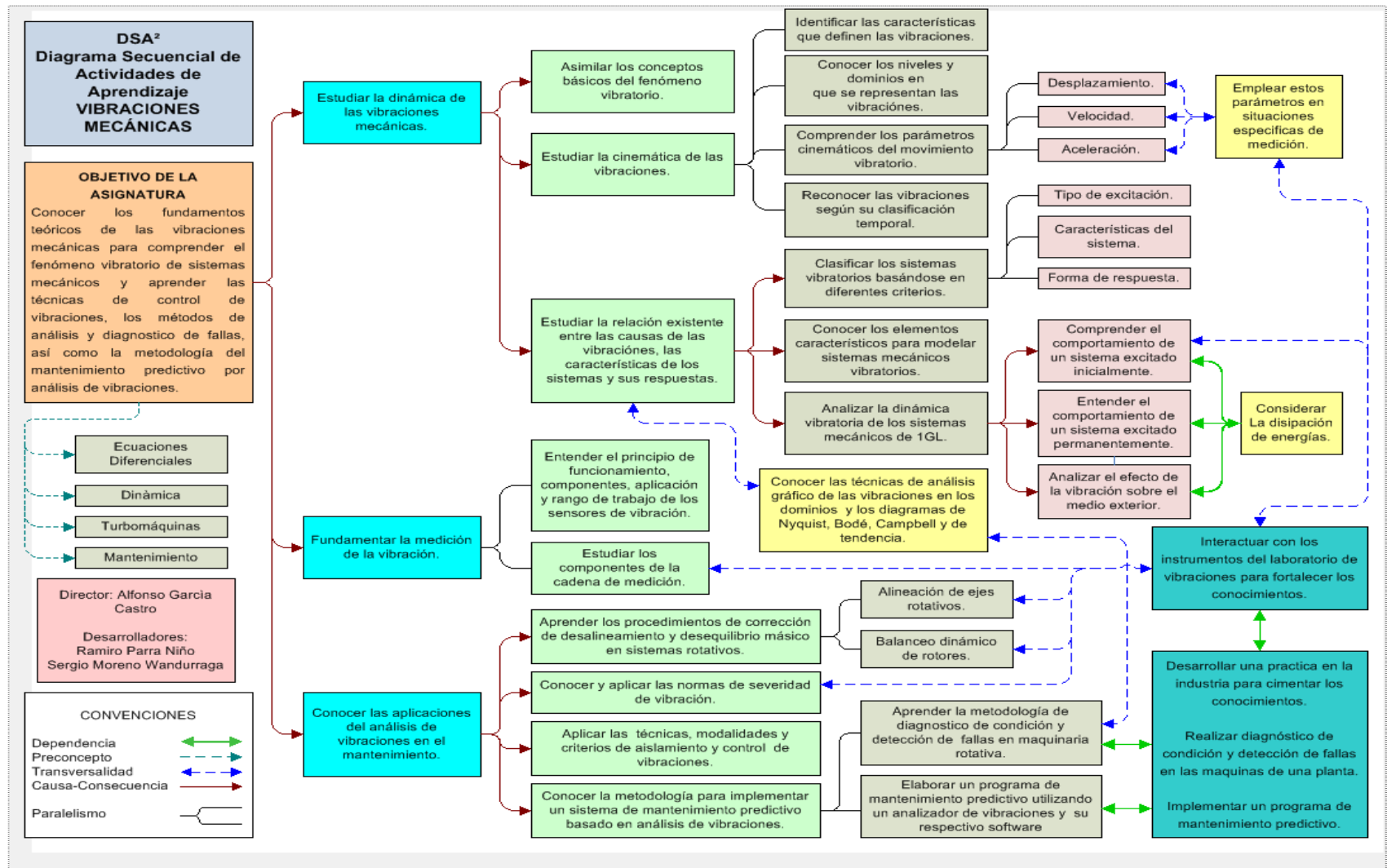
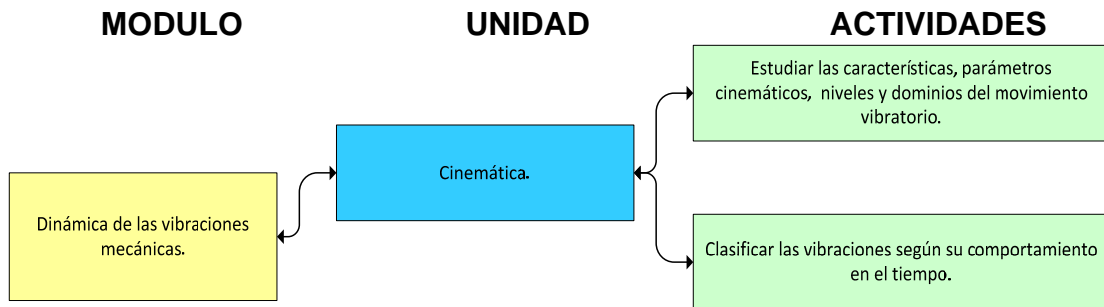


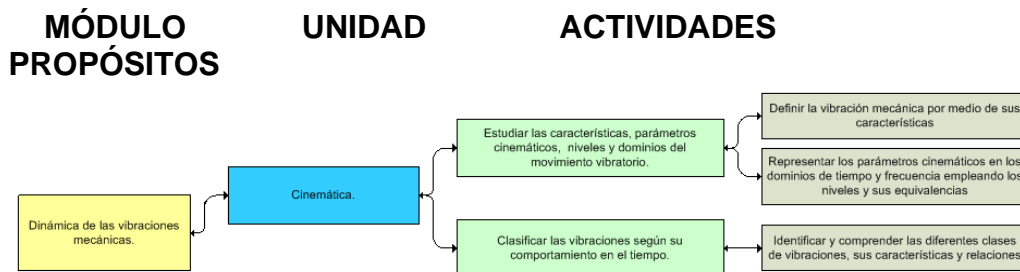


Figura 6. Actividades de Formación



**2.2.4 Propósitos.** Resume las competencias conceptuales y procedimentales referentes al campo de estudio de las vibraciones mecánicas, competencias que el estudiante debe adquirir al final de cada actividad planteada. Los propósitos son el fundamento de la tabla de saberes y haceres que se explica a continuación.

Figura 7. Propósitos



## 2.3 TABLA DE SABERES Y HACERES

La tabla de saberes al ser una de las herramientas más importantes en el diseño instruccional de la asignatura, se construyó con un control detallado por parte del experto temático y el metodólogo, pues en ella se encuentran condesadas todas aquellas actividades que el estudiante debe desarrollar para asegurar un aprendizaje completo y exitoso de la asignatura vibraciones mecánicas. Su construcción se hizo de forma estructurada, bajo los lineamientos especificados en la metodología del diseño instruccional.

Tabla 1. Tabla de Saberes y Haceres (Ver Anexo C. Tabla de Saberes)

TABLA DE SABERES		
CONTENIDO	SABER	HACER
Conceptos fundamentales de vibraciones mecánicas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir la vibración de forma general.</li> <li>2. Reconocer la vibración en sistemas mecánicos.</li> <li>3. Relacionar la excitación con la movilidad del sistema y la respuesta del mismo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>A. Relacionar los conceptos fundamentales del fenómeno vibratorio con los sistemas mecánicos. (1, 2, 3)</li> <li>B. Identificar en sistemas reales los componentes del fenómeno vibratorio. (3)</li> </ol>
Cinemática de las vibraciones.	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Conocer las características de la vibración: amplitud, frecuencia y fase, y entender que representa cada una de ellas.</li> <li>5. Comprender los parámetros cinemáticos: desplazamiento, velocidad, aceleración y sus relaciones en el movimiento vibratorio.</li> <li>6. Interpretar la vibración en los dominios de tiempo y de frecuencia.</li> <li>7. Precisar la importancia de los niveles o promedios y sus equivalencias en la valoración de la amplitud de vibración.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>C. Describir la vibración indicando la intensidad, el ritmo y la posición de esta respecto a una referencia. (4)</li> <li>D. Evaluar la amplitud de vibración según sus parámetros y calcular sus relaciones. (5)</li> <li>E. Representar la vibración en diferentes parámetros y niveles en dominios de frecuencia o tiempo. (4, 5, 6, 7)</li> <li>F. Clasificar la vibración de acuerdo con su comportamiento en el tiempo. (8)</li> <li>G. Deducir la ecuación del movimiento armónico simple. (8, 9)</li> <li>H. Descomponer vibraciones periódicas no armónicas en funciones senoidales y cosenoidales relacionadas armónicamente. (9, 10, F)</li> </ol>

Descripción de la tabla de saberes y haceres referente al objeto de aprendizaje “conceptos fundamentales y cinemática de las vibraciones mecánicas”.

## 2.4 PLANEACIÓN CURRICULAR

Tiene como pilar fundamental la selección de estrategias enseñanza-aprendizaje que deben usarse para alcanzar los objetivos propuestos para la asignatura de la mejor manera.

La planeación curricular para vibraciones mecánicas está compuesta de tres tópicos:

- Distribución del tiempo en el semestre.
- Descripción y justificación de las estrategias de Enseñanza – Aprendizaje (E-A)
- Descripción y justificación de las técnicas de evaluación.

**2.4.1 Distribución del tiempo en el semestre.** Una correcta distribución del tiempo es vital para que, tanto el profesor como los estudiantes, puedan realizar todas las actividades que garanticen un proceso de enseñanza-aprendizaje completo y efectivo. Para el caso de vibraciones mecánicas, esta distribución se elaboró en base a la experiencia personal de los desarrolladores del proyecto, quienes recomendaron la distribución de tiempo para las actividades propuestas basados en su experiencia previa del curso de vibraciones. Se consideró, de igual manera, la recomendación dada por el profesor con base en su larga experiencia pedagógica en este campo, y a las recomendaciones hechas por la propia universidad en este aspecto. En total, se estima que el tiempo semestral que un estudiante debe dedicar a las diferentes actividades establecidas, que garantice un proceso satisfactorio, es de 203 horas. En la siguiente tabla, se encuentran de forma más detallada, las actividades y el tiempo recomendado para la ejecución de cada una.

Tabla 2. Distribución del tiempo en el semestre (Ver Anexo F. Planeación Curricular Vibraciones Mecánicas)

Distribución de tiempo en el semestre		
Actividad	Descripción	Tiempo
Clases	Tiempo destinado por la universidad para que el experto temático desarrolle actividades basadas en técnicas de enseñanza-aprendizaje para transmitir y compartir conocimientos de la asignatura. El experto temático también dispone de este tiempo para evaluar el aprendizaje utilizando algunas técnicas de evaluación.	48 horas
Repaso y lecturas complementarias	Tiempo recomendado que debe asignar el estudiante para recordar, complementar y fortalecer los conocimientos previamente adquiridos en clase.	66 horas
Tareas	Tiempo estimado para el desarrollo (fuera de clase) de las actividades de seguimiento o evaluación propuestas por el experto temático.	29 horas
Ejercicios	Tiempo sugerido para que el estudiante resuelva ejercicios y problemas relacionados con las temáticas de la asignatura.	20 horas
Consulta	Tiempo estimado para que el estudiante resuelva dudas e inquietudes con el experto temático o sus compañeros.	8 horas
Prácticas	Tiempo destinado por la universidad para que el estudiante ponga a prueba y fortalezca los conocimientos adquiridos al aplicarlos en el laboratorio de vibraciones mecánicas de la universidad o en la industria local.	32 horas
Total	Tiempo total mínimo recomendado para el cumplimiento exitoso de las actividades planteadas para la asignatura.	203 horas

**2.4.2 Descripción y justificación Aprendizaje Significativo.** Es necesario darle este enfoque a la asignatura ya que con ayuda de las nuevas tecnologías de información y comunicación el estudiante sabrá representar los conceptos de las vibraciones mecánicas y relacionarlos de manera sustantiva con el conocimiento relevante adquirido previamente y no de forma arbitraria. Esto facilita la retención, mejora las habilidades de memoria a largo plazo y el aprendizaje de nuevos conceptos relacionados con el área. Las estrategias de Enseñanza-Aprendizaje y las Técnicas de Evaluación a continuación reseñadas están orientadas a lograr un aprendizaje significativo de la asignatura por parte del estudiante.

**2.4.3 Descripción y justificación de las estrategias de Enseñanza – Aprendizaje.** Las estrategias de Enseñanza – Aprendizaje son la base principal de la planeación curricular de una asignatura, pues son las que definen de qué forma se deben enseñar y qué se debe aprender en los diferentes contenidos. No todas las asignaturas tienen las mismas estrategias, y no todas las estrategias son convenientes para una asignatura. La selección de las estrategias para la asignatura se hizo en base al contenido y a la orientación, ya sea teórica o práctica de la asignatura, pues son estos dos factores los que justifican la utilización de cada estrategia establecida.

A continuación, se muestra un ejemplo de la descripción y justificación de las estrategias seleccionadas para vibraciones mecánicas, y las competencias transversales que el estudiante adquiere en la ejecución de cada una de ellas.

Tabla 3. Estrategias de Enseñanza - Aprendizaje

Estrategias de Enseñanza- Aprendizaje	Justificación	Competencias transversales que desarrolla	
Aprendizaje interactivo	Al ser esta asignatura una electiva técnica profesional que trata un tema muy específico y ligado especialmente a la carrera, se requiere una interacción estrecha con escenarios y recursos, virtuales o reales, además de la tradicional interacción con el experto temático y los compañeros. De esta forma se puede transmitir eficientemente los conocimientos y experiencias, y hacer un detallado seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje.	Instrumentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comunicación oral y escrita</li> <li>▪ Capacidad de gestión de la información</li> </ul>
		Personales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo en un contexto internacional</li> <li>▪ Habilidades en las relaciones interpersonales</li> <li>▪ Razonamiento crítico</li> <li>▪ Compromiso ético</li> </ul>
		Sistémicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adaptación a nuevas situaciones</li> <li>▪ Liderazgo</li> <li>▪ Sensibilidad por temas medioambientales</li> <li>▪ Motivación por la calidad</li> </ul>
		Otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>▪ Conocimientos básicos de la profesión</li> <li>▪ Capacidad de búsqueda y actualización de conocimientos mediante el uso de TICs</li> </ul>

Adicional a las competencias transversales que el estudiante debe desarrollar, también se mencionan las técnicas de Enseñanza – Aprendizaje más adecuadas que conducen al éxito de los objetivos planteados por las estrategias, mediante el empleo de los diferentes recursos didácticos para abarcar los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Tabla 4. Técnicas de Enseñanza – Aprendizaje

Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje	Técnicas de Enseñanza-Aprendizaje
Aprendizaje interactivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>EXPOSICIÓN:</b> Dentro de la asignatura el experto temático puede asignar temas de investigación que se desarrollan a través de esta técnica como complemento del contenido.</li> <li>• <b>CONFERENCIA POR UN EXPERTO:</b> El profesor expone el tema de la asignatura que difícilmente se asimila y que requiere una comprensión completa. Los estudiantes almacenan la información transmitida, toman nota de los conceptos claves, métodos, recomendaciones y experiencias del experto temático. La interactividad de esta técnica radica en el dialogo que se presenta entre el profesor y los alumnos, cuando estos últimos formulan preguntas concretas y aclaran las dudas que puedan surgir sobre el tema expuesto.</li> <li>• <b>FORMULACIÓN DE PREGUNTAS:</b> Esta técnica es necesaria para un proceso de enseñanza aprendizaje exitoso ya que ayuda a resolver las dudas referentes a los temas de clase en el momento preciso además facilita un seguimiento y aprendizaje continuo.</li> <li>• <b>VISITA TÉCNICA:</b> Crea en el estudiante una visión del campo de acción de los temas prácticos de la asignatura en la ingeniería mecánica.</li> <li>• <b>SOPORTE MULTIMEDIA:</b> Esta técnica presenta la temática de las vibraciones mecánicas de forma didáctica a través de <u>TICs</u>, motivando al estudiante a leer, escuchar, visualizar y relacionar recíprocamente los conceptos según su estilo de aprendizaje. Esto facilita enormemente el aprendizaje y la retención del estudiante, así como las habilidades de memoria a largo plazo.</li> </ul>

**2.4.4 Descripción y justificación de las técnicas de Evaluación.** Todo progreso hecho por un estudiante debe comprobarse; las técnicas de evaluación tienen como objetivo primordial hacer un seguimiento tanto de la capacidad, el empeño y la actitud del estudiante, como de la eficacia de determinada estrategia de aprendizaje.

De la misma forma, las técnicas de evaluación permiten al docente verificar el éxito de sus métodos de enseñanza, pues una prueba reprobada por todos los alumnos es evidencia de un fallo en la estrategia seleccionada, o en la manera en como el docente la ejecuto. Se consideró más de una técnica de evaluación, de tal forma que el estudiante pueda poner a prueba no solo sus conocimientos, sino conocer sus debilidades y destrezas en diferentes aspectos, como su oratoria, capacidad de redacción, de trabajo en grupo, inventiva, etc.

En definitiva, las técnicas de evaluación seleccionadas por los desarrolladores permiten una cuantificación del proceso de aprendizaje en diversas temáticas de la asignatura, y sirven como base para futuros cambios en la pedagogía del curso.

Tabla 5. Técnicas de Evaluación

Técnicas de evaluación	Descripción	Instrumentos de evaluación
Observación	A través de esta práctica se permite evaluar los aspectos psicosociales del alumno, los cuales difícilmente se evaluarían con otro tipo de técnica. Así de manera inmediata se identifican los recursos cognitivos con que cuenta el alumno y la forma en que los utiliza, tales como: la identificación de problemas, selección de herramientas o	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de verificación</li> <li>• Ficha de observación</li> </ul>
Preguntas	Mediante esta técnica se busca obtener información acerca del campo cognoscitivo del alumno; a través de cuestionamientos concretos sean orales o escritos. Se busca que de la interacción docente – alumno se defina la valoración personal y su interpretación de la realidad, basándose en los contenidos de la asignatura. Asimismo de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario formal</li> <li>• Cuestionario Informal</li> </ul>
Debate	En la asignatura existen distintas maneras de desarrollar la actividad, bien sea en parejas o en grupos. En su ejecución se le pide a un alumno al azar que exponga su tesis referente al contenido del tema y a otro grupo que exponga su postura, de este modo se analiza a profundidad cada consideración con argumentos y ejemplos objetivos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de notas</li> <li>• Resumen</li> <li>• Cuestionario informal</li> </ul>
Exposición	Consiste en la muestra oral de un tema por parte de un estudiante o grupo de estudiantes, frente a sus compañeros de clase, cuya duración depende del tiempo previamente acordado. El expositor debe tener la capacidad de enfrentar y responder a los interrogantes planteados por los oyentes referentes al tema expuesto. El docente debe llevar una lista de verificación para comprobar que el expositor cumpla con los parámetros y lineamientos que puedan haber sido acordados y recibir el informe de la exposición para su evaluación. Aun así, tanto él como los oyentes pueden tomar el rol de evaluadores al realizar preguntas sobre temas confusos y solicitar aclaraciones. Los oyentes, y el docente si desea, tomaran notas y harán un resumen del tema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de verificación</li> <li>• Informe</li> <li>• Toma de notas</li> <li>• Resumen</li> <li>• Cuestionario informal</li> </ul>
Prueba o examen	Técnica a través de la cual se intenta verificar el grado de aprendizaje del estudiante. Con esta se evalúan fácilmente conceptos y métodos que han sido vistos previamente en clase o asignados como tarea de investigación. Con el cuestionario se evalúan el conocimiento y la comprensión de los conceptos teóricos, con los ejercicios su aplicación directa y en los problemas se plantean situaciones que el estudiante debe analizar para poder aplicar los conceptos y métodos para encontrar una solución. Los test comprenden las pruebas diseñadas para una solución rápida en la que se debe tener claridad en los conceptos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario</li> <li>• Problemas</li> <li>• Ejercicios</li> <li>• Test</li> </ul>
Diagramas de información	Organizan cierta cantidad de información referente a un tema de la asignatura para evaluar conceptos, relacionarlos con sistemas reales, practicar sobre el uso de gráficas que representen la vibración, sintetizar e integrar información compleja y extensa para tener una visión global de la temática de la asignatura y mejorar las habilidades creativas y de memoria a largo plazo del estudiante. El docente puede recurrir a esta técnica para evaluar los pasos en el proceso de balanceo, la clasificación de sistemas mecánicos y la metodología utilizada por los estudiantes en la práctica de laboratorio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuadro sinóptico</li> <li>• Esquema</li> <li>• Algoritmo</li> <li>• Tablas</li> </ul>
Proyectos	Consiste en proponer una posible solución a una problemática dentro de la asignatura; esta proposición puede consistir en un proyecto de investigación, de desarrollo o de evaluación. En esta actividad se debe demostrar los conocimientos del alumno con afinidad al tema particular de la asignatura vibraciones mecánicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe</li> <li>• Productos asociados</li> </ul>
Practica de laboratorio	Actividades en grupo donde los alumnos demuestren si los conceptos han sido aprendidos y sus habilidades con los instrumentos de medición del laboratorio de vibraciones. Es necesario que los estudiantes sigan una metodología prediseñada por el profesor y el auxiliar del laboratorio que da espacio a los estudiantes para la realización de preguntas e incluye la elaboración de un informe referente a la práctica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe</li> <li>• Cuestionario</li> <li>• Algoritmo</li> </ul>

## 2.5 DESARROLLO DE LA GUÍA DE MEDIOS

El esquema de la plantilla se basa en páginas de actividades de aprendizaje, las cuales hacen de la labor del estudiante una actividad mas ligera, eliminando la sobrecarga de información por pantalla de lectura.

El material diseñado fue anexado en forma sistemática, iniciando por la parte teórica dividida en temas y subtemas dependiendo de su correspondiente núcleo de conocimiento y su formato (.pdf), en los cuales se detalla un contenido concreto en forma escrita y referenciada de los temas tratados. De igual manera se crearon documentos multimedia, entre estos: simuladores, animaciones, videos, sonidos e información; cada uno de estos tiene su correspondiente link que permite visualizar y comprender de forma eficaz. Finalmente se genera una actividad evaluativa mediante ejercicios y acciones de formación como foros, correos electrónicos etc.

Previo a la elaboración de los recursos didácticos se elaboró la guía de medios didácticos. En ella se especificó los temas en los cuales se dividieron las actividades de aprendizaje correspondientes a la mitad del contenido de la asignatura. Para cada recurso se determinó de forma general el contenido que él debe tratar, sin entrar en detalles de profundidad, ejemplos y presentación de la idea, esto con el fin de no limitar la imaginación y creatividad de lo estudiantes que continúen con la segunda parte del proyecto.

Para algunos temas de la guía de medios elaborada se prescindió de recursos como el video y los aplicativos. El primero, debido a que se consideró que una animación interactiva proporciona al estudiante una retroalimentación mayor que un video en el cual él no puede interactuar; el

segundo, debido a la dificultad de generar aplicativos de temas conceptuales como los fundamentos de las vibraciones mecánicas.

A continuación se presenta una breve descripción de los recursos disponibles en la plantilla y algunas características y limitaciones.

**Núcleo de conocimiento:** es una idea concreta y clara de la temática, con el objetivo de generar una visión global en el estudiante.

**Archivos Audio:** los archivos de audio se utilizan para expresar de forma oral y breve el contenido de la temática o subtema tratado. Los formatos de los archivos de sonidos que se utilizaron fueron: .mp3, .wav (formato comprimido) y .wma.

**Archivos Videos:** estos permiten al estudiante de forma visual interpretar el contenido relacionado con la temática. Los formatos de los archivos de video fueron .avi ó .mpg (abreviatura de mpeg). Además se utilizó para la edición de los videos codecs estándar.

**Animaciones:** a través de éstas de manera gráfica se hace referencia al contenido textual de una temática, las fuentes y fondos deben ser guiados de acuerdo a la hoja de estilos de e-escen@riuis, se desarrollaron flash y gif animados.

**Gráficos y Tablas:** Éstos deben cumplir con las siguientes condiciones para su elaboración:

- ✓ Los gráficos que se empleen se les debe hacer tratamiento para que no sean tan pesados a la hora de cargarlos en la plataforma (Calidad Vs. Tamaño).
- ✓ 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).

**Aplicativos:** Tenemos aquí el software de soporte para dar explicaciones prácticas que permite al usuario interactuar, 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 y así lograr interacción entre el usuario y la herramienta de una forma fácil y cómoda.
- ✓ El aplicativo debe ser intuitivo. Evitando confusiones.
- ✓ 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 o Flash

### **3. GENERACIÓN DEL OBJETO DE APRENDIZAJE PARA LA ASIGNATURA VIBRACIONES MECÁNICAS EN LA TEMÁTICA FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y CINEMÁTICA DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS**

Recurriendo a la Guía de medios didácticos elaborada anteriormente y teniendo en cuenta cada uno de los recursos a utilizar en los temas Fundamentos Teóricos Y Cinemática de las Vibraciones Mecánicas se desarrollaron los recursos didácticos para el objeto de aprendizaje. A continuación se describen algunas de las situaciones generales en el desarrollo de esta etapa del proyecto.

#### **3.1 ELABORACIÓN DE RECURSOS DIDÁCTICOS PARA LA TEMÁTICA FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y CINEMÁTICA DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS<sup>3</sup>**

Como ejemplo se muestra parte del desarrollo de los recursos de la guía de medios para cada temática.

##### **3.1.1 Conceptos Fundamentales de las Vibraciones Mecánicas.**

**Núcleo.** Para que el fenómeno vibratorio exista se necesita una fuerza variable que interrumpa el estado de equilibrio del sistema. La vibración

---

<sup>3</sup> GARCÍA CASTRO, Alfonso, Vibraciones Mecánicas, Bucaramanga 2006. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.  
GARCÍA CASTRO, Alfonso. Vibraciones Mecánicas. Ediciones UIS, 1992.  
THOMSON, W. T. Teoría de vibraciones con aplicaciones. Editorial Prentice-Hall, 1993.

resultante es función tanto de la excitación como de la movilidad del sistema y esta depende de sus elementos característicos.

**Documento Soporte.** Contiene una introducción a las vibraciones mecánicas, así como definiciones de los conceptos fundamentales del fenómeno vibratorio y su ecuación fundamental, aporta al estudiante las bases para un aprendizaje exitoso de la asignatura, también ofrece imágenes relacionadas con cada uno de estos conceptos que el estudiante puede asociar y retener fácilmente. Se muestra continuación parte del primer (.pdf).

Figura 8. Documento Soporte – Conceptos Fundamentales

The image shows a page from a document titled "Vibraciones Mecánicas". At the top, there are logos for "Universidad Industrial de Santander" and "INGENIERIA MECANICA". The main title is "Vibraciones Mecánicas" with the subtitle "Introducción a las Vibraciones Mecánicas". The content is organized into sections:

- INTRODUCCIÓN A LAS VIBRACIONES MECÁNICAS
  - CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS
    - Vibración

Es el movimiento oscilatorio de un sistema físico o una propiedad alrededor de una posición de equilibrio. Ejemplos de este es la oscilación de un cuerpo unido a un resorte, las oscilaciones de temperatura, voltaje y corriente.
    - Vibración Mecánica

Es la oscilación de un cuerpo o sistema mecánico alrededor de su posición de equilibrio. Un cuerpo sin la capacidad de vibrar por sí solo puede unirse a otro y así formar un sistema mecánico vibratorio, como lo es el sistema masa-resorte.
    - Fenómeno Vibratorio en Sistemas Mecánicos

El fenómeno vibratorio es conformado por tres elementos esenciales. El sistema (representado por sus características), la excitación (fuerza que actúa sobre el sistema), y la respuesta (vibración resultante).

Para que un sistema vibre es necesario que posea al menos un elemento inercial que almacene energía cinética y un elemento restaurador que almacene energía potencial.

La vibración depende tanto de la movilidad del sistema como de la fuerza variable perturbadora; los dos elementos deben manifestarse para que la vibración se produzca. En forma matemática se expresa:

$$V = F \times M$$

V = Vibración  
F = Fuerza  
M = Movilidad

At the bottom, there is a logo for "UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER" and the text "Universidad Industrial de Santander Facultad de Ing. Físico-Mecánicas Escuela de Ingeniería Mecánica". A page number "1" is visible in the bottom right corner.

**Gráficos y Animaciones.** Elaboradas en su totalidad por los desarrolladores del proyecto de grado, Referentes al fenómeno vibratorio, ilustran la relación entre sus elementos y ofrecen al estudiante una alternativa visual para el entendimiento de los fundamentos teóricos.

Figura 9. Elementos del Fenómeno Vibratorio

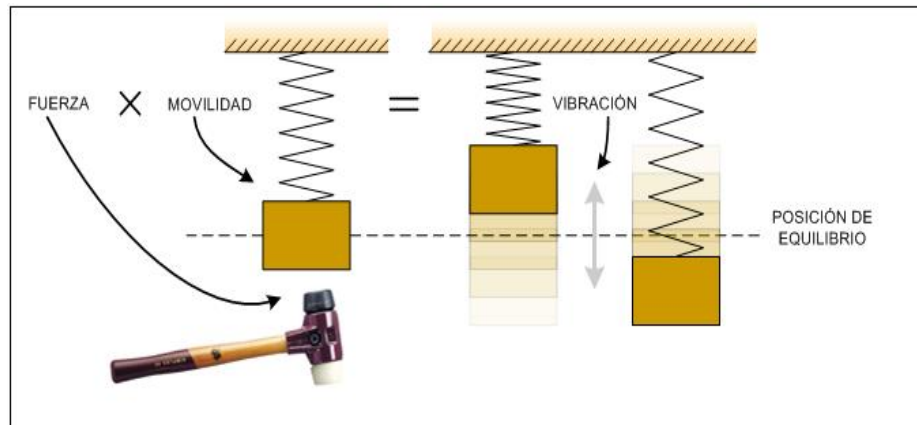
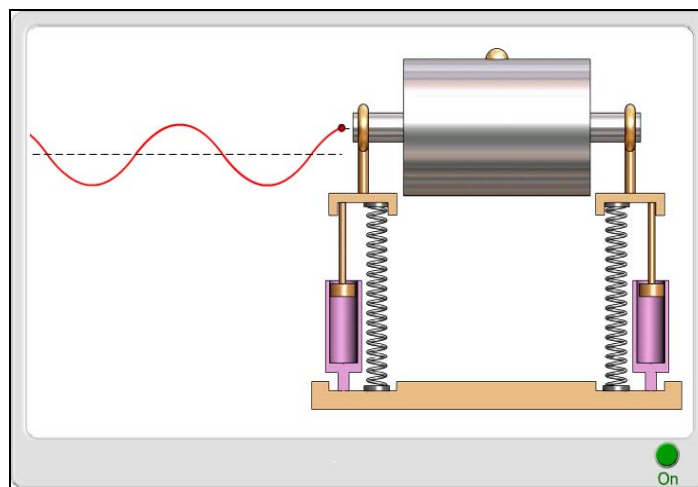


Figura 10. Animación - Conceptos Fundamentales de las Vibraciones Mecánicas



En estas animaciones el estudiante puede visualizar e incluso interactuar para fortalecer sus conocimientos.

**Audio.** Introduce los términos vibración y vibración mecánica, también narra la idea principal del fenómeno vibratorio soportado en ejemplos reales que estimulan al estudiante auditivo a asociar, relacionar, hacer analogías y retener la información. A continuación se muestran los textos que fueron grabados en formato (.mp3) para esta temática, en la sala de grabación del CENTIC.

**Introducción.** El estudio de vibraciones, tiene por objetivo identificar el efecto que las fuerzas de excitación y la vibración resultante causan sobre los sistemas vibratorios, sus componentes y el medio exterior.

**Vibración mecánica.** Es el movimiento oscilatorio de un sistema mecánico alrededor de una posición de equilibrio. Durante la vibración se presenta un intercambio de energía, ocasionado por las fuerzas que actúan en el sistema. Un cuerpo sin la capacidad de vibrar por si solo puede unirse a otro y así formar un sistema mecánico vibratorio, por ejemplo el sistema masa-resorte.

**Fenómeno vibratorio en sistemas mecánicos.** El fenómeno vibratorio está conformado por tres elementos esenciales: el sistema, la excitación y la respuesta. Para que el fenómeno vibratorio exista se necesita una fuerza variable que interrumpa el estado de equilibrio del sistema. La vibración resultante es también función de la movilidad del sistema.

Vibración = Fuerza\*Movilidad

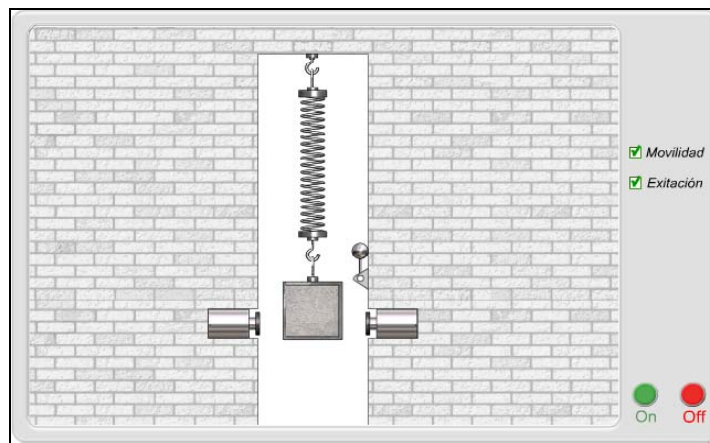
**Elementos característicos del sistema.** El sistema mecánico vibratorio está conformado por tres elementos característicos:

- Elementos Restauradores: Almacenan energía potencial, relacionan fuerza con desplazamiento.
- Elementos Amortiguadores: Disipan energía, relacionan fuerza con velocidad.

- Elementos Inerciales: Almacenan energía cinética, relacionan fuerza con aceleración.

**Video.** Muestra como los elementos del fenómeno vibratorio se relacionan en sistemas mecánicos reales, entrena al estudiante para asociar los conceptos e identificar los elementos del fenómeno vibratorio.

Figura 11. Animación – Elementos del Fenómeno Vibratorio



En algunos temas se prescindió del recurso video, debido a que se consideró que una animación interactiva proporciona al estudiante una retroalimentación mayor, también el estudiante puede comparar, relacionar de una mejor forma los sistemas mecánicos vibratorios y además puede retener fácilmente los conceptos allí presentados.

### 3.1.2 Cinemática de las Vibraciones Mecánicas

**Núcleo.** Es la descripción del movimiento vibratorio y su variación en el tiempo, no considera las características del sistema vibratorio ni las causas que originan su movimiento. Las vibraciones mecánicas pueden ser estudiadas bajo diferentes criterios que involucran el movimiento de la vibración, por tanto es conveniente analizar algunos conceptos relacionados

con él. Estos conceptos son: las características de la vibración, sus parámetros, niveles y dominios usados para su representación y la clasificación temporal de las vibraciones mecánicas.

**Documento Soporte.** Explica las características que determinan la vibración, también define los parámetros cinemáticos, dominios de tiempo y frecuencia, niveles y sus equivalencias para la representación de la amplitud de la vibración. En la temática Cinemática de las vibraciones se desarrollaron 3 documentos soporte (.pdf) a continuación se muestra un ejemplo del desarrollo de este recurso.

Figura 12. Documento Soporte – características, parámetros, niveles y dominios

**Vibraciones Mecánicas**  
Cinemática de las Vibraciones Mecánicas

**■ CINEMÁTICA DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS**

□ CARACTERÍSTICAS, PARÁMETROS, NIVELES Y DOMINIOS

- **Características de la Vibración**
  - **Amplitud:** Es el desplazamiento máximo de un parámetro físico utilizado para expresar la vibración de un sistema. Indica la intensidad de la vibración.
  - **Frecuencia:** Es el número de repeticiones de la vibración por unidad de tiempo. Indica el ritmo de la vibración. Sus unidades características son los Hz, CPM (ciclos por minuto) o múltiplos de la velocidad de operación (ordenes).
  - **Fase:** Indica la posición relativa de la señal de vibración con respecto a otra señal de referencia.
- **Parámetros Cinemáticos para Representar la Amplitud de Vibración en Sistemas Mecánicos**
  - **Desplazamiento:** Es la posición del sistema vibratorio con respecto a un nivel de referencia. Este parámetro se expresa en milésimas de pulgada [mils] o micrómetros [ $\mu\text{m}$ ].
  - **Velocidad:** Es el cambio de posición del sistema vibratorio por unidad de tiempo. Es el parámetro de mayor aplicación en la medición de vibración. Se expresa en pulgada por segundo [in/s] o milímetros por segundo [mm/s].
  - **Aceleración:** Es el cambio de velocidad del sistema vibratorio por unidad de tiempo. Usualmente se expresa en (G-s), donde G-s es la aceleración de la gravedad estándar (9.81 m/s<sup>2</sup>).

**Nota:** Las características que definen la vibración son: Amplitud, Frecuencia y Fase.

**Nota:** Los parámetros empleados para representar la Amplitud de Vibración son: Desplazamiento, Velocidad y Aceleración.

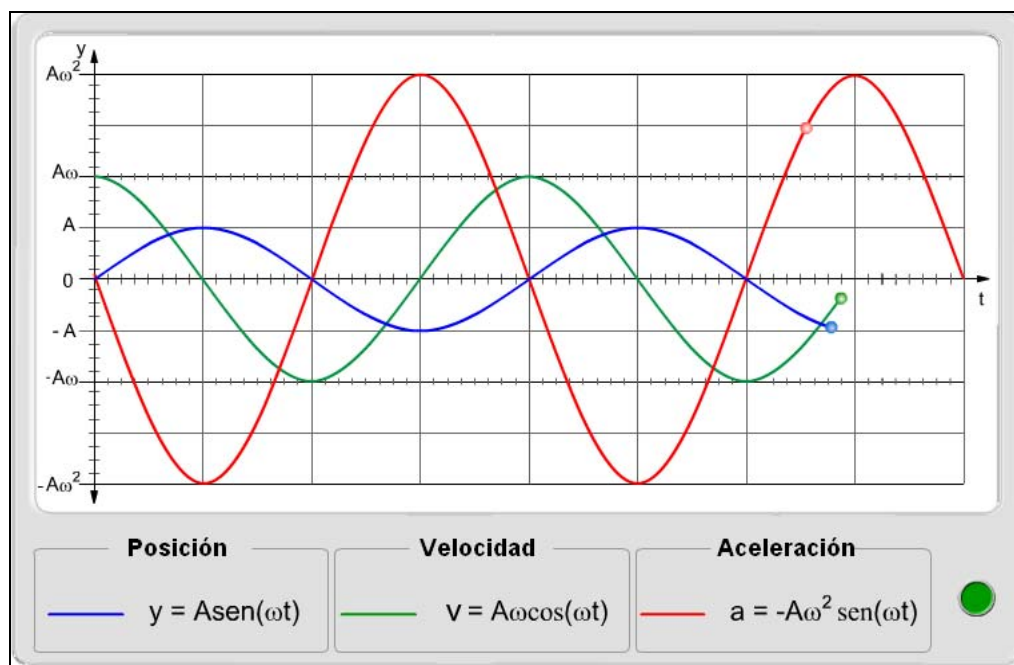
Universidad Industrial de Santander  
Facultad de Ing. Físico-Mecánicas  
Escuela de Ingeniería Mecánica

1

**Gráficos y Animaciones.** Las animaciones para cada tema se presentan a continuación, estas muestran el tema cinemática de las vibraciones mecánicas de forma clara y amigable para mejorar el ambiente de aprendizaje de los estudiantes visuales.

**Parámetros cinemáticos.** En esta animación el estudiante visual aprenderá a diferenciar los parámetros cinemáticos entre si, reteniendo de forma adecuada las relaciones del movimiento armónico simple y su representación gráfica.

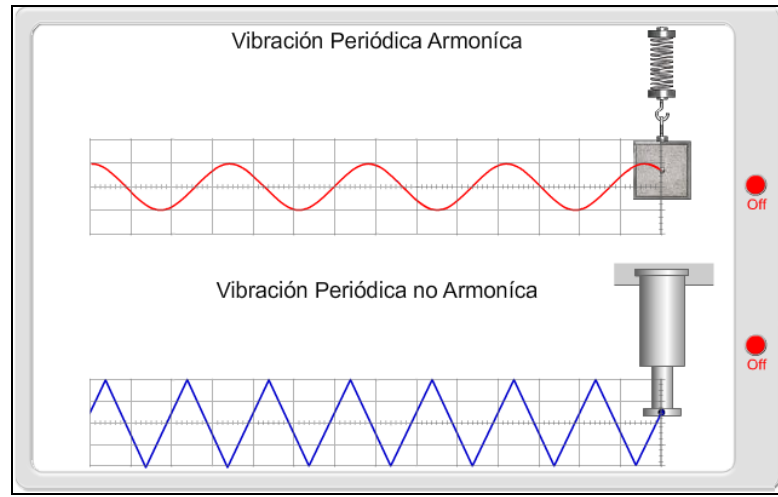
Figura 13. Animación - Parámetros Cinemáticos



Diferencias entre vibración periódica armónica y periódica no armónica

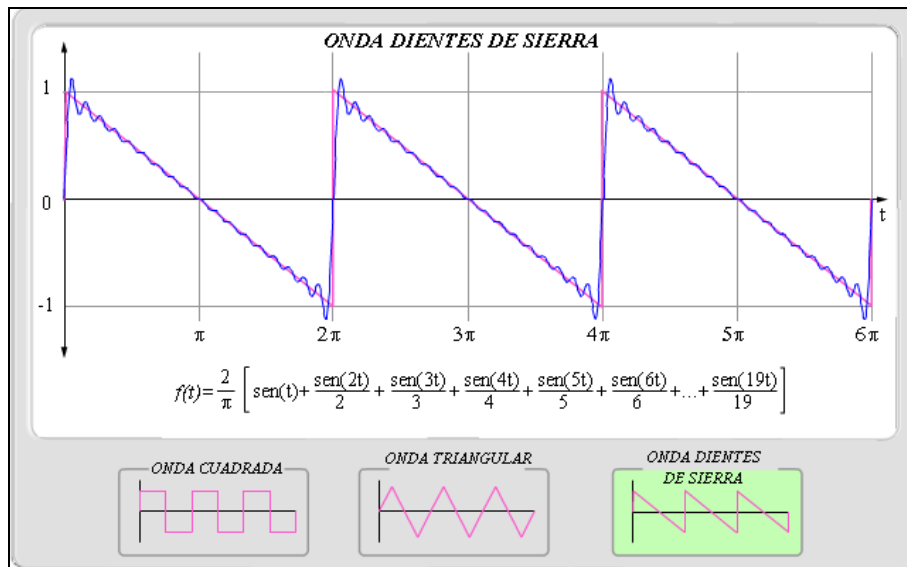
Con esta animación el estudiante podrá visualizar la diferencia entre vibración periódica armónica y periódica no armónica.

Figura 14. Animación - Vibración Armónica y Periódica no Armónica



**Series De Fourier.** Gracias a esta animación el estudiante visual fortalecerá los conocimientos vistos en clase referentes al Teorema de Fourier, en ella se presenta de forma clara la aplicación del teorema de Fourier en la composición de vibraciones periódicas no armónicas a partir de vibraciones armónicas, para diferentes tipos de vibraciones periódicas no armónicas.

Figura 15. Animación - Series de Fourier



**Clasificación de las vibraciones según su comportamiento en el tiempo.**

El estudiante cuenta con la opción de seleccionar la vibración que quiere estudiar según su comportamiento en el tiempo y conocer su representación. Existen también gráficos que representan los tipos de vibración no periódica y ayudan a los estudiantes visuales a diferenciar las vibraciones no periódicas en dominio de tiempo.

Figura 16. Animación - Vibraciones según su comportamiento

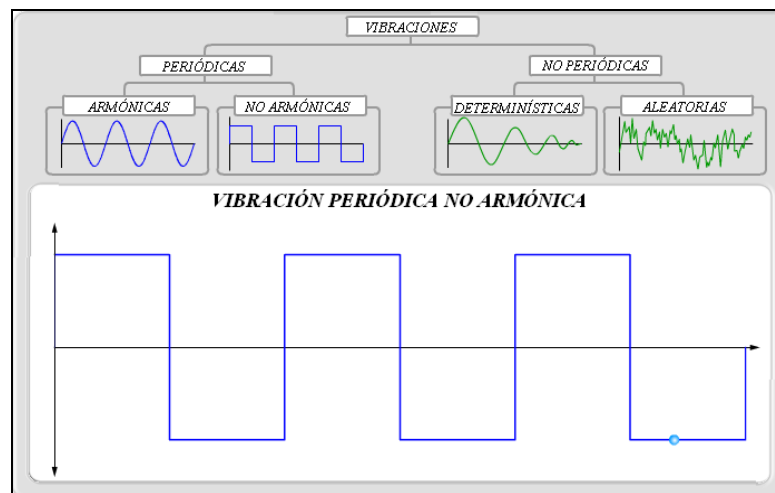


Figura 17. Animación - Vibración Aleatoria

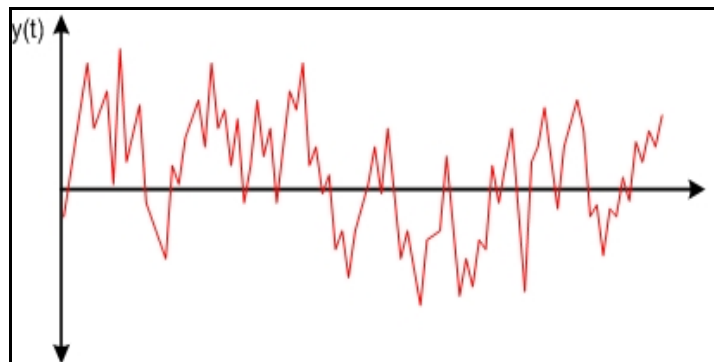
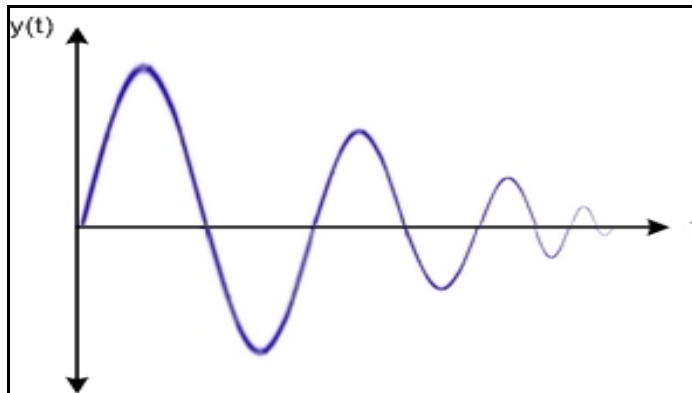


Figura 18. Animación - Vibración Determinística



**Audio.** Ayudan a que el estudiante que aprende de forma auditiva relacione con mayor facilidad los conceptos referentes a la cinemática de las vibraciones mecánicas, a continuación se mencionan algunos temas que contienen este tipo de recurso.

**Características de la vibración.** Para describir la vibración se requiere conocer sus características y entender lo que cada una de ellas representa. Las características son:

- Amplitud: Indica la intensidad de la vibración.
- Frecuencia: Indica el ritmo de la vibración.
- Fase: Indica la posición relativa de la señal de vibración respecto a otra señal de referencia.

**Parámetros cinemáticos.** Para representar la amplitud de la vibración en sistemas mecánicos se usan los siguientes parámetros.

- Desplazamiento: Es la posición del sistema vibratorio respecto a un nivel de referencia.

- Velocidad: Es el cambio de posición de un sistema vibratorio por unidad de tiempo.
- Aceleración: Es el cambio de velocidad de un sistema vibratorio por unidad de tiempo.

**Niveles de vibración.** Los niveles o promedios son las diferentes formas en que se puede valorar la intensidad o amplitud de vibración. En orden decreciente según la magnitud, los promedios son: Nivel Pico-Pico, Nivel Pico, Nivel RMS y Nivel medio rectificado. El nivel más utilizado es el nivel RMS, también llamado valor eficaz; la importancia radica en que su magnitud representa la historia de la vibración en el tiempo y a su vez tiene relación directa con la potencia de la vibración, es decir con la capacidad destructora de la vibración.

#### **Dominios de tiempo y de frecuencia:**

- La amplitud de la señal de vibración se presenta principalmente en los dominios de tiempo y de frecuencia.
- La representación en dominio de tiempo se llama oscilograma.
- La representación en dominio de frecuencia se denomina espectro.
- En forma matemática el dominio de tiempo y el dominio de frecuencia se relacionan mediante la transformada de Fourier.

**Vibraciones periódicas armónicas y no armónicas.** Las vibraciones periódicas se dividen en vibraciones armónicas y vibraciones periódicas no armónicas. Una vibración es periódica cuando sus características se repiten

exactamente en iguales intervalos de tiempo, a éste intervalo de tiempo se le llama período.

**Vibración armónica.** Un sistema vibratorio cuya fuerza restauradora es proporcional al desplazamiento, tiene un movimiento vibratorio armónico y este se puede expresar matemáticamente por una función senoidal. Un ejemplo de este tipo de sistemas es el movimiento que presenta una masa suspendida al extremo de un resorte liviano.

**Vibración no armónica.** El axioma matemático por el cual una función periódica, sin importar su complejidad, puede descomponerse en funciones armónicas sencillas es el Teorema de Fourier. Este permite expresar la vibración periódica no armónica como la suma de funciones senoidales y cosenoidales cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental (frecuencia de la vibración periódica no armónica original). La mayoría de las vibraciones presentes en los sistemas mecánicos son periódicas no armónicas, de este tipo son las vibraciones en maquinas como motores de combustión interna, compresores, bombas, turbinas y cajas de engranajes.

**Vibración no periódica.** Una vibración que no se repite en iguales intervalos de tiempo es una vibración no periódica. Las vibraciones no periódicas se clasifican en determinísticas y aleatorias (estadísticas).

**Vibraciones determinísticas.** En este tipo de vibración la función del movimiento se conoce y debido a su comportamiento no periódico su estudio se hace empleando la Transformada de Fourier y no las Series de Fourier.

**Vibraciones aleatorias.** El sistema mecánico vibra en ciclos que nunca se repiten exactamente, la función del movimiento se desconoce, debido a que

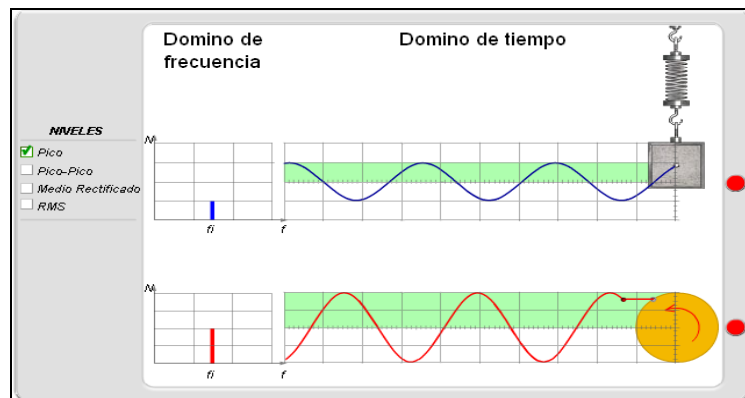
este es ocasionado por fenómenos diversos de influencia no determinada. Se clasifican en estacionarias y no estacionarias. El estudio de sus características se hace por métodos estadísticos o también por análisis de correlación.

Un ejemplo de este tipo de vibración no periódica es el movimiento de una estructura que soporta corrientes e aire.

**Video.** Como se menciona anteriormente En algunos temas se prescindíó del recurso video debido a que se consideró que una animación interactiva proporciona al estudiante una retroalimentación mayor, además el estudiante visual puede comparar, relacionar de una mejor forma los sistemas mecánicos vibratorios y además puede retener fácilmente los conceptos allí presentados, el siguiente ejemplo hace referencia a una animación interactiva.

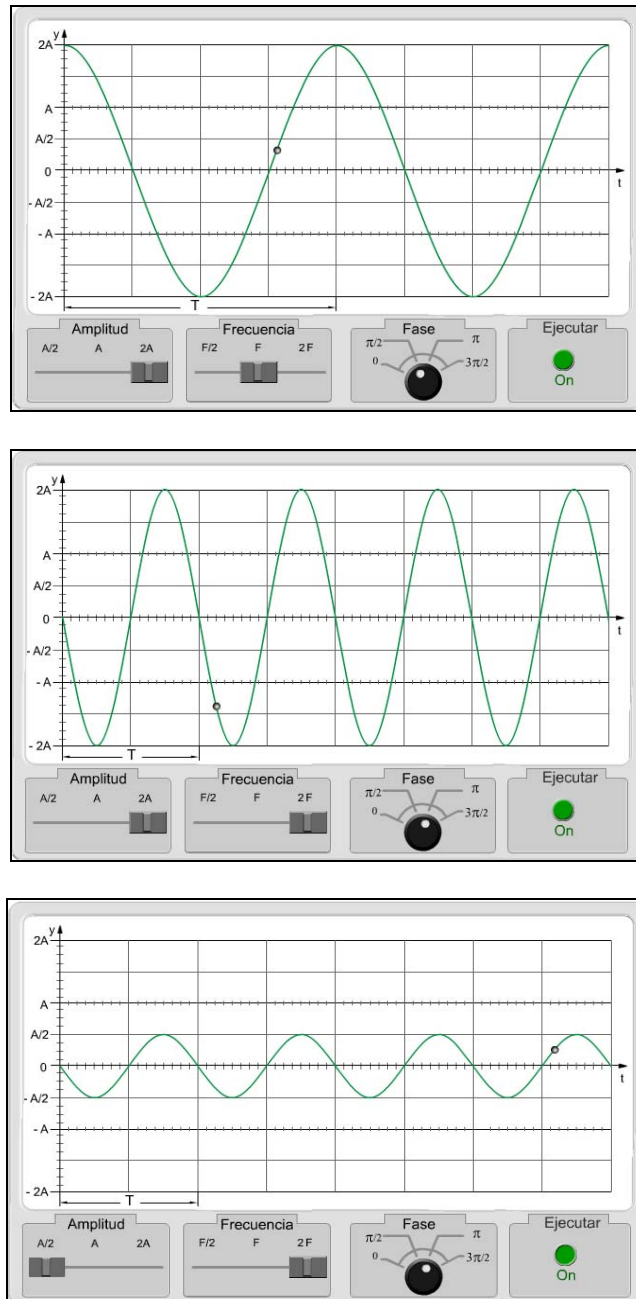
**Niveles y Dominios para representar la amplitud de la vibración.** En esta animación interactiva el estudiante visual conocerá los niveles para valorar la amplitud de vibración en diferentes sistemas, también podrá identificar la magnitud de cada nivel en los dominios de tiempo y de frecuencia.

Figura 19. Animación - Niveles y Dominios



**Aplicativos.** En el diseño de la guía de medios no se consideró necesario la elaboración de este recurso para temas sencillos como los fundamentos de las vibraciones mecánicas, A continuación se presenta el aplicativo para el tema Cinemática de las vibraciones Mecánicas.

Figura 20. Aplicativo – Características de la vibración



En este aplicativo se muestra como cambia la señal de vibración cuando alteramos sus características. El estudiante puede variar la amplitud, la frecuencia y la fase de la vibración; también puede comparar la nueva señal con la configuración anterior dada por el mismo gracias a un desvanecimiento progresivo de la señal en el tiempo.

#### 4. PORTAL WEB DEL PROFESOR

El portal Web del profesor cumple con los requisitos de los criterios de e-Learning<sup>4</sup>, manejo de competencias y estrategias de enseñanza/aprendizaje que son la base fundamental de este proyecto de grado.

El portal del profesor Alfonso García Castro permitirá a los estudiantes de vibraciones mecánicas encontrar la información necesaria para su desenvolvimiento exitoso en el curso y manipular dicha información fuera del aula de clase de acuerdo a su forma de aprendizaje. A su vez permite que los estudiantes estén informados en temas relacionados con la asignatura, consultar trabajos propuestos por el profesor y fecha de exámenes. Con el uso de esta herramienta se aprecia el manejo de estrategias metodológicas educativas, que son soportadas en el uso de nuevas tecnologías (TICs).

**Estructuración del portal del profesor Alfonso García Castro.** El portal del profesor UIS se encuentra estructurado de tal forma que los estudiantes que ingresan tengan acceso a la información de interés, en forma fácil y rápida. Este portal está distribuido en módulos (Inicio, Docencia, Investigación, Extensión, Administración, Enlaces de Interés, Noticias), que manejan diferentes tipos de información. Para el caso del profesor Alfonso García Castro quien es el experto docente de las asignaturas Vibraciones Mecánicas y Dinámica, se presenta en cada uno de los módulos la información precisa para apoyar el desarrollo de los cursos. La dirección del Portal Web del profesor Alfonso García Castro es <http://gavilan.uis.edu.co/~alfonso>.

---

<sup>4</sup> GALLEGO RODRÍGUEZ, Alejandrino - MARTÍNEZ CARO, Eva, Estilos de aprendizaje y E-learning. Hacia un mayor rendimiento académico. (<http://www.um.es/ead/red/7/estilos.pdf>).

## 4.1 OPCIÓN INICIO

En esta sección del portal se puede encontrar información acerca de quien es el profesor, localización de su oficina y los números telefónicos o extensión en los cuales puede ser localizado. También se podrá ver en este módulo, como en los demás, las noticias o anuncios que el docente crea conveniente colocar. Cuenta además, con el buscador Google para realizar búsquedas por la Web desde el portal.

Figura 21. Portal Web del Profesor- Opción Inicio

http://gavilan.uis.edu.co - Portal del Profesor Alfonso Garcia Castro - UIS - Microsoft Internet Explorer

Portal del profesor

Escuela de Ingeniería Mecánica 08:21:29

Inicio Currículum Docencia Investigación Extensión Administración Enlaces de Interés Noticias Salir

**Alfonso Garcia Castro**

Ingeniero Mecánico - Universidad Industrial de Santander

Master en Ciencias en Ingeniería Mecánica - Universidad Federal de Río de Janeiro

Analista de Vibraciones Categoría III - Vibration Institute of U. S. A.

[alfonso@uis.edu.co](mailto:alfonso@uis.edu.co)

Escuela de Ingeniería Mecánica  
Teléfono. 57 7 6344000 ext 2807  
Fax. 57 76346376

Universidad Industrial de Santander  
Carrera 27 Calle 9  
Apartado de correos 678  
Bucaramanga, COLOMBIA

Google  Búsqueda Google

Dirección.

Resolución de pantalla recomendada 1024 X 768 pixels  
© copyright 2005 Universidad Industrial de Santander UIS Bucaramanga Colombia - Todos los derechos reservados

Internet

## 4.2 OPCIÓN CURRÍCULO

Este módulo proporciona el currículum vitae del profesor Alfonso García Castro, (Datos Personales, Formación, Formación complementaria, Experiencia Profesional, Proyectos, Referencias personales).

Figura 22. Portal Web del Profesor- Opción Currículo

The screenshot shows a web browser window displaying the 'Portal del profesor' for Alfonso García Castro at the Universidad Industrial de Santander. The page is titled 'Escuela de Ingeniería Mecánica' and features a navigation menu with options like 'Inicio', 'Currículum', 'Docencia', 'Investigación', 'Extensión', 'Administración', 'Enlaces de Interés', 'Noticias', and 'Salir'. The main content area is titled 'Currículum Vitae' and includes a section for 'DATOS PERSONALES' with the following information:

- Nombre: ALFONSO GARCÍA CASTRO
- Nacimiento: 19/08/1946 - Bucaramanga/SN - Colombia
- Cédula: 13803868

Below this is the 'FORMACIÓN' section, which lists several degrees and titles:

- 1983 - Maestría/Magister en Ciencias en Ingeniería Mecánica. Universidade Federal Do Rio De Janeiro, UFRJ, Brasil
- 1985 - Título de Tesis: BALANCEO DINAMICO DE ROTORES FLEXIBLES - METODO DE COEFICIENTES DE INFLUENCIA, Año de obtención: 1986. Tutor: JEAN LEON SCIESKO. Becado de: Conselho Nacional De Desenvolvimento Científico E Tecnológico/Df
- 2002 - Perfeccionamiento en Machinery Vibration Analysis 1. Vibration Institute Usa, VI, Perú. Título: Vibration Analyst Category II. Tutor: Ciro Martinez
- 2002 - Perfeccionamiento en Machinery Vibration Analysis 2. Vibration Institute Usa, VI, Colombia. Título: Vibration Analyst Category III. Tutor: Ciro Martinez
- 1973 - Pregrado Universitario en Ingeniería Mecánica

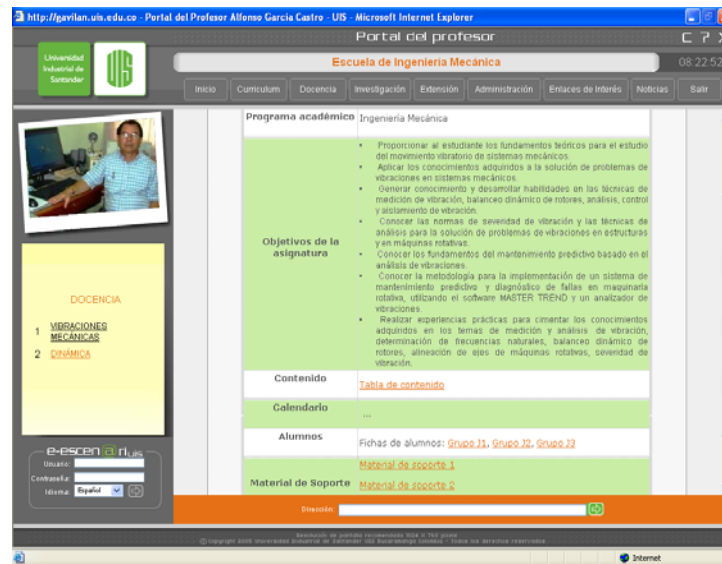
The sidebar on the left contains a photo of the professor, a 'NOTICIAS!!!' section, and a login area for 'e-escen a ri uis' with fields for 'Usuario:' and 'Contraseña:', and a language dropdown set to 'Español'. The browser's address bar shows 'http://gavilan.uis.edu.co' and the page number '1 de 7' is visible at the bottom.

## 4.3 OPCIÓN DOCENCIA

En este módulo se encuentra la información referente a las asignaturas Vibraciones Mecánicas y Dinámica (tabla de contenido, objetivo de las asignaturas, fichas de los alumnos matriculados, material soporte, forma de evaluación y avisos de interés relacionados con las asignaturas). Las actualizaciones se hicieron para las dos asignaturas en los diferentes

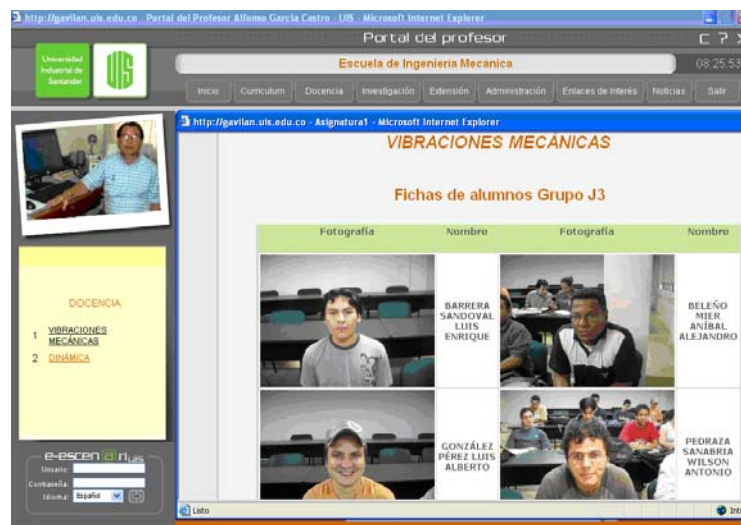
periodos de desarrollo del proyecto. Cada semestre los desarrolladores y el profesor actualizaron el portal tomando datos y fotografías de los estudiantes matriculados.

Figura 23. Portal Web del Profesor- Opción Docencia



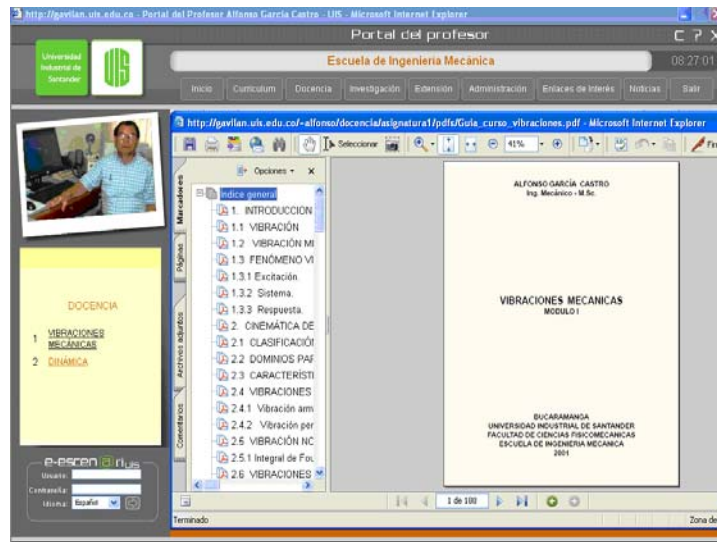
Portal Web del profesor Alfonso García Castro (Opción Docencia) fichas de los alumnos matriculados en Vibraciones Mecánicas primer semestre 2008.

Figura 24. Portal Web del Profesor- Fichas de Alumnos



Documento soporte de la asignatura vibraciones mecánicas, disponible en el portal Web del profesor (<http://gavilan.uis.edu.co/~alfonso>).

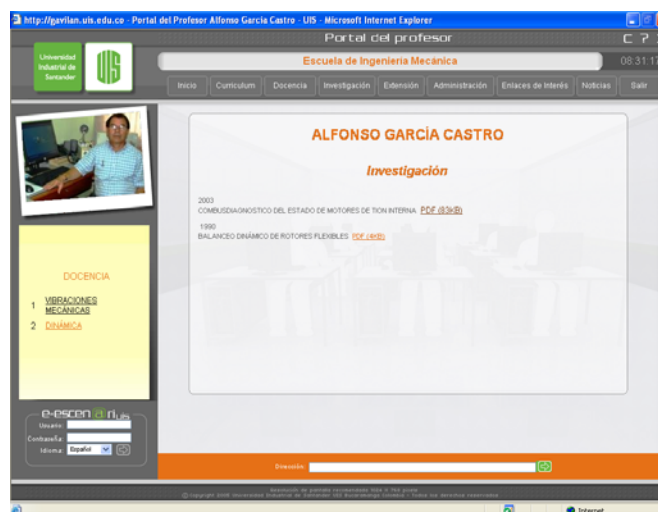
Figura 25. Portal Web del Profesor- Documentos



#### 4.4 OPCIÓN INVESTIGACIÓN

Contiene información acerca de los proyectos de investigación liderados por el profesor.

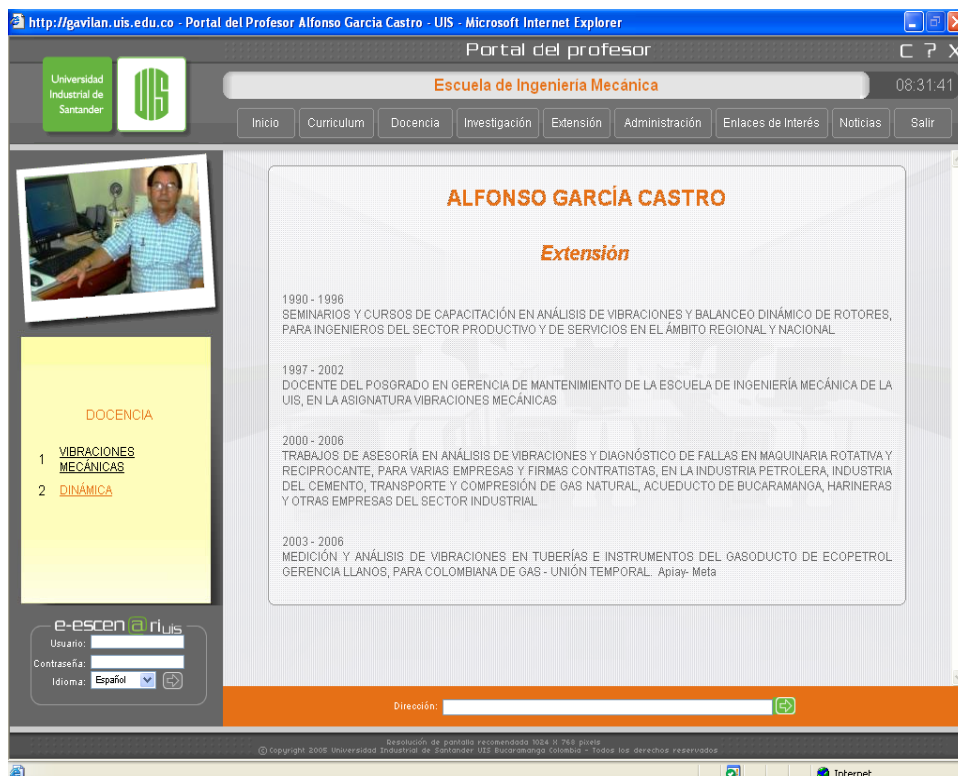
Figura 26. Portal Web del Profesor- Opción Investigación



## 4.5 OPCIÓN EXTENSIÓN

En este módulo se encuentra información relacionada con los cargos en los cuales se ha desempeñado el docente fuera de la Universidad Industrial de Santander.

Figura 27. Portal Web del Profesor- Opción Extensión



The screenshot shows a web browser window displaying the 'Portal del profesor' for Alfonso García Castro at the Universidad Industrial de Santander. The page is titled 'Escuela de Ingeniería Mecánica' and features a navigation menu with options: Inicio, Curriculum, Docencia, Investigación, Extensión, Administración, Enlaces de Interés, Noticias, and Salir. The main content area is titled 'ALFONSO GARCÍA CASTRO' and 'Extensión'. It lists several activities:

- 1990 - 1996: SEMINARIOS Y CURSOS DE CAPACITACIÓN EN ANÁLISIS DE VIBRACIONES Y BALANCEO DINÁMICO DE ROTORES, PARA INGENIEROS DEL SECTOR PRODUCTIVO Y DE SERVICIOS EN EL ÁMBITO REGIONAL Y NACIONAL.
- 1997 - 2002: DOCENTE DEL POSGRADO EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UIS, EN LA ASIGNATURA VIBRACIONES MECÁNICAS.
- 2000 - 2006: TRABAJOS DE ASESORÍA EN ANÁLISIS DE VIBRACIONES Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MAQUINARIA ROTATIVA Y RECIPROCANTE, PARA VARIAS EMPRESAS Y FIRMAS CONTRATISTAS, EN LA INDUSTRIA PETROLERA, INDUSTRIA DEL CEMENTO, TRANSPORTE Y COMPRESIÓN DE GAS NATURAL, ACUEDUCTO DE BUCARAMANGA, HARINERAS Y OTRAS EMPRESAS DEL SECTOR INDUSTRIAL.
- 2003 - 2006: MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN TUBERÍAS E INSTRUMENTOS DEL GASODUCTO DE ECOPEPETROL GERENCIA LLANOS, PARA COLOMBIANA DE GAS - UNIÓN TEMPORAL. Aplay- Meta.

On the left side, there is a 'DOCENCIA' section with a list of courses: 1. VIBRACIONES MECÁNICAS and 2. DINÁMICA. Below this is a login area for 'e-escena riu' with fields for 'Usuario:', 'Contraseña:', and 'Idioma: Español'. At the bottom, there is a search bar labeled 'Dirección:' and a footer with copyright information: '© Copyright 2005 Universidad Industrial de Santander UIS Bucaramanga Colombia - Todos los derechos reservados'.

## 4.6 OPCIÓN ADMINISTRACIÓN

En esta sección del portal está disponible la información referente a los cargos que el docente, Alfonso García Castro, ha desempeñado y desempeña dentro de la Universidad.

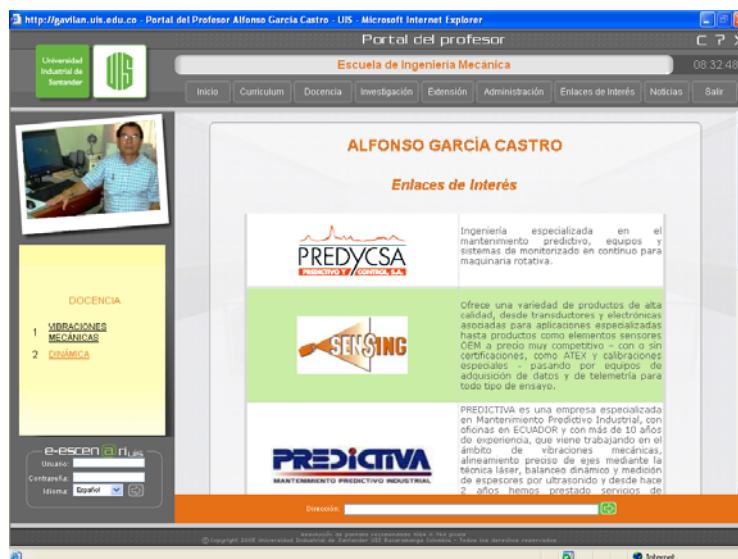
Figura 28. Portal Web del Profesor- Opción Administración



#### 4.7 OPCIÓN ENLACES DE INTERÉS

Esta sección del portal contiene vínculos que son propuestos por el profesor, proporcionan apoyo a temas vistos en clase o de interés para las asignaturas.

Figura 29. Portal Web del Profesor- Opción Enlaces de Interés



Noticias: Son los anuncios que se encuentran en parte izquierda del portal Web. La información que contienen las noticias está bajo criterio del profeso y variará según él lo disponga.

## 5. CONCLUSIONES

- El análisis funcional, es una metodología para el desarrollo de competencias laborales, que al adaptarse al contexto educativo, logra de forma concreta la integración de conocimientos, destrezas, prácticas y valores. El estudiante tendrá las habilidades necesarias para el desempeño exitoso en cada uno de los campos específicos de su profesión.
- El diagrama secuencial de actividades de aprendizaje para la asignatura *Vibraciones Mecánicas*, fue creado y desarrollado en este trabajo. El DSA<sup>2</sup> ofrece al estudiante una visión completa de los alcances y propósitos de las labores que han de realizarse en el curso, con un esquema secuencial y unas bases lógicas que facilitan la comprensión y ejecución de los objetivos planteados.
- El diseño instruccional, desarrollado para la asignatura *Vibraciones Mecánicas*, fue orientado por el modelo de Felder - Soloman y el enfoque de competencias. El Diseño Instruccional brinda una guía pedagógica práctica y esquematizada de los conceptos y destrezas que se han de fortalecer en el estudiante para lograr un aprendizaje significativo; también mejora las destrezas profesionales, tanto para la educación en línea como para la presencial.
- Las tecnologías de información y comunicación (TICs), junto al objeto de aprendizaje desarrollado, entregan a los estudiantes que matriculan el curso *Vibraciones Mecánicas*, una herramienta de apoyo a su proceso de aprendizaje, con la cual se genera un sin número de recursos

multidireccionados a los diferentes estilos de aprendizaje y actividades planteadas en el modelo Felder – Silverman.

- La consecución y manejo de herramientas informáticas distintas al campo de acción del ingeniero mecánico y los conceptos pedagógicos integradores del desarrollo del proyecto que se desarrolla en la alianza con el CENTIC, promueven la expansión de la integridad y la versatilidad de los futuros profesionales; esto es una invitación a los estudiantes para que continúen con el proceso de implementación del proyecto *ProspeTIC* en la escuela de ingeniería mecánica.
- El estudiante podrá familiarizarse con nuevas experiencias de educación que buscan mejorar su proceso de enseñanza/aprendizaje, teniendo en cuenta su estilo de aprendizaje.

## 6. RECOMENDACIONES

- La labor realizada en este proyecto debe estar bajo constante revisión y ajuste, tratando de evitar la desactualización de los contenidos, objetivos y estrategias planteadas en la asignatura. Los cambios deben hacerse a medida que las innovaciones tecnológicas, industriales o pedagógicas vayan apareciendo, ya que pueden afectar al proceso de aprendizaje significativo en el estudiante.
- Dar continuidad al trabajo realizado, por medio de la construcción de los demás objetos de aprendizaje de la asignatura, siguiendo con los lineamientos de la planeación curricular y la guía de medios elaboradas.
- Capacitar al docente encargado de la asignatura *Vibraciones Mecánicas* en el manejo de las herramientas tecnológicas dispuestas en el desarrollo del proyecto ProspeTIC, fomentando en él la promoción activa e interesada de los recursos hipermedia y los gestores de evaluación con que cuenta la plataforma e - escenar<sub>UIS</sub>.
- Capacitar a los estudiantes de ingeniería mecánica en el manejo de tecnologías informáticas y herramientas necesarias para el desarrollo exitoso de los objetos de aprendizaje (programación HTML, Java, Flash, Dreamweaver).
- A los estudiantes de segunda y tercera fase se les recomienda adaptar el objeto de aprendizaje del presente proyecto de grado, a las nuevas propuestas metodológicas a que esta sometido constantemente el proceso de

elaboración del diseño instruccional, aprovechando al máximo los múltiples recursos con los que cuentan las instalaciones del Centic.

## BIBLIOGRAFÍA

BLOOM, Benjamín. Taxonomía de los objetivos de la Educación: Clasificación de las Metas Educativas. Manuales I y II. 7 Ed. Buenos Aires: El Ateneo, 1979.

GALLEGO RODRÍGUEZ, Alejandrino - MARTÍNEZ CARO, Eva, Estilos de aprendizaje y E-learning. Hacia un mayor rendimiento académico. (<http://www.um.es/ead/red/7/estilos.pdf>)

GARCÍA CASTRO, Alfonso, Vibraciones Mecánicas, Bucaramanga 2006. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

GARCÍA CASTRO, Alfonso. Vibraciones Mecánicas. Ediciones UIS, 1992.

GÓMEZ, Edwin – ESPINOSA, Paola., Metodología para la construcción de diseños instruccionales en programas de formación por competencias. Formato .Doc (1.59MB). 20p.

PEÑA DE CARRILLO, Clara Inés, Intelligent Agents to Improve Adaptivity in a Web-based Learning Environment, Base de Datos TESEO – Ministerio de Educación y Ciencia de España, PhD Thesis, ISBN 84-688-6950-3.

PEÑA DE CARRILLO, Clara Inés, Guía didáctica sobre estructura y diseño de unidades docentes para el plan-g. Girona 1999. Universidad de Girona.

PEÑA DE C., Clara Inés – CORREDOR M., Martha Vitalia – RAMÓN S., Jorge Hernando – ARENAS L., Adolfo León – BARBOSA, Jorge Winston, Proyecto institucional para el soporte al proceso educativo mediante

tecnologías de información y comunicación, Bucaramanga - Octubre de 2005,  
Universidad Industrial de Santander. División de Servicios de Información.

THOMSON, W. T. Teoría de vibraciones con aplicaciones. Editorial Prentice-  
Hall, 1993.

# **ANEXOS**

## ANEXO A. MARCO TEÓRICO.

### ESTILOS DE APRENDIZAJE

Los estilos de aprendizaje tienen que ver con la manera en que cada estudiante aprende o prefiere aprender cualquier cosa; el cerebro asimila y procesa el conocimiento en función del estilo de aprendizaje, a su vez de este depende la rapidez con que se procesa dicha información. Por ser propio de cada individuo, el estilo de aprendizaje refleja características individuales como la personalidad, las vivencias y las preferencias de cada ser enfrentándose a un mundo de conocimiento, en pocas palabras indica que cada quien aprende a su manera y va desarrollando formas nuevas para hacerlo y así avanza en su formación académica y personal.

En la búsqueda de mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje se debe tener en cuenta que también hay distintas formas de presentar el conocimiento y de transmitirlo a los demás, lo indica que enseñar y aprender debe ser un proceso íntimamente ligado para conseguir que este sea eficiente. Esto solo se conseguirá en la medida que el conocimiento, las habilidades del estudiante y la forma en la que se le transmite este conocimiento sean idóneas, lo cual hace referencia a que el experto temático debe capacitarse no solo de forma técnica sino también en teorías y estilos de enseñanza, y lo más importante, debe conocer de qué manera aprenden sus estudiantes.

Usando recursos multimedia es posible dirigirse a cada estudiante de forma personalizada en función de su propio estilo de aprendizaje; para esto es necesario abordar el estudio de los estilos de aprendizaje y la adaptación de los contenidos a los mismos.

*“los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje.”*

*James W. Keefe (1988)*

Esto hace referencia a los estilos de aprendizaje como estilos o rasgos cognitivos, es decir, que tienen que ver con la forma en que los estudiantes estructuran los contenidos, forman y utilizan conceptos, interpretan la información, resuelven los problemas y seleccionan medios de representación (visual, auditivo, kinestésicos)<sup>5</sup>.

- *Estudiantes visuales*

---

<sup>5</sup> MONTEAGUDO I VIDAL, Josep Lluís, Estilos de aprendizaje y diseño de materiales, Universitat d'Andorra

Este tipo de estudiantes aprende utilizando el sistema de representación visual. Esto les ayuda además de aprender, a relacionar distintas ideas y conceptos. Cuando a un estudiante se le dificulta la relación de diferentes conceptos debe esforzarse en utilizar distintos sistemas de representación o combinarlos, de esta forma abarcará cualquier situación problemática satisfactoriamente. La capacidad de abstraer y planificar está directamente relacionada con la capacidad de visualizar. Estas dos características explican que la gran mayoría de los alumnos universitarios (y por ende, de los profesores) sean visuales.

- *Estudiantes auditivos*

Los alumnos auditivos son excelentes aprendiendo las cosas de memoria. Prefieren los talleres orales, las exposiciones, los debates; recuerdan utilizando el sistema de representación auditiva, de manera secuencial y ordenada. El sistema auditivo no permite relacionar o elaborar conceptos abstractos con la misma facilidad que el sistema visual y no es tan rápido. Es sin embargo, fundamental en el aprendizaje de los idiomas, y naturalmente, de la música. Los alumnos auditivos fácilmente se distraen en el aprendizaje por ruidos en sus alrededores, se desconcentran fácilmente.

- *Estudiantes kinestésicos*

Reciben y procesan la información fácilmente asociándola con sus movimientos, con la experimentación, con su cuerpo. Cuando estudian, muchas veces pasean o se balancean para satisfacer esa necesidad de movimiento. Aprenden mejor cuando pueden realizar acciones concretas (experimentos de laboratorio, proyectos, etc.) y así entender la esencia de lo que necesitan memorizar, relacionando conceptos teóricos con prácticos. Esto indica que es elemental hacerlos participar directamente en el proceso de aprendizaje y posibilitarles la participación inmediata en él. Aprenden haciendo (learning by doing). Cabe aclarar que ningún modo de aprender es mejor que otro y la clave para que un aprendizaje sea efectivo es ser competente en cada estilo cuando se requiera.

*La metodología de enseñanza es prácticamente la responsable del estilo utilizado por los estudiantes para aprender.* Es bien sabido que la forma en que se presenta la información a los estudiantes, las preguntas que se les hace, el cómo se les permite participar y la manera de evaluarles les ayuda a relacionar rápidamente el conocimiento. Además, si este conocimiento se les presenta atractivamente, difícilmente van a tener inconvenientes para procesarlo y recordarlo. Los estudiantes además de utilizar sus habilidades cognitivas para estructurar la forma de estudio, deben hacerlo para organizar sus conocimientos y jerarquizar el aprendizaje, disponiendo en forma lógica del tiempo requerido para dicho aprendizaje.

## MODELO DE FELDER-SILVERMAN

Richard Felder propuso su modelo de estilos de aprendizaje que se conoce con el nombre de Modelo de Felder-Silverman. Los estilos de aprendizaje, a pesar de que son relativamente estables, no son inalterables, pueden cambiar a medida que los estudiantes avanzan en su proceso de aprendizaje y descubren otras formas o modos de aprender.

Al querer satisfacer la necesidad de un proceso enseñanza-aprendizaje eficiente se consideran los estilos de aprendizaje basados en el modelo de Felder-Silverman que clasifica los estilos de aprendizaje a partir de cinco dimensiones, que son:

- La dimensión de percepción esta relacionada con la forma de captar la información. Se divide en polo sensorial y el polo intuitivo.  
***¿Cuál información perciben más fácilmente o con mayor preferencia los estudiantes?***  
Esta dimensión clasifica a los alumnos en sensitivos (concretos, prácticos, prefieren los hechos o procedimientos), e intuitivos (conceptuales, innovadores, optan por las teorías).
- La dimensión de recepción se refiere a los canales a través de los cuales llega la información al estudiante, comprende el polo visual y el polo verbal.  
***¿De qué manera los estudiantes perciben la información eficazmente?***  
En referencia a la información externa, los alumnos que prefieren los diagramas, las imágenes, los esquemas, los gráficos; son los alumnos visuales. Mientras que los verbales se decantan por las explicaciones escritas o habladas.
- La dimensión de clasificación se relaciona con la manera en que el estudiante prefiere que se le suministre la información, comprende el polo inductivo y el polo deductivo.  
***¿Con qué organización de la información le es más amigable trabajar el estudiante?***  
Hay alumnos que se sienten más cómodos si la información está organizada de manera inductiva, es decir, cuando se les presentan hechos y observaciones y luego se infieren los principios o generalizaciones. Hay otros que entienden mejor la información si deducen ellos mismos las consecuencias y aplicaciones a partir de los fundamentos o generalizaciones.

- La dimensión de procesamiento, que refiere a los procesos por medio de los cuales la información es transformada en conocimiento, comprende el polo activo y el polo reflexivo

***¿De qué manera procesa el estudiante la información que recibe?***

Los alumnos que aprenden realizando ejercicios, probando los conceptos, trabajando con otros alumnos; son los alumnos activos. Por otra parte, tenemos a aquellos que prefieren reflexionar en solitario sobre los conceptos.

- La dimensión de comprensión tiene que ver con la forma en que está organizada y presentada la información, comprende el polo sensorial y el polo global.

***¿A qué ritmo evoluciona el estudiante en su aprendizaje?***

Algunos alumnos necesitan avanzar paso a paso, de manera lineal, en una progresión lógica; ellos son los secuenciales. Mientras que otros necesitan una visión integral, global, para avanzar en el aprendizaje.

De todas maneras, cabe resaltar que los alumnos utilizan algún estilo de aprendizaje de una manera más o menos frecuente que otro, sin excluir la posibilidad de alternar con otras estrategias. Es decir, que no resultaría del todo adecuado adjudicar a un estudiante determinado de una vez por todas un estilo de aprendizaje concreto, dado que un mismo individuo puede aplicar diversas estrategias pertenecientes a diferentes estilos de aprendizaje, en situaciones distintas.

## **LAS TEORÍAS DEL CONOCIMIENTO Y EL APRENDIZAJE <sup>6</sup>**

Tratando de explicar el paradigma del aprendizaje han existido diversas teorías que tratan de darle solución. Mirar cada una de estas teorías por separado no es suficiente para tratar dicho tema. Inicialmente los filósofos presentaron sus teorías, Platón quien expuso que el mundo que conocemos por estar atado a nuestros sentidos de percepción imperfectos nos entrega conocimiento de forma parcial, es decir, este conocimiento es solo una proyección incompleta de la realidad. Aristóteles rechaza esta doctrina y plantea que todo conocimiento proviene del exterior y va al interior de las personas por medio de los sentidos, que dotan a la mente de imágenes. Las imágenes se asocian entre sí según tres leyes asociativas: la contigüidad geográfica y temporal, la similitud y el contraste; lo cual provoca la

---

<sup>6</sup> LEIVA, Carlos. Conductismo, Cognitivismo y Aprendizaje, Revista Tecnología en Marcha VOL .18 # 1, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, 2005.

generación de nuevo conocimiento. Estas teorías han alcanzado su máxima expresión a través del tiempo llegando a plantear lo siguiente.

John B. Watson, el padre del Conductismo, describe que en esta corriente de tipo pasivo podemos ver el comportamiento de las personas y podemos ver el ambiente que las rodea, de esta forma es fácil ver que el comportamiento se adapta al ambiente. El estudio del aprendizaje podría por tanto ser el estudio de cómo el comportamiento se adapta al ambiente en el que se presenta.

En el conductismo se destacan las siguientes características:

- Se aprende asociando estímulos con respuestas.
- El aprendizaje está en función del ambiente que nos rodea.
- El aprendizaje no es perpetuo, se requiere desarrollar actividades para reforzarlo.
- El aprendizaje es memorístico, repetitivo y mecánico, y responde a estímulos.

El conductismo caracteriza el aprendizaje bajo el concepto de asociación, es decir afirma que se crea conocimiento al relacionar situaciones vividas con su consecuencia (estímulo-respuesta). El conocimiento humano se basa en impresiones e ideas, las impresiones son los datos empíricos que percibimos a través de los sentidos, las ideas son copias de dichas impresiones que no tiene valor por si solas, el conocimiento solo se alcanza cuando asociamos las ideas con otras adquiridas previamente siguiendo los principios de contigüidad espacial y temporal, semejanza y casualidad. Las causas deben producirse antes que los efectos y estos deben ser próximos tanto temporal como geográficamente.

#### *Teorías (PI) Procesamiento de Información.*

Estas teorías del procesamiento de la información (cognitivismo o constructivismo) se concentran en la manera en que el ser humano le presta atención a las situaciones ocurridas en su medio, recopila esta información y después de aprenderla la relaciona con los conocimientos adquiridos de situaciones pasadas, almacena la nueva información en su memoria y la utiliza cuando la ve necesaria para superar cualquier situación problemática. Esta corriente ve al ser humano como una computadora, siendo este concebido como un sistema lógico o matemático, sin embargo teniendo en cuenta que el ser humano está dotado de propiedades como el amor, el afecto, etc.

En efecto, el hombre es esencialmente un ser que construye y decide, proceso en el cual el desempeño del ser humano es cada vez mejor conforme se amplía la experiencia y el conocimiento.

Proponen las siguientes características para definir el aprendizaje de forma correcta

- La existencia y el funcionamiento de la memoria
- La intencionalidad de los estados mentales
- La subjetividad de los estados mentales
- La existencia de una causación mental

### *Teoría Organicista*

Esta teoría no cree que el conocimiento sea solamente reproductivo como lo plantean las teorías anteriores, sino que el individuo modifica la realidad al conocerla. Esta idea de un sujeto activo es central, en la teoría organicista, la actividad es inherente al sistema. El sistema no es solo un mecanismo estático, es ante todo un ser vivo, un organismo. Los organismos, por su propia naturaleza, son mecanismos cambiantes y sobre todo deciden qué rumbo seguir. Frente a la concepción estática del mecanismo, en el que todo cambio debe provenir del exterior, los organismos están en continuo cambio y cuyos estímulos pueden provenir tanto del exterior como del propio sistema.

Para el organicismo, el aprendizaje es una cualidad intrínseca a los seres vivos. Aprender es una función tan natural como el nacimiento, el crecimiento, la reproducción y la muerte.

## **TIPOS DE APRENDIZAJE<sup>7</sup>**

- *Aprendizaje Significativo*

El aprendizaje significativo involucra la modificación y evolución de la nueva información, así como de la estructura cognoscitiva envuelta en el aprendizaje. El aprendizaje más elemental es el *Aprendizaje De Representaciones* del cual dependen los demás tipos de aprendizaje. Consiste en la atribución de significados a determinados símbolos. Este tipo de aprendizaje se presenta generalmente en los niños, por ejemplo, el aprendizaje de la palabra "Pelota" ocurre cuando el significado de esa palabra pasa a representar o se convierte en equivalente para la pelota que el niño está percibiendo en ese momento, por consiguiente, significan la misma cosa para él; no se trata de una simple asociación entre el símbolo y el objeto sino que el niño los relaciona de manera relativamente sustantiva y no arbitraria, como una equivalencia representacional con los contenidos relevantes existentes en su estructura cognitiva.

---

<sup>7</sup> CALZADILLA, María Eugenia. Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación, Revista Iberoamericana de Educación, 2002.

- *Aprendizaje Colaborativo*

En el aprendizaje colaborativo cada participante asume su propio ritmo y capacidades, impregnando la actividad de autonomía, pero cada uno comprende la necesidad de aportar lo mejor de sí al grupo para lograr un resultado concordante, al que ninguno accedería por sus propios medios. Se logra así una relación de interdependencia que favorece los procesos individuales de crecimiento y desarrollo, las relaciones interpersonales y la productividad. Del grupo al equipo, hay un tránsito, cuyo valor agregado es la cooperación, pero muchas veces los mismos docentes desconocen cómo producir este logro y orientar las actividades de aprendizaje en esa dirección.

Algunas pautas para producir aprendizaje colaborativo son:

- Estudio pormenorizado de capacidades, deficiencias y posibilidades de los miembros del equipo.
- Establecimiento de metas conjuntas, que incorporen las metas individuales.
- Elaboración de un plan de acción, con responsabilidades específicas y encuentros para la evaluación del proceso.
- Chequeo permanente del progreso del equipo, a nivel individual y grupal
- Cuidado de las relaciones socio afectivas, a partir del sentido de pertenencia, respeto mutuo y la solidaridad.
- Discusiones progresivas en torno al producto final.

Cabe destacar que para promover el verdadero logro de experiencias de aprendizaje colaborativo se debe partir por la constitución de pequeños grupos, entre dos y cuatro integrantes. Por otra parte, el lapso durante el cual se dará el trabajo en conjunto también interviene en el logro, pues aquellos que prolongan la duración de las sesiones de trabajo tendrán oportunidad de conocerse mejor e integrarse efectivamente para generar aprendizaje, así como el desarrollo de las habilidades sociales para su exitosa inserción en el grupo.

Estas teorías y tipos de aprendizaje serán llevados al entorno enseñanza-aprendizaje del proyecto y buscando la mayor eficiencia de este se tendrá en cuenta lo siguiente<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> MONTEAGUDO I VIDAL, Josep Lluís, Estilos de aprendizaje y diseño de materiales, Universitat d'Andorra

- *Motivación.*

Tratar de generar interés a los estudiantes mediante un tratamiento adecuado de la información, por consiguiente, dicha información ha de ser relevante y significativa.

- *Objetivos del aprendizaje.*

Es recomendable que cada actividad o unidad de aprendizaje presente brevemente el objetivo que intenta cumplir.

- *Organización del contenido.*

Facilitar el aprendizaje organizando los contenidos y procedimientos en secuencias con significado completo. No desarrollar ininterrumpidamente una temática sin incluir un desglose entre sus diferentes aspectos particulares.

- *Preparación del aprendizaje.*

Establecer previamente el nivel de los estudiantes para los cuales será diseñado el material educativo. Considerar aspectos como la sintaxis de las frases o el vocabulario y la gramática empleada.

- *Emociones.*

“El aprendizaje que involucra las emociones y sentimientos personales tanto como la inteligencia, influye y es duradero.” Se debe intentar crear una predisposición positiva hacia el aprendizaje sin caer por ello en la creación de melodramas o comedias.

- *Participación y práctica.*

Según estudios, un alumno recuerda el 10 % de lo que ve, el 20 % de lo que oye, el 50 % de lo que ve y oye y el 80 % de lo que ve, oye y hace. El aprendizaje requiere actividad y esfuerzo, no podemos limitarnos a que el alumno simplemente pulse la barra espaciadora periódicamente para responder a ciertas preguntas. Los alumnos deben ser conscientes que sin esfuerzo e interés rara vez tiene lugar el aprendizaje.

- *Retroalimentación y refuerzo.*

Se debe informar regularmente al estudiante del progreso realizado, ya que esto incrementa y motiva al aprendizaje.

- *Aplicación.*

Se debe intentar que el alumno sea consciente de la aplicación posterior de lo aprendido. En este aspecto, las TIC nos resultan de gran ayuda a la hora de simular situaciones reales.

- *Diferencias individuales.*

Este aspecto incluye factores como la habilidad intelectual, la personalidad y el estilo de aprendizaje.

## **PERSPECTIVA DEL APRENDIZAJE BASADO EN TICS<sup>9</sup>**

El e-learning o aprendizaje electrónico (denominado así desde el año 2000) es un nuevo concepto de educación a distancia que va más allá de ofrecer el contenido de una asignatura o curso través de Internet. Este término hace referencia, por una parte, al uso de tecnologías de Internet (e-), y por otra, a una metodología de transmisión de conocimientos y desarrollo de habilidades centrada en el sujeto que aprende (learning), y no tanto en el profesor que enseña (training). Engloba tres áreas fundamentales: Los contenidos, la plataforma tecnológica y los servicios que se derivan de una adecuada recepción de los contenidos con el uso eficiente de la infraestructura tecnológica. El mayor error que se comete en el desarrollo de estos proyectos y tal vez el más común, es comenzar por el componente tecnológico y terminar por el de los contenidos. Por tal razón el éxito de un proyecto de educación virtual radica en comenzar por la producción de contenidos, luego por la implementación de servicios y por último la dotación de tecnología, que es determinada por el tipo de usuario que va a usufructuar los contenidos desde el punto de vista de su contexto físico ambiental y cultural.

El e-learning permite ofrecer información, capacitación y entrenamiento a todas aquellas personas que lo necesiten, en línea y en el momento y lugar más conveniente utilizando medios electrónicos como alternativa para la difusión y presentación de sus contenidos. Los medios de difusión son las redes de computadores (Intranets, Extranets e Internet), a través de las

---

<sup>9</sup> PEÑA, Clara Inés, CORREDOR, Martha Vitalia, RAMÓN, Jorge Hernando, ARENAS, Adolfo León, BARBOSA, Jorge Winston. Proyecto institucional para el soporte al proceso educativo mediante tecnologías de información y comunicación, Bucaramanga, Octubre 2005, Universidad Industrial de Santander, División de Servicios de Información.

cuales no sólo se accede a los contenidos sino que también se establece un canal de comunicación e interacción entre tutores y alumnos.

En el b-learning (blended learning) se combinan actividades presenciales, sincrónicas y de e-learning como una modalidad integrada de aprendizaje. El aprendizaje mixto o blended suele ser más potente que el e-learning servido por la WEB e incluso que la formación presencial, porque se impone como una fórmula en la que se deben analizar los costos, los proveedores y el desarrollo a medida de contenidos. Con el b-learning el formador reasume su rol tradicional pero haciendo uso en su mejor significado de la flexibilidad como educador tradicional y como tele facilitador gracias al multimedia educativo.

El secuenciamiento del currículo y el soporte interactivo en la solución de problemas son algunas de las características principales de los sistemas de tutoría inteligente que incorporan técnicas capaces de imitar a los profesores humanos cuando enseñan en una clase o cuando asesoran individualmente a los estudiantes. Estas características son las que marcan la diferencia entre los sistemas inteligentes de aprendizaje y los sistemas tradicionales de instrucción asistida por computador. Muchos sistemas inteligentes de aprendizaje se utilizan en el salón de clase, pero no necesariamente con las características antes mencionadas. Por ejemplo, algunos de estos solo se concentran en ofrecer la solución a ejercicios, mientras que otros pueden dar soporte durante las fases necesarias para la solución de problemas cuando se trabaja con ejercicios.

Como los sistemas de e-learning se han desarrollado principalmente para ser utilizados fuera del salón de clase, en esta situación de aprendizaje a distancia, ningún profesor está directamente disponible para poder ayudar al estudiante adaptando el número y la naturaleza de los conceptos a presentar de acuerdo a su estado de conocimiento actual. Por lo tanto, el sistema de aprendizaje debe desempeñar lo más aproximadamente posible el papel del profesor, y para eso debe: construir un modelo de estudiante que permita adaptar el currículo a su estilo de aprendizaje, ayudar al estudiante durante la navegación a través del curso y apoyarlo individualmente cuando trabaja con ejercicios y soluciona problemas.

Los sistemas hipermedia (HMS) y los derivados sistemas multimedia (MMS) se basan en el hipertexto, que es un método no secuencial y no lineal de organizar y mostrar la información en forma de textos, gráficos, animaciones, sonido y video. Los sistemas hipermedia suponen que la interpretación que hace un estudiante de un curso es mucho más significativa que la del experto o del autor y se basan en el diseño de la interfaz y en la provisión de herramientas avanzadas de navegación tales como mapas conceptuales o navegadores gráficos y niveles de indicadores de búsquedas, para orientar al

estudiante y para permitirle la toma de decisiones teniendo en cuenta la “advertencia” sobre cómo avanzar en el tutorial<sup>10</sup>.

## **ANÁLISIS FUNCIONAL**

Es un método que se utiliza para identificar las competencias laborales necesarias para llevar a cabo una función productiva, siguiendo la lógica de responder: ¿Que habría que hacer para que esta función se logre? Aunque fue diseñado como una herramienta de análisis para una escala amplia, también puede ser útil en el análisis de ocupaciones en determinados subsectores o aun en organizaciones específicas. Puede estar enmarcado en el sector ocupacional, una empresa, un grupo de empresas o todo un sector de la producción o los servicios. Esta flexibilidad permite su aplicación con diferentes niveles de inicio: una ocupación (zapatero), ocupaciones presentes en múltiples sectores (seguridad y salud ocupacional) o un sector ocupacional (hotelería)<sup>11</sup>.

El análisis funcional es un proceso interactivo, no es un método exacto ni tiene la rigurosidad de una fórmula matemática. Es un enfoque de trabajo para encontrar las competencias requeridas siguiendo una estrategia deductiva. El primer paso en su aplicación es establecer la función productiva o de servicios a analizar y su propósito principal, luego se pregunta sucesivamente qué funciones hay que llevar a cabo para lograr que la función precedente se ejecute. Al culminar el proceso se obtiene un mapa funcional, esto es un esquema de las funciones de la empresa que interrelacionadas logran cumplir su objetivo final.

Es ideal realizarlo con un grupo de trabajadores que conozcan plenamente las áreas analizadas y las funciones cumplidas. Su valor como herramienta parte de su representatividad. También es necesaria la participación de expertos conocedores del contexto del proceso en general y del área ocupacional bajo estudio en particular. Con este personal se forma un grupo técnico que trabajará periódicamente hasta concluir el análisis, la elaboración y aprobación del mapa funcional en la empresa.

El proceso de análisis funcional se realiza desglosando sucesivamente el propósito principal en funciones identificadas bajo la lógica problema-

---

<sup>10</sup> EKLUND, J., BRUSILOVSKY, P. The value of Adaptivity in Hypermedia Learning Environments: A short review of Empirical Evidence, <http://www.wis.win.tue.nl/ah/>, 1998.

<sup>11</sup> VARGAS Z., Fernando. 40 Preguntas sobre competencia laboral, Papeles de la oficina técnica 13, Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional CINTERFOR, Montevideo, 2004.

solución, cada una de las funciones extraídas se constituye en una “solución” para resolver el “problema” planteado en la función precedente. De esta forma se avanza hasta llegar a las últimas funciones, estas funciones son las más elementales y pueden ser desarrolladas por individuos capaces de realizarlas (competentes). Estas diferentes funciones reciben el nombre de *elementos de competencia* y describen acciones que se pueden lograr y resumir.

Los elementos de competencia están inmersos en la actividad productiva y no se presentan aislados sino que generalmente se combinan para conformar una actividad productiva compuesta. Esta característica dificulta su detección y hace necesario contar con una técnica que permita lograrlo, esta es como ya se ha dicho el Análisis funcional (análisis de funciones).

Estos elementos de competencia sirven de base para determinar las competencias laborales, por eso es conveniente que el mapa funcional producto del análisis sea puesto a consideración del sector productivo. De esta forma se obtiene información que permita considerar si las funciones identificadas son convenientes y propias del entorno laboral, y que sirven de fundamento para la identificación de las competencias laborales.

#### Conceptos importantes del análisis funcional<sup>12</sup>

- *Propósito principal*: Describe la razón de ser de la actividad productiva, empresa o sector en el cual se esté realizando el análisis. Es el punto de partida en el desarrollo del mapa funcional, el vértice del que se desprenden sucesivamente las funciones productivas. Su descripción debe ser lo más concreta posible y evitar adornos innecesarios que la hagan borrosa, centrándose en mostrar el resultado de la actividad productiva bajo análisis.
- *Elemento de competencia*: Es la descripción de una función que debe ser lograda por una persona en el ámbito de su ocupación. Por tanto se refiere a una acción o comportamiento que el trabajador debe demostrar y el resultado que se espera lograr. Tiende a diferenciarse del concepto de tarea, este involucra normalmente el qué, el cómo y el con qué se lleva a cabo el trabajo pero no el resultado esperado. No se debe malinterpretar que una persona tenga como responsabilidad en el trabajo la realización de una y sólo una de esas funciones elementales, por el contrario, es común que se lleven a cabo actividades laborales que integren varios elementos, a veces hasta 15

---

<sup>12</sup> Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral CONOCER. El enfoque del Análisis Funcional, México, D. F., 1998.

ó 20. Los elementos de competencia deben completarse acompañándolos de los criterios de desempeño, las evidencias de desempeño, las evidencias de conocimiento y el campo de aplicación.

- *Unidad de competencia:* Conjunto de elementos de competencia, identificados en el análisis funcional al nivel mínimo, que reviste un significado claro en el proceso de trabajo y por tanto tienen valor en el ejercicio del trabajo. La unidad no solo hace referencia a las funciones directamente relacionadas con el propósito principal del oficio, también incluyen cualquier requerimiento relacionado con la calidad, las relaciones de trabajo, la seguridad industrial y la salud.
- *Criterios de desempeño:* Es una descripción de los requisitos de calidad para el resultado obtenido en el desempeño laboral. Permiten establecer si el trabajador alcanza o no el resultado descrito en el elemento de competencia, es decir, si su desempeño puede ser considerado como competente.
- *Campo de aplicación:* Es la descripción de las circunstancias y ambientes en los que una persona se enfrenta en el sitio de trabajo; también describe los materiales, máquinas e instrumentos con los cuales se desarrolla el desempeño descrito en el elemento de competencia, todo esto con el fin de poner a prueba el dominio de la competencia de la persona. Se debe tener cuidado en que los campos de aplicación establecidos para un determinado elemento de competencia sean los necesarios y los suficientes. La existencia de campos *redundantes* complican y encarecen el proceso de evaluación de la competencia.
- *Evidencias de desempeño:* Son descripciones sobre variables o condiciones cuyo estado permite inferir que el desempeño fue efectivamente logrado. Las evidencias directas tienen que ver con la técnica utilizada en el ejercicio de una competencia y se verifican mediante la observación. Las evidencias por producto son pruebas reales, observables y tangibles de las consecuencias del desempeño. Al establecer las evidencias de desempeño debe mantenerse como principio la complementación que puede existir entre los dos tipos de evidencias, esta debe tener en cuenta no sólo los aspectos técnicos sino también los aspectos económicos que inciden en la evaluación. Es clara la estrecha relación que se debe presentar entre las evidencias por desempeño (pruebas) y los criterios de desempeño (requerimientos).
- *Evidencias de conocimiento:* Define los conocimientos y la comprensión de ellos que se debe tener para la ejecución eficiente de los diferentes desempeños que se han considerado como partes del elemento de competencia. Puede referirse a los conocimientos teóricos y principios científicos que el trabajador debe dominar, así como a sus habilidades cognitivas en relación con el elemento de

competencia. El conocimiento no se debe hacer evidente de forma aislada, sino integrada al desempeño mismo y en múltiples ocasiones es suficiente la ejecución eficiente de este para identificar que se tiene y se aplica el conocimiento adecuadamente. La evidencia de conocimiento es el complemento de la evidencia de desempeño y no debe considerarse que la sustituye.

## **PRINCIPIOS DEL ANÁLISIS FUNCIONAL**

Los tres principios básicos que sirven de fundamento para a la aplicación del análisis funcional son los siguientes:

1. *El análisis funcional se aplica de lo general a lo particular.*  
El análisis funcional inicia con la definición del propósito principal y concluye cuando el analista se encuentre frente a las funciones productivas simples consideradas como elementos de competencia.
2. *El análisis funcional debe identificar funciones delimitadas (discretas) separándolas de un contexto laboral específico.*  
En el mapa funcional deben incluirse funciones cuyo inicio y fin estén claramente definidos (no deben ser continuas). Además las funciones no deben referirse a situaciones laborales específicas, sino a aquellas enmarcadas en el contexto ocupacional en el que se llevan a cabo. Esto facilita la posibilidad de transferir dichas funciones a otros contextos laborales y evita que queden inscritas en el marco de un puesto de trabajo específico. La correcta descripción de una función tiene como propósito garantizar que:
  - Se identifiquen los resultados de la actividad.
  - Se tenga una idea precisa de lo que se está haciendo y que el desglose guarde una relación lógica entre un nivel de desagregación y su antecedente.
3. *El desglose en el análisis funcional se aplica de acuerdo a una relación causa - efecto.*  
Para proceder con la desagregación de las funciones se debe identificar lo que debe hacerse para alcanzar el resultado que se espera lograr en la función que se está desglosando (función precedente). La pregunta clave en este proceso es: ¿Qué hay que hacer para que esto se logre? Las funciones derivadas de una determinada función deben ser las suficientes y necesarias para alcanzar el resultado esperado en la función que les dio origen. Debido a esto, las funciones desagregadas deben ser excluyentes

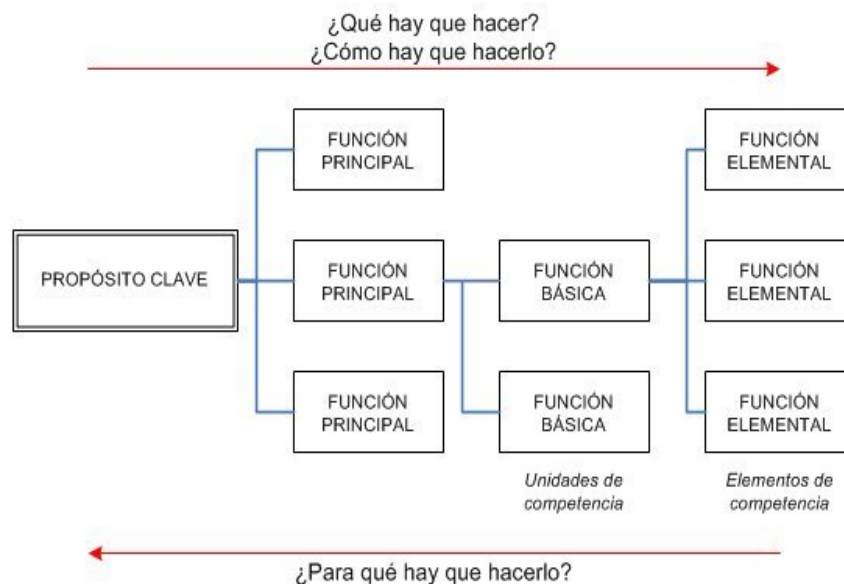
entre sí y su integración debe corresponder plenamente con la función que los originó.

### Mapa funcional<sup>13</sup>

El mapa funcional es la representación gráfica de los resultados del análisis funcional. Se inicia con el propósito principal identificado y a partir de este se originan las ramas en el proceso de desagregación de funciones. Estas ramas dan origen a más ramas y el proceso continúa hasta que se detectan los elementos de competencia, ubicados al final de la rama. Es obvio que las unidades de competencia estén ubicadas justo en el nivel anterior. Su forma general se presenta en el esquema de la Figura 1.

Esta representación gráfica de los resultados tiene la ventaja de que se puede leer en las dos direcciones de acuerdo a lo que se desea saber. Si se desea saber que y como hay que hacer para que una función principal se lleve a cabo mediante la realización de las funciones elementales se debe leer de izquierda a derecha, pero si se quiere saber para que se realiza una función se debe leer de derecha a izquierda.

Figura 1. Esquema de la forma general de un mapa funcional.



<sup>13</sup> VARGAS Z., Fernando. 40 Preguntas sobre competencia laboral, Papeles de la oficina técnica 13, Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional CINTERFOR, Montevideo, 2004.

No se debe confundir el mapa funcional con un diagrama de flujo de procesos, pues no es una representación de procesos de trabajo.

El mapa funcional no describe un proceso, sino las funciones necesarias que son realizadas por personas con el fin de alcanzar el propósito principal. Así mismo involucra los resultados obtenidos por las actividades de personas y no por el funcionamiento de los equipos de producción. Para su elaboración se debe evitar incluir descripciones de tareas u operaciones.

En el proceso de elaboración de un mapa funcional se recomienda hacer revisiones periódicas con el fin de verificar la coherencia que debe existir entre las funciones y el propósito principal.

Esta revisión nos ayuda a detectar la presencia de funciones repetidas en diferentes ramas del mapa. Si esto ocurre debe revisarse la aplicación del principio causa - efecto y rehacerse el mapa, ya que la lógica de elaboración del mapa no permite que se presenten funciones repetidas.

## **EL ANÁLISIS FUNCIONAL Y LA FORMACIÓN POR COMPETENCIAS <sup>14</sup>**

El primer paso en la identificación de las competencias laborales es determinar los elementos de competencia y la técnica que se utiliza para hallarlos es el análisis funcional. De esta forma, el análisis funcional se convierte en el primer paso para la elaboración de las normas de competencia laboral y de los programas de formación basados en las competencias laborales.

La formación basada en competencias laborales debe ir de la mano con el sector ocupacional en cuanto a los requerimientos que este demanda. Debe existir entonces una correspondencia entre las competencias que son exigidas a los trabajadores para adelantar una labor y los contenidos de un proceso formativo.

Con el fin de satisfacer esta correspondencia para poder formar personas competentes que se adapten fácilmente a las exigencias laborales actuales es que las competencias identificadas en los análisis ocupacionales se utilizan como base de la formación.

---

<sup>14</sup> VARGAS Z., Fernando. 40 Preguntas sobre competencia laboral, Papeles de la oficina técnica 13, Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional CINTERFOR, Montevideo, 2004.

Se podría decir como conclusión que la relación que existe entre el análisis funcional y la formación por competencias es el soporte que da esta técnica en la identificación de las competencias que deben ser incluidas en los procesos formativos.

Aunque en un principio el análisis funcional fue criticado por su enfoque hacia la elaboración de normas de competencia laboral más que hacia los programas de formación, con el tiempo se ha evidenciado que su adaptación en metodologías para la elaboración de currículos de formación puede ser de gran ayuda.

En algunos países, entidades dedicadas a la formación laboral han desarrollado e implementado exitosamente metodologías para la elaboración de currículos que hacen uso del análisis funcional para la identificación de competencias.

Ejemplos de estas metodologías son las desarrolladas por el CONALEP de México<sup>15</sup> y el SENA de Colombia<sup>16</sup>.

## **PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS<sup>17</sup>**

El proceso de identificación de competencias laborales a partir de los elementos de competencia, identificados previamente por medio del análisis funcional, se puede describir con ayuda del siguiente diagrama de flujo.

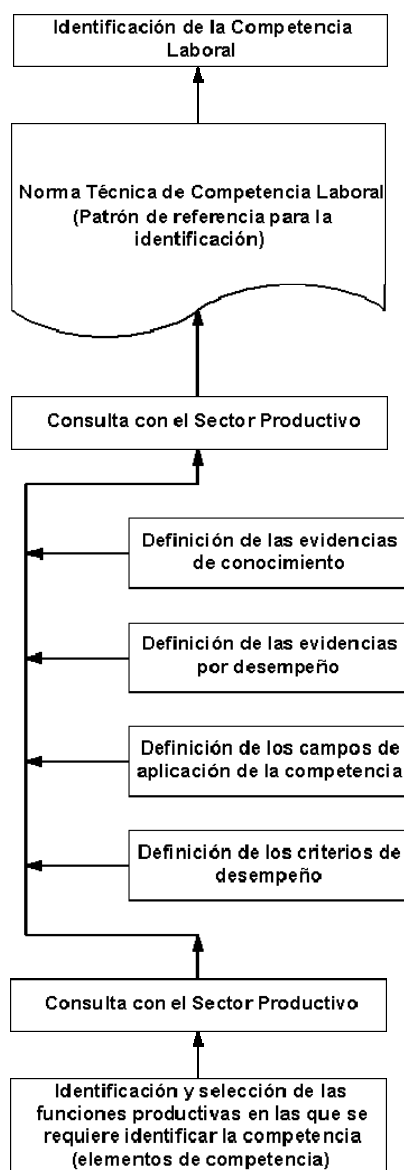
---

<sup>15</sup> Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral CONOCER. Análisis ocupacional y funcional del trabajo. IBERFOP. OEI. Madrid. 1998.

<sup>16</sup> Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Manual de diseño curricular para el desarrollo de competencias en la formación profesional integral, Bogotá, Agosto de 2005, Dirección de Formación Profesional – Grupo de Investigación y Desarrollo Técnico Pedagógico.

<sup>17</sup> Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral CONOCER. El enfoque del Análisis Funcional, México, D. F., 1998.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de identificación de competencias



## PROPÓSITOS DE LA EDUCACIÓN POR COMPETENCIAS<sup>18</sup>

- Buscar una formación que favorezca el desarrollo integral del hombre, haciendo posible su real incorporación a la sociedad contemporánea.
- Promover una formación de calidad, expresada en términos de competencia para resolver problemas de la realidad.
- Articular las necesidades de formación del individuo con las necesidades del mundo del trabajo.
- Promover el desarrollo de la creatividad, la iniciativa y la capacidad para la toma de decisiones.
- Integrar la teoría y la práctica, el trabajo manual y el trabajo intelectual.
- Promover el desarrollo de competencias consideradas desde una visión holística, tanto en términos genéricos como específicos.
- Promover cambios en lo que los individuos saben y en el uso que pueden hacer de lo que saben.
- Promover la autonomía del individuo.
- Promover la capacitación continua y alterna.

### Programas de estudio/unidades de aprendizaje:

- Programas de estudio y procesos de aprendizaje más flexibles y diversificados.
- Contenidos con referencia a condiciones que operan en la realidad.
- Contenidos relevantes y significativos.
- Elementos de la competencia: saber teórico, práctico/técnico, metodológico y social.
- Atributos de la competencia: habilidades, conocimientos, aptitudes, actitudes y valores.
- Los programas se articulan en referencia a la problemática identificada, a las competencias genéricas o específicas, así como a las unidades de competencia en las que se desagrega.
- Las materias o asignaturas deben cumplir una función integradora entre la teoría y la práctica.

### Evaluación:

- Parte de una concepción de evaluación integral que considera elementos generales y particulares.
- Las unidades de competencia se desglosan en indicadores o criterios de desempeño.

---

<sup>18</sup> HUERTA, J. Jesús, PÉREZ, Irma Susana, CASTELLANOS, Ana Rosa. Desarrollo curricular por competencias profesionales integrales, Educar – Revista de Educación, N° 13 – Educación ambiental, Abril – Junio 2000, Secretaría de Educación Gobierno del Estado de Jalisco. (Versión en línea: <http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/dirrseed.html>)

- Los indicadores o criterios de desempeño remiten a los criterios de evaluación.
- Se modifican las prácticas de la evaluación (sin descartar algunas formas tradicionales) haciéndolas más congruentes y exigentes.

#### Aprendizaje:

- Demanda una formación integral centrada en el aprendizaje.
- Diversifica las posibilidades de aprendizaje.
- Reconoce a la práctica como recurso para consolidar lo que se sabe, para poner en acción lo que se sabe y para aprender más.
- Reconoce al individuo como capaz de autodirigir y organizar su aprendizaje.
- Reconoce distintas vías para aprender y, por tanto, que el aula no es el único lugar de aprendizaje.
- Los aprendizajes (competencias genéricas y específicas) se deben aplicar en situaciones y problemas distintos (transferibilidad).
- Implica acciones intencionales que toman en cuenta los diferentes contextos y culturas en los que se realizan (multirreferencialidad).
- Enfatiza la práctica real como base de la teoría.
- Requiere de procesos activos y reflexivos.

De igual manera, el modelo de competencias profesionales integradas en el plano didáctico implica promover condiciones y situaciones de aprendizaje que permitan:

- Integrar el aprendizaje a las condiciones reales de trabajo.
- Identificar o construir condiciones de aplicación más reales (por ejemplo, diferentes ejercicios de simulación, talleres, trabajos de campo, prácticas de laboratorio, ensayos, tesis, tareas de micro-enseñanza, etcétera).
- Diseñar experiencias de aprendizaje que permitan arribar a diferentes soluciones o a varias vías de solución.
- Crear entornos que sean cooperativos, colaborativos y apoyadores.
- Alternar momentos de confrontación entre situaciones reales con momentos de sistematización del conocimiento o teoría.
- Priorizar estrategias didácticas en las que los estudiantes jueguen un papel activo, que les permita descubrir y construir conocimiento por sí mismos.
- Realizar evaluaciones longitudinales y múltiples para reunir evidencias de desempeño desde diferentes fuentes.
- Identificar posibles niveles de desempeño como criterios para la evaluación.

A partir de lo antes señalado, es claro que uno de los propósitos que se plantea la institución al adoptar un modelo educativo por competencias

profesionales integradas es elevar la calidad de la educación impartida, así como mejorar de manera continua la calidad del aprendizaje de los estudiantes, para ayudarles a conseguir sus propósitos en la vida y en el trabajo.

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. Asumir esta responsabilidad implica que la institución educativa promueva de manera congruente acciones en los ámbitos pedagógico y didáctico que se traduzcan en reales modificaciones de las prácticas docentes; de ahí la importancia de que el maestro también participe de manera continua en las acciones de formación y capacitación que le permitan desarrollar competencias similares a aquellas que se busca formar en los alumnos.

## ANEXO B. PROGRAMA DE LA ASIGNATURA VIBRACIONES MECÁNICAS

<p><b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS</b></p> <p><b>Escuela de Ingeniería Mecánica</b></p> <p><b>Programa de Ingeniería Mecánica</b></p>			
<b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA:</b> VIBRACIONES MECÁNICAS		<b>CÓDIGO DE ASIGNATURA:</b>	<b>SEMESTRE:</b> Electiva
<b>REQUISITOS:</b> INGENIERIA DE MANTENIMIENTO		<b>CREDITOS:</b> 9	
		<b>TAD:</b> 4	<b>TI:</b> 5
		<b>C:</b> 3	
<p><b>PROPÓSITOS DEL CURSO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar al estudiante los fundamentos teóricos para el estudio del movimiento vibratorio de sistemas mecánicos.</li> <li>• Aplicar los conocimientos adquiridos a la solución de problemas de vibraciones en sistemas mecánicos.</li> <li>• Generar conocimiento y desarrollar habilidades en las técnicas de medición de vibración, balanceo dinámico de rotores, análisis, control y aislamiento de vibración.</li> <li>• Conocer las normas de severidad de vibración y las técnicas de análisis para la solución de problemas de vibraciones en estructuras y en máquinas rotativas.</li> <li>• Conocer los fundamentos del mantenimiento predictivo basado en el análisis de vibraciones.</li> <li>• Conocer la metodología para la implementación de un sistema de mantenimiento predictivo y diagnóstico de fallas en maquinaria rotativa, utilizando el software MASTER TREND y un analizador de vibraciones.</li> <li>• Realizar experiencias prácticas para cimentar los conocimientos adquiridos en los temas de medición y análisis de vibración, determinación de frecuencias naturales, balanceo dinámico de rotores, alineación de ejes de máquinas rotativas, severidad de vibración.</li> </ul>			
<p><b>CONTENIDO:</b></p> <p><b>1. Introducción a las vibraciones mecánicas</b></p> <p>1.1 Introducción a las Vibraciones Mecánicas</p> <p>1.2 Fenómeno vibratorio. Elementos, características, relaciones</p> <p><b>2. Cinemática de vibraciones</b></p> <p>2.1 Características, parámetros y niveles de vibración</p> <p>2.2 Dominios para expresar la vibración. Clasificación del movimiento vibratorio</p> <p>2.3 Vibración armónica</p> <p>2.4 Vibración periódica (no armónica)</p> <p>2.5 Práctica de laboratorio. Fenomenología de la vibración</p>		<p>Vibración forzada. Excitación armónica</p> <p>Vibración excitada por desequilibrio másico</p> <p>Vibración excitada por movimiento del piso</p> <p>4.11 Vibración excitada por fuerzas periódicas</p> <p>Fuerza transmitida y transmisibilidad de fuerza</p> <p>Ejercicios de vibración forzada</p> <p>Respuesta en frecuencia de sistemas vibratorios</p> <p>Amplitud-frecuencia, fase-frecuencia</p> <p><b>5. Alineación de ejes rotativos</b></p> <p>5.1 Desalineamiento. Clasificación, causas y efectos</p> <p>Procedimientos de alineación</p> <p>5.2 Prácticas de alineación</p> <p><b>6. Balanceo dinámico de rotores</b></p>	

<p><b>3. Medición de vibraciones</b> Componentes de la cadena de medición Medición de amplitud, frecuencia y fase Sensores de Vibración Práctica de Medición de Vibración</p> <p><b>4. Cinética de vibraciones</b> Métodos de análisis de problemas vibratorios Clasificación y descripción de sistemas vibratorios. Modelos de sistemas vibratorios Vibración libre de S1GL no amortiguado. Frecuencia natural Vibración libre de S1GL con amortiguación viscosa Amortiguación por fricción seca Medición de frecuencia natural Ejercicios de vibración libre</p>	<p>6.1 Desequilibrio másico. Causas y efectos. Clasificación</p> <p>6.2 Balanceo. Clasificación. Balanceo estático</p> <p>6.3 Balanceo dinámico en un plano. Método gráfico, método matemático, método de las cuatro corridas. Prácticas de balanceo en un plano</p> <p>6.4 Balanceo dinámico en dos planos. Método de coeficientes de influencia. Calidad de balanceo</p> <p>6.5 Prácticas de balanceo dinámico en dos planos</p> <p><b>7. Aislamiento y control de vibración</b></p> <p>7.1 Criterios de severidad de vibración. Normas de severidad</p> <p>Modalidades y técnicas de control de vibración. Fuerzas de excitación. Criterios de control</p>
<p>Sintonización de frecuencia en control activo y control pasivo</p> <p><b>8. Representación gráfica de vibración</b></p> <p>8.1 Representación en dominio de tiempo, dominio de frecuencia y dominio modal.</p> <p>8.2 Diagramas de Nyquist, Bodé, Campbell, Tendencia</p> <p><b>9. Introducción al mantenimiento predictivo</b></p> <p>Clasificación del mantenimiento. Fundamentos del mantenimiento predictivo. Monitoreo de vibración. Análisis de condición Organización e implementación de un programa de mantenimiento predictivo por análisis de vibración</p>	<p>Estudio y aplicación del sistema formado por el software Master Trend y el analizador de vibraciones CSI 2117 Elaboración de bases de datos y rutas para análisis de vibraciones en maquinaria</p> <p><b>10. Diagnóstico de fallas en maquinaria rotativa</b></p> <p>10.1 Metodología del diagnóstico. Causas comunes de vibración</p> <p>10.2 Características de la vibración causada por: desbalanceo, desalineamiento, soldadura mecánica, resonancias, rodamientos defectuosos, engranajes defectuosos, fallas eléctricas</p> <p>10.3 Prácticas sobre diagnóstico de fallas en maquinaria por análisis de vibración</p> <p>10.4 Trabajo final sobre mantenimiento predictivo y diagnóstico de fallas en maquinaria</p>
<p><b>ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS Y CONTEXTOS POSIBLES DE APRENDIZAJE :</b></p> <p>El programa de esta asignatura será desarrollado mediante conferencias, exposiciones y discusiones en clase, prácticas de laboratorio, estudio y aplicación de software, trabajos sobre análisis de vibración y diagnóstico de fallas en maquinaria de la industria local.</p>	

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA Y COMPLEMENTARIA:**

- 📖 ESHELEMAN, Ronald. Vibraciones Básicas de Máquinas. Vibration Institute, 1999
- 📖 ESHELEMAN, Ronald. Análisis de las Vibraciones II. Vibration Institute, 1999
- 📖 GARCÍA, Alfonso. Vibraciones Mecánicas Ediciones UIS, 1992
- 📖 INMAN, Daniel J. Engineering Vibration. Prentice-Hall. 1996
- 📖 THOMSON, William. Teoría de Vibraciones, Aplicaciones. Prentice-Hall, 2000
- 📖 VANCE, Jhon M. Rotordynamics of Turbomachinery. Jhon Wiley & Sons, 1998
- 📖 WOWK, Victor. Machinery Vibration Measurement and Analysis. Mc Graw-Hill, 1991

**EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA:**

La asignatura se evalúa mediante dos pruebas teóricas escritas, una prueba práctica sobre experiencias de laboratorio, un trabajo de investigación y un trabajo final sobre aplicación de metodología y conceptos de análisis de vibración.

**PLAN DE TRANSICIÓN**

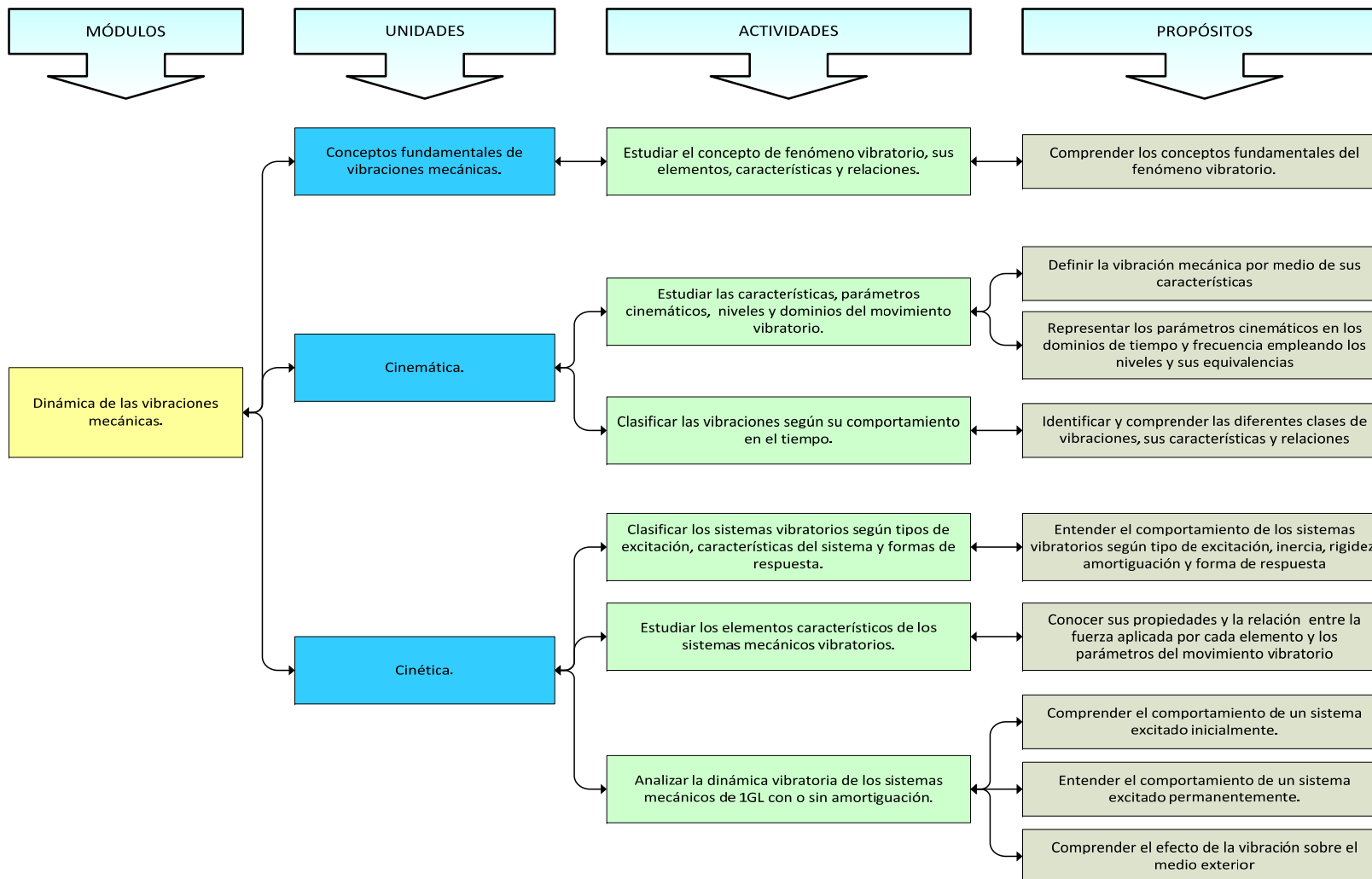
## ANEXO C. ESTRUCTURACIÓN MODULAR

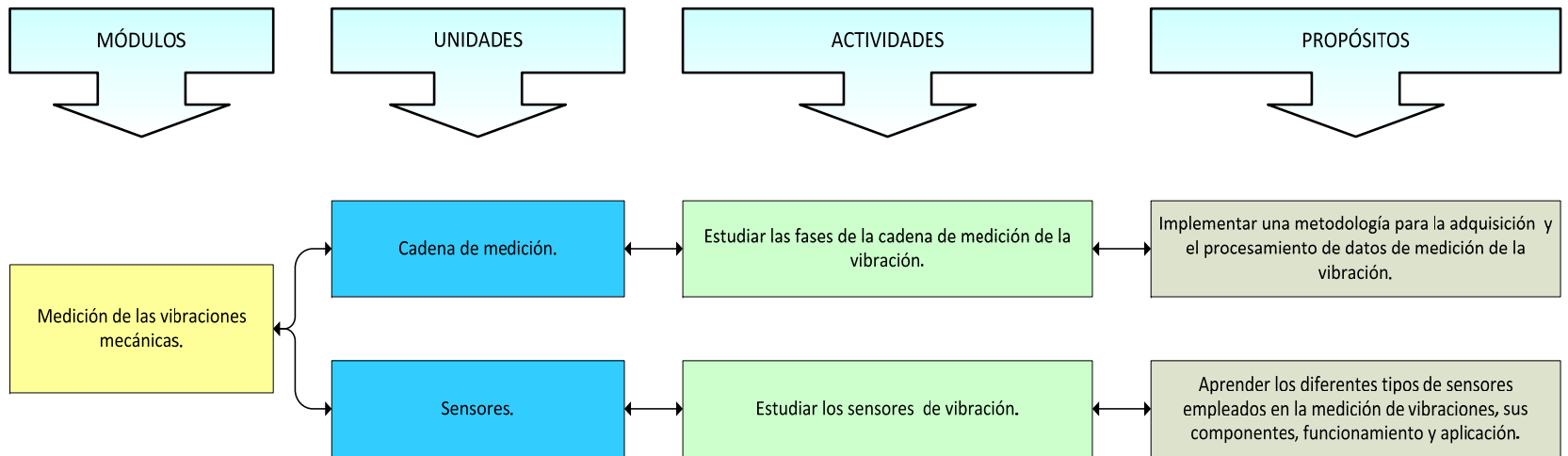
ESTRUCTURACIÓN MODULAR			
MÓDULOS	UNIDADES	ACTIVIDADES	PROPÓSITOS
Dinámica de las vibraciones mecánicas.	Conceptos fundamentales de vibraciones mecánicas.	Estudiar el concepto de fenómeno vibratorio, sus elementos, características y relaciones	Comprender los conceptos fundamentales del fenómeno vibratorio.
	Cinemática.	Estudiar las características, parámetros cinemáticos, niveles y dominios del movimiento vibratorio	Definir la vibración mecánica por medio de sus características  Representar los parámetros cinemáticos en los dominios de tiempo y frecuencia empleando los niveles y sus equivalencias

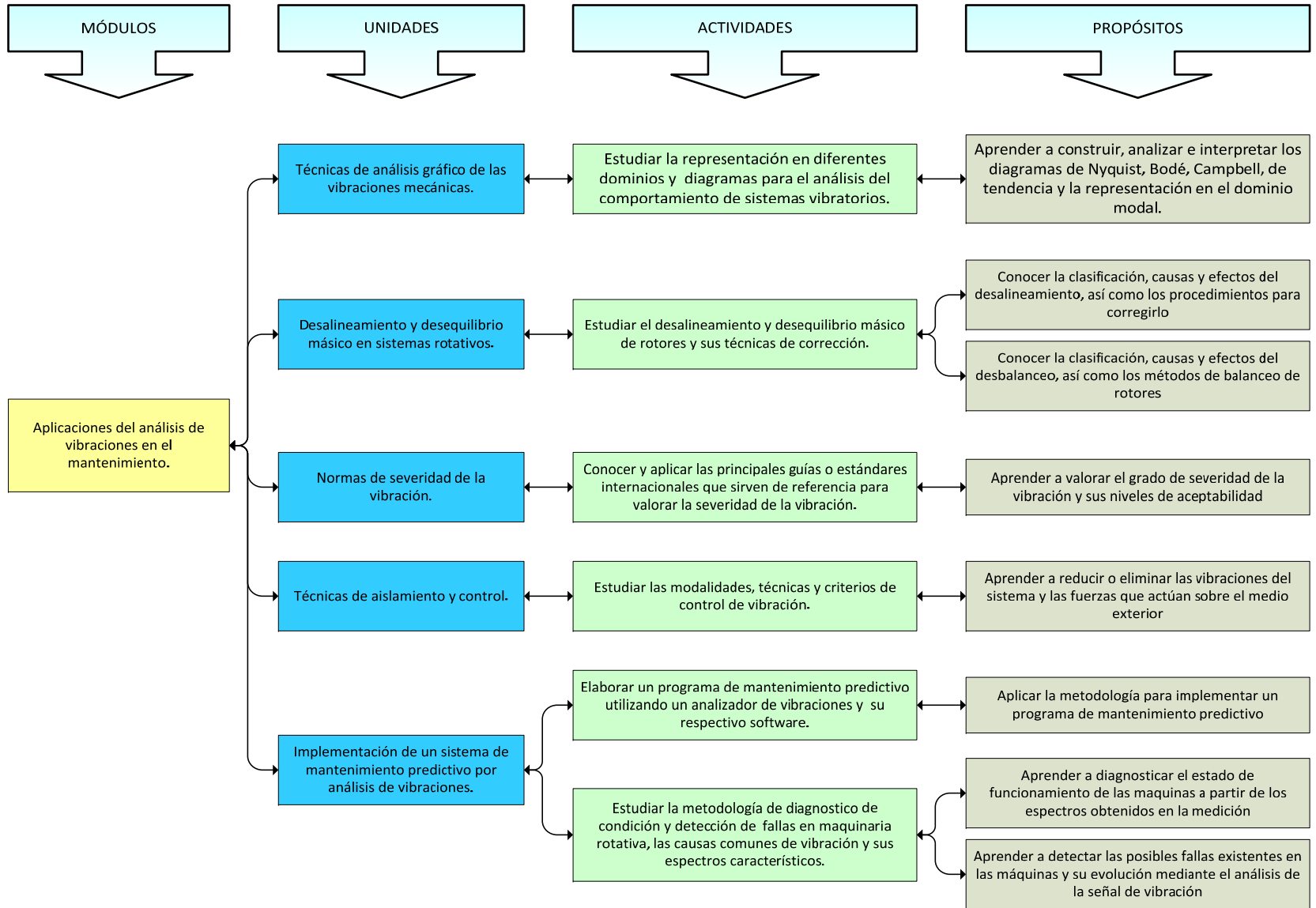
		Clasificar las vibraciones según su comportamiento en el tiempo	Identificar y comprender las diferentes clases de vibraciones, sus características y relaciones
	Cinética.	Clasificar los sistemas vibratorios según tipos de excitación, características del sistema y formas de respuesta	Entender el comportamiento de los sistemas vibratorios según tipo de excitación, inercia, rigidez, amortiguación y forma de respuesta
		Estudiar los elementos característicos de los sistemas mecánicos vibratorios.	Conocer sus propiedades y la relación entre la fuerza aplicada por cada elemento y los parámetros del movimiento vibratorio
		Analizar la dinámica vibratoria de los sistemas mecánicos de 1GL con o sin amortiguación	Comprender el comportamiento de un sistema excitado inicialmente  Entender el comportamiento de un sistema excitado permanentemente  Comprender el efecto de la vibración sobre el medio exterior
Medición de las vibraciones mecánicas	Cadena de medición	Estudiar las fases de la cadena de medición de la vibración.	Implementar una metodología para la adquisición y el procesamiento de datos de medición de la vibración.
	Sensores	Estudiar los sensores de vibración	Aprender los diferentes tipos de sensores empleados en la medición de vibraciones, sus componentes, funcionamiento y aplicación.
Aplicaciones del análisis de vibraciones en el mantenimiento	Técnicas de análisis gráfico de las vibraciones mecánicas	Estudiar las representaciones en los dominios y los diagramas para el análisis del comportamiento de sistemas vibratorios	Aprender a construir, analizar e interpretar los diagramas de Nyquist, Bodé, Campbell, de tendencia y la representación en el dominio modal.

	Desalineamiento y desequilibrio másico en sistemas rotativos	Estudiar el desalineamiento y desequilibrio másico de rotores y sus técnicas de corrección	<p>Conocer la clasificación, causas y efectos del desalineamiento, así como los procedimientos para corregirlo</p> <p>Conocer la clasificación, causas y efectos del desbalanceo, así como los métodos de balanceo de rotores</p>
	Normas de severidad de la vibración	Conocer y aplicar las principales guías o estándares internacionales que sirven de referencia para valorar la severidad de la vibración.	Aprender a valorar el grado de severidad de la vibración y sus niveles de aceptabilidad
	Técnicas de aislamiento y control	Estudiar las modalidades, técnicas y criterios de control de vibración	Aprender a reducir o eliminar las vibraciones del sistema y las fuerzas que actúan sobre el medio exterior
	Implementación de un sistema de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones	Elaborar un programa de mantenimiento predictivo utilizando un analizador de vibraciones y su respectivo software	Aplicar la metodología para implementar un programa de mantenimiento predictivo
		Estudiar la metodología de diagnóstico de condición y detección de fallas en maquinaria rotativa, las causas comunes de vibración y sus espectros característicos.	<p>Aprender a diagnosticar el estado de funcionamiento de las máquinas a partir de los espectros obtenidos en la medición</p> <p>Aprender a detectar las posibles fallas existentes en las máquinas y su evolución mediante el análisis de la señal de vibración</p>

## ANEXO D. GRAFICO ESTRUCTURACIÓN MODULAR







## ANEXO E. TABLA DE SABERES Y HACERES

TABLA DE SABERES		
CONTENIDO	SABER	HACER
Conceptos fundamentales de vibraciones mecánicas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir la vibración de forma general.</li> <li>2. Reconocer la vibración en sistemas mecánicos.</li> <li>3. Relacionar la excitación con la movilidad del sistema y la respuesta del mismo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>A. Relacionar los conceptos fundamentales del fenómeno vibratorio con los sistemas mecánicos. (1, 2, 3)</li> <li>B. Identificar en sistemas reales los componentes del fenómeno vibratorio. (3)</li> </ol>
Cinemática de las vibraciones.	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Conocer las características de la vibración: amplitud, frecuencia y fase, y entender que representa cada una de ellas.</li> <li>5. Comprender los parámetros cinemáticos: desplazamiento, velocidad, aceleración y sus relaciones en el movimiento vibratorio.</li> <li>6. Interpretar la vibración en los dominios de tiempo y de frecuencia.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>C. Describir la vibración indicando la intensidad, el ritmo y la posición de esta respecto a una referencia. (4)</li> <li>D. Evaluar la amplitud de vibración según sus parámetros y calcular sus relaciones. (5)</li> <li>E. Representar la vibración en diferentes parámetros y niveles en dominios de frecuencia o tiempo. (4, 5, 6, 7)</li> <li>F. Clasificar la vibración de acuerdo con su comportamiento en el tiempo. (8)</li> <li>G. Deducir la ecuación del movimiento armónico simple. (8, 9)</li> </ol>

	<p>7. Precisar la importancia de los niveles o promedios y sus equivalencias en la valoración de la amplitud de vibración.</p> <p>8. Diferenciar las vibraciones periódicas y no periódicas evaluando su comportamiento en el tiempo.</p> <p>9. Conocer las propiedades de las vibraciones periódicas: armónicas y no armónicas.</p> <p>10. Comprender el Teorema de Fourier y su aplicación en el estudio de las vibraciones.</p>	<p>H. Descomponer vibraciones periódicas no armónicas en funciones senoidales y cosenoidales relacionadas armónicamente. (9, 10, F)</p>
<p>Cinética de los sistemas mecánicos vibratorios.</p>	<p>11. Diferenciar los sistemas mecánicos vibratorios según su linealidad.</p> <p>12. Distinguir el tipo de distribución de masa en un sistema mecánico vibratorio.</p> <p>13. Identificar los grados de libertad que tiene un sistema mecánico vibratorio.</p> <p>14. Reconocer la existencia de amortiguamiento en un sistema mecánico vibratorio.</p>	<p>I. Clasificar los sistemas vibratorios según tipos de excitación, características del sistema y formas de respuesta. (11, 12, 13, 14, 15)</p> <p>J. Establecer el conjunto de hipótesis simplificativas para reducir el sistema al modelo físico. (16, 17, 18, I)</p> <p>K. Establecer el modelo físico simplificado de sistemas vibratorios para su estudio estático y dinámico. (19, 20, 21, 22, 23, J)</p> <p>L. Calcular la fuerza relacionada con cada elemento del sistema vibratorio. (16, 17, 18)</p>

	<p>15. Establecer si el sistema es excitado inicialmente o permanentemente.</p> <p>16. Reconocer el cuerpo como el elemento que relaciona la fuerza con la aceleración.</p> <p>17. Entender cómo el resorte relaciona la fuerza con el desplazamiento.</p> <p>18. Comprender cómo el amortiguador relaciona la fuerza con la velocidad.</p> <p>19. Modelar sistemas mecánicos vibratorios traslacionales y rotacionales de 1GL.</p> <p>20. Establecer la masa, centro de gravedad, ejes de referencia y momentos principales de inercia del sistema vibratorio.</p> <p>21. Determinar la rigidez de los modelos mecánicos para diferentes tipos de sistemas y movimientos.</p>	<p>M. Plantear el modelo matemático (conjunto de ecuaciones diferenciales de movimiento del modelo físico) de un sistema mecánico 1GL excitado inicialmente, con o sin amortiguamiento. (24, 25, J, K)</p> <p>N. Determinar el comportamiento vibratorio de un sistema mecánico 1GL excitado inicialmente, con o sin amortiguamiento, mediante la solución de las ecuaciones que describen la respuesta dinámica. (24, 25, 26, 27, 28, L, M)</p> <p>O. Calcular la frecuencia natural de oscilación de los sistemas mecánicos de 1GL excitados inicialmente por una fuerza o un desplazamiento. (24, 25, 26, N)</p> <p>P. Calcular la frecuencia de vibración libre de de los sistemas mecánicos amortiguados de 1GL excitados inicialmente por una fuerza o un desplazamiento. (24, 25, 27, 28, N, O)</p> <p>Q. Calcular el decremento de la amplitud de vibración en el tiempo para sistemas mecánicos de 1GL con amortiguación, excitados inicialmente. (29, E, N, O, P)</p> <p>R. Plantear el modelo matemático de un sistema mecánico de 1GL con amortiguación, excitado permanentemente. (30, 33, J, K)</p> <p>S. Determinar el comportamiento vibratorio de un sistema mecánico de 1GL con amortiguación, excitado inicialmente,</p>
--	--	---

	<p>22. Calcular la rigidez y amortiguación equivalente en arreglos de resortes y amortiguadores en paralelo, serie y combinación de serie y paralelo.</p> <p>23. Identificar el tipo de amortiguamiento presente en un sistema.</p> <p>24. Identificar sistemas mecánicos vibratorios de 1GL, excitados inicialmente con o sin amortiguamiento.</p> <p>25. Encontrar la ecuación diferencial de la vibración libre de un S1GL, su solución general y la solución particular.</p> <p>26. Definir la frecuencia natural de vibración.</p> <p>27. Calcular el amortiguamiento crítico y el factor de amortiguamiento.</p>	<p>mediante la solución de las ecuaciones que describen la respuesta dinámica. (30, 31, 32, 33, 34, L, R)</p> <p>T. Calcular la fuerza transmitida al medio exterior desde sistemas mecánicos vibratorios excitados permanentemente y la relación de esta fuerza transmitida con la fuerza de excitación que actúa sobre el sistema. (34, 35, S)</p>
--	--	--

	<p>28. Definir la frecuencia de vibración libre de un sistema amortiguado.</p> <p>29. Hallar el decremento logarítmico y la amortiguación específica.</p> <p>30. Identificar sistemas mecánicos vibratorios de 1GL excitados permanentemente con o sin amortiguación.</p> <p>31. Reconocer la frecuencia de oscilación en sistemas excitados permanentemente.</p> <p>32. Comprender el fenómeno de la resonancia en sistemas mecánicos vibratorios.</p> <p>33. Encontrar la ecuación diferencial de la vibración forzada de un S1GL, su solución general y la solución particular.</p> <p>34. Determinar amplitud y fase de la vibración en régimen transitorio y estacionario para excitación</p>	
--	--	--

	<p>armónica y periódica no armónica.</p> <p>35. Entender los conceptos de fuerza transmitida al medio exterior y transmisibilidad de fuerza.</p>	
Cadena de medición.	<p>36. Identificar las fases del proceso de medición.</p> <p>37. Identificar los factores que influyen en la confiabilidad de la captación de la señal eléctrica representativa de la vibración.</p> <p>38. Entender por qué se debe acondicionar la señal eléctrica representativa de la vibración.</p> <p>39. Comprender la utilidad de la visualización en la detección de errores en la medición.</p> <p>40. Elegir la característica, el parámetro, nivel y unidades en que se debe medir la vibración de acuerdo con las condiciones y propósitos de la medición.</p> <p>41. Reconocer la importancia del análisis frecuencial para identificar</p>	<p>U. Medir la vibración ubicando el sensor en puntos y direcciones que garanticen una señal de alta confiabilidad. (36, 37)</p> <p>V. Escoger el sistema de medición, parámetros y configuraciones que aseguren una señal clara y confiable al final del proceso de medición. (38, 39, 40, 41, 42, U)</p>

	<p>las componentes relevantes en la señal de vibración.</p> <p>42. Entender la relación entre los rangos de frecuencia de la señal, frecuencias de muestreo, número de líneas del espectro y resolución requerida para garantizar la optima representación de la señal de vibración.</p>	
Sensores.	<p>43. Identificar los tipos de sensores, los componentes, principios de funcionamiento, rangos de frecuencia y amplitud de operación, diseño, sistemas de fijación y su relación con las frecuencias para cada tipo de sensor.</p> <p>44. Diferenciar su aplicación según el parámetro de medición requerido y rango de frecuencia de la señal de vibración.</p>	<p>W. Caracterizar los sensores de vibración. (43, 44)</p> <p>X. Escoger el sensor con las características y especificaciones apropiadas para la captación de la señal en diferentes situaciones, de acuerdo con las condiciones y requerimientos de la medición. (44, W)</p>
Técnicas de análisis gráfico de las vibraciones mecánicas.	<p>45. Representar en el plano cartesiano para procesos transitorios la amplitud y fase de la vibración del sistema rotativo vs. la razón entre</p>	<p>Y. Aplicar métodos gráficos en el seguimiento de la evolución de la amplitud y la fase de la vibración en función de la velocidad de rotación del sistema en procesos transitorios. (45, 46, 47)</p>

	<p>la frecuencia natural y la frecuencia de excitación (diagrama de Bodé).</p> <p>46. Representar en un diagrama polar la amplitud y la fase de la vibración del sistema en función de la velocidad de rotación, para procesos transitorios (diagrama de Nyquist).</p> <p>47. Representar gráficamente para procesos transitorios las frecuencias naturales y las frecuencias de excitación en función de la velocidad de rotación del sistema (diagrama de Campbell).</p> <p>48. Representar en el plano cartesiano la evolución de la vibración global de un sistema a través del tiempo.</p> <p>49. Representar las formas o modos normales de vibración de un sistema en cada una de sus frecuencias naturales.</p>	<p>Z. Detectar resonancias o interferencias en sistemas mecánicos vibratorios basados en el estudio de los diagramas. (Y)</p> <p>AA. Interpretar la evolución de la amplitud global de vibración de un sistema en régimen estacionario durante intervalos periódicos de tiempo. (48)</p> <p>AB. Reconocer los modos normales de vibración de un sistema. (49)</p>
--	---	---

<p>Desalineamiento y desequilibrio másico en sistemas rotativos.</p>	<p>50. Identificar las causas, efectos y clases de desalineamiento de ejes rotativos.</p> <p>51. Entender las normas sobre tolerancias de desalineamiento.</p> <p>52. Entender los métodos y procedimientos básicos para alineación de ejes rotativos.</p> <p>53. Identificar las causas, efectos y clases de desequilibrio másico de rotores.</p> <p>54. Entender las operaciones básicas del balanceo de rotores.</p> <p>55. Comprender las condiciones de equilibrio empleadas en el balanceo de rotores rígidos.</p> <p>56. Entender los procedimientos de balanceo estático de rotores rígidos.</p> <p>57. Entender los procedimientos de balanceo dinámico en 1,2 y múltiples planos para rotores rígidos.</p>	<p>AC. Escoger el método de corrección según el tipo de rotor, tipo de desalineamiento o desequilibrio, condiciones y requerimientos. (50, 52, 53, 55, 56, 57)</p> <p>AD. Realizar las operaciones básicas (medición, computación, corrección o compensación y verificación) con el fin de solucionar problemas de desalineamiento en ejes rotativos y desequilibrio másico en rotores. (52, 54, AC)</p> <p>AE. Valorar el desalineamiento en ejes rotativos y el desequilibrio residual admisibles en rotores según las normas y la calidad requerida. (51, 58, AD)</p>
--	--	--

	<p>58. Interpretar las normas técnicas internacionales para la valoración del desequilibrio admisible en rotores.</p>	
<p>Normas de severidad de la vibración.</p>	<p>59. Reconocer la importancia del uso de estándares internacionales para la valoración de la severidad de vibración en maquinaria rotativa.</p> <p>60. Comprender las normas internacionales para la valoración de la severidad de vibración en maquina rotativa.</p>	<p>AF. Escoger la norma internacional para valorar la vibración según el tipo de maquinaria y sus condiciones de funcionamiento. (59, 60)</p> <p>AG. Establecer el grado de severidad de la vibración en maquinaria rotativa y sus niveles de aceptabilidad. (60, U, V, X, AA, AF)</p>
<p>Técnicas de aislamiento y control.</p>	<p>61. Comprender la finalidad del aislamiento y control de vibraciones, y los tipos de control.</p> <p>62. Reconocer la amortiguación como una técnica de control de vibración, que disipa energía y evita respuestas de amplitud excesivas en la zona de resonancia.</p> <p>63. Identificar los diferentes</p>	<p>AH. Decidir la modalidad de control y la técnica a emplear según las condiciones del sistema mecánico vibratorio y los requerimientos de aceptabilidad del nivel de vibración. (61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69)</p> <p>AI. Reducir o eliminar las vibraciones de sistemas mecánicos y la transmisión de fuerzas del sistema al medio exterior o viceversa. (63, 65, 66, 68, AH)</p>

	<p>elementos que disipan energía y pueden ser empleados como amortiguadores en sistemas vibratorios.</p> <p>64. Reconocer el aislamiento como una técnica de control, que reduce la transmisión de vibraciones del sistema al medio exterior o viceversa.</p> <p>65. Entender los factores que influyen en la selección y ubicación de los aisladores en los sistemas vibratorios.</p> <p>66. Reconocer la compensación como una técnica de control de vibración, que compensa las fuerzas y reduce la vibración del sistema principal.</p> <p>67. Comprender cómo la técnica de sintonización de frecuencias controla convenientemente las frecuencias naturales y las de excitación con el fin de prevenir y evitar resonancias.</p> <p>68. Entender las aplicaciones de la</p>	
--	---	--

	<p>sintonización de frecuencias alta, baja y mezclada en el control pasivo y activo de vibraciones.</p> <p>69. Manejar los criterios de aislamiento empleados en el control activo de vibraciones en sistemas mecánicos.</p>	
<p>Implementación de un sistema de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones.</p>	<p>70. Comprender los fundamentos teóricos y metodológicos para implementar un programa de mantenimiento predictivo.</p> <p>71. Seleccionar las plantas y las maquinas de cada planta que se van a incluir en el programa de mantenimiento predictivo.</p> <p>72. Caracterizar las maquinas según los elementos mecánicos que la conforman, sus especificaciones y las condiciones de operación.</p> <p>73. Determinar QUÉ, CÓMO, CUÁNDO y DÓNDE efectuar la medición de la vibración (definir los puntos, direcciones y parámetros de medición).</p> <p>74. Crear la base de datos y las rutas</p>	<p>AJ. Implementar un programa de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones. (70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78)</p> <p>AK. Monitorear el estado o condición de las máquinas de una planta con base en la medición de la señal de vibración. (73, 76, 78, U, V, X, AA, AJ)</p> <p>AL. Diagnosticar el estado de funcionamiento de las maquinas de una planta a partir del análisis e interpretación de los espectros obtenidos en la medición. (79, 80, 81, AG)</p> <p>AM. Detectar las posibles fallas existentes en las máquinas y su evolución mediante el monitoreo y análisis de la señal de vibración. (80, 81, AL)</p> <p>AN. Elaborar un informe técnico que incluya los resultados de las mediciones, el diagnostico y las recomendaciones pertinentes. (78, AL, AM)</p>

	<p>en el software del sistema.</p> <p>75. Cargar las rutas al colector analizador.</p> <p>76. Efectuar la medición de la vibración en los puntos y direcciones definidos y contemplados en las rutas.</p> <p>77. Descargar los datos obtenidos en la medición para su posterior análisis, toma de decisiones y recomendaciones.</p> <p>78. Definir un cronograma de inspección que permita monitorear el estado de condición de las maquinas de las plantas seleccionadas.</p> <p>79. Comprender la metodología empleada para el diagnostico de condición en maquinaria rotativa.</p> <p>80. Identificar las posibles causas de vibración en maquinaria rotativa y las características de las señales de vibración asociadas con cada</p>	
--	---	--

	<p>una.</p> <p>81. Relacionar modelos de espectros característicos de fallas en maquinaria rotativa, con los espectros obtenidos en la medición.</p>	
--	--	--

## ANEXO F. PLANEACIÓN CURRICULAR (VIBRACIONES MECÁNICAS)

Director:	Alfonso García Castro
Coordinador Tecnológico:	Ludy Adriana Gélvez
Metodólogo:	Edwin H. Gómez Jiménez
Pedagoga:	Kelly J. Gómez Jiménez
Desarrolladores:	Sergio Moreno Wandurraga Ramiro Parra Niño

Distribución de tiempo en el semestre		
Actividad	Descripción	Tiempo
Clases	Tiempo destinado por la universidad para que el experto temático desarrolle actividades basadas en técnicas de enseñanza-aprendizaje para transmitir y compartir conocimientos de la asignatura. El experto temático también dispone de este tiempo para evaluar el aprendizaje utilizando algunas técnicas de evaluación.	48 horas
Repaso y lecturas complementarias	Tiempo recomendado que debe asignar el estudiante para recordar, complementar y fortalecer los conocimientos previamente adquiridos en clase.	66 horas
Tareas	Tiempo estimado para el desarrollo (fuera de clase) de las actividades de seguimiento o evaluación propuestas por el experto temático.	29 horas
Ejercicios	Tiempo sugerido para que el estudiante resuelva ejercicios y problemas relacionados con las temáticas de la asignatura.	20 horas
Consulta	Tiempo estimado para que el estudiante resuelva dudas e inquietudes con el experto temático o sus compañeros.	8 horas
Prácticas	Tiempo destinado por la universidad para que el estudiante ponga a prueba y fortalezca los conocimientos adquiridos al aplicarlos en el laboratorio de vibraciones mecánicas de la universidad o en la industria local.	32 horas
Total	Tiempo total mínimo recomendado para el cumplimiento exitoso de las actividades planteadas para la asignatura.	203 horas

Enfoque pedagógico	Justificación
Aprendizaje Significativo	Es necesario darle este enfoque a la asignatura ya que con ayuda de las nuevas tecnologías de información y comunicación el estudiante

	sabr� representar los conceptos de las vibraciones mecánicas y relacionarlos de manera sustantiva con el conocimiento relevante adquirido previamente y no de forma arbitraria. Esto facilita la retención, mejora las habilidades de memoria a largo plazo y el aprendizaje de nuevos conceptos relacionados con el �rea. Las estrategias de Enseñanza-Aprendizaje y las Técnicas de Evaluación a continuación reseñadas est�n orientadas a lograr un aprendizaje significativo de la asignatura por parte del estudiante.
--	---

Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje	Justificación	Competencias transversales que desarrolla	
Aprendizaje interactivo	Al ser esta asignatura una electiva técnica profesional que trata un tema muy específico y ligado especialmente a la carrera, se requiere una interacción estrecha con escenarios y recursos, virtuales o reales, además de la tradicional interacción con el experto temático y los compañeros. De esta forma se puede transmitir eficientemente los conocimientos y experiencias, y hacer un detallado seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje.	Instrumentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comunicación oral y escrita</li> <li>▪ Capacidad de gestión de la información</li> </ul>
		Personales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo en un contexto internacional</li> <li>▪ Habilidades en las relaciones interpersonales</li> <li>▪ Razonamiento crítico</li> <li>▪ Compromiso �tico</li> </ul>
		Sistémicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adaptación a nuevas situaciones</li> <li>▪ Liderazgo</li> <li>▪ Sensibilidad por temas medioambientales</li> <li>▪ Motivación por la calidad</li> </ul>
		Otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>▪ Conocimientos básicos de la profesión</li> <li>▪ Capacidad de búsqueda y actualización de conocimientos mediante el uso de TICs</li> </ul>

Aprendizaje individual	El docente debe proporcionar actividades para que el estudiante desarrolle su capacidad de aprendizaje personal, a su vez el estudiante debe encontrar la mejor forma de aprender de acuerdo a sus fortalezas y debilidades dentro de la asignatura.	Instrumentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>▪ Capacidad de organización y planificación</li> <li>▪ Comunicación oral y escrita</li> <li>▪ Conocimiento de informática relativos al ámbito de estudio</li> <li>▪ Capacidad de gestión de la información</li> <li>▪ Resolución de problemas</li> <li>▪ Toma de decisiones</li> </ul>
		Personales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Razonamiento crítico</li> <li>▪ Compromiso ético</li> </ul>
		Sistémicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aprendizaje autónomo</li> <li>▪ Creatividad</li> <li>▪ Liderazgo</li> <li>▪ Sensibilidad por temas medioambientales</li> <li>▪ Motivación por la calidad</li> </ul>
		Otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>▪ Conocimientos básicos de la profesión</li> </ul>
Aprendizaje colaborativo	Asegura que los estudiantes aprendan y desarrollen su capacidad de trabajar en equipo y mantener relaciones interpersonales adecuadas. Con esta estrategia los alumnos también comparten y adquieren conocimiento	Instrumentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>▪ Capacidad de organización y planificación</li> <li>▪ Comunicación oral y escrita</li> <li>▪ Capacidad de gestión de la información</li> <li>▪ Resolución de problemas</li> <li>▪ Toma de decisiones</li> </ul>

	conjuntamente. Para esta asignatura es importante debido a que en el campo profesional se desarrolla en grupos de trabajo, además algunos temas se prestan para confusiones que pueden ser resueltas fácilmente en grupo.	Personales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo en equipo</li> <li>▪ Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinario</li> <li>▪ Trabajo en un contexto internacional</li> <li>▪ Habilidades en las relaciones interpersonales</li> <li>▪ Razonamiento crítico</li> <li>▪ Compromiso ético</li> </ul>
		Sistémicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adaptación a nuevas situaciones</li> <li>▪ Creatividad</li> <li>▪ Liderazgo</li> <li>▪ Sensibilidad por temas medioambientales</li> <li>▪ Motivación por la calidad</li> </ul>
		Otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>▪ Conocimientos básicos de la profesión</li> <li>▪ Capacidad para comunicarse con personas no expertas</li> </ul>
Aprendizaje por descubrimiento	Esta asignatura es totalmente aplicada, así que requiere que el estudiante asocie y fortalezca los conocimientos al tiempo que practica procedimientos y técnicas. Esta estrategia lleva al estudiante a analizar e inferir sobre temas particulares de las vibraciones mecánicas aplicados en ingeniería y a cuestionarse si realmente domina el tema y puede aplicarlo satisfactoriamente	Instrumentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>▪ Capacidad de organización y planificación</li> <li>▪ Conocimiento de informática relativos al ámbito de estudio</li> <li>▪ Capacidad de gestión de la información</li> <li>▪ Resolución de problemas</li> <li>▪ Toma de decisiones</li> </ul>
		Personales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo en equipo</li> <li>▪ Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinario</li> <li>▪ Trabajo en un contexto internacional</li> </ul>

	para solucionar situaciones referentes al campo de estudio.		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Habilidades en las relaciones interpersonales</li> <li>▪ Razonamiento crítico</li> </ul>
		Sistémicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aprendizaje autónomo</li> <li>▪ Adaptación a nuevas situaciones</li> <li>▪ Creatividad</li> <li>▪ Liderazgo</li> <li>▪ Sensibilidad por temas medioambientales</li> <li>▪ Motivación por la calidad</li> </ul>
		Otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>▪ Conocimientos básicos de la profesión</li> <li>▪ Capacidad para comunicarse con personas no expertas</li> </ul>
Aprendizaje basado en problemas	Facilita el desarrollo por parte del estudiante de su capacidad de análisis y argumentación por medio del planteamiento de casos y problemas ideales o reales que se presentan en el campo de aplicación de la asignatura.	Instrumentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>▪ Capacidad de organización y planificación</li> <li>▪ Capacidad de gestión de la información</li> <li>▪ Resolución de problemas</li> <li>▪ Toma de decisiones</li> </ul>
		Personales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo en equipo</li> <li>▪ Trabajo en un contexto internacional</li> <li>▪ Razonamiento crítico</li> </ul>
		Sistémicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aprendizaje autónomo</li> <li>▪ Creatividad</li> <li>▪ Liderazgo</li> </ul>
		Otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>▪ Conocimientos básicos de la profesión</li> </ul>

Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje	Técnicas de Enseñanza-Aprendizaje
Aprendizaje interactivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EXPOSICIÓN: Dentro de la asignatura el experto temático puede asignar temas de investigación que se desarrollan a través de esta técnica como complemento del contenido.</li> <li>• CONFERENCIA POR UN EXPERTO: El profesor expone el tema de la asignatura que difícilmente se asimila y que requiere una comprensión completa. Los estudiantes almacenan la información transmitida, toman nota de los conceptos claves, métodos, recomendaciones y experiencias del experto temático. La interactividad de esta técnica radica en el dialogo que se presenta entre el profesor y los alumnos, cuando estos últimos formulan preguntas concretas y aclaran las dudas que puedan surgir sobre el tema expuesto.</li> <li>• FORMULACIÓN DE PREGUNTAS: Esta técnica es necesaria para un proceso de enseñanza aprendizaje exitoso ya que ayuda a resolver las dudas referentes a los temas de clase en el momento preciso además facilita un seguimiento y aprendizaje continuo.</li> <li>• VISITA TÉCNICA: Crea en el estudiante una visión del campo de acción de los temas prácticos de la asignatura en la ingeniería mecánica.</li> <li>• SOPORTE MULTIMEDIA: Esta técnica presenta la temática de las vibraciones mecánicas de forma didáctica a través de TICs, motivando al estudiante a leer, escuchar, visualizar y relacionar recíprocamente los conceptos según su estilo de aprendizaje. Esto facilita enormemente el aprendizaje y la retención del estudiante, así como las habilidades de memoria a largo plazo.</li> </ul>
Aprendizaje individual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONSULTA: Complementa el aprendizaje del estudiante acerca de temas confusos o de mayor dificultad que el estudiante desea aclarar o fortalecer.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TAREAS INDIVIDUALES: Fomenta en el estudiante las actitudes de compromiso a la hora de enfrentarse a temas previamente vistos que deben ser asimilados y entendidos por completo.</li> <li>• RESUMEN: Con esta técnica el estudiante personaliza su aprendizaje apropiándose de su estilo de aprendizaje, sintetizando la información compleja y extensa del contenido de la asignatura para su mejor retención.</li> <li>• ANÁLISIS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS: El estudiante de manera individual fortalece su capacidad de análisis y argumentación mediante el planteamiento y solución de problemas ideales o reales de temas específicos sobre vibraciones mecánicas.</li> </ul>
Aprendizaje colaborativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONSULTA: Complementa el aprendizaje del estudiante sobre temas confusos o de mayor dificultad que el estudiante desea aclarar o fortalecer con la posible ayuda de su profesor o compañeros de clase.</li> <li>• RESUMEN: El estudiante comparte su conocimiento previamente sintetizado y lo complementa con los aportes de sus compañeros, esta técnica se aplica en temas de la asignatura extensos y con mayor grado de dificultad.</li> <li>• DEBATE: Ayuda a confrontar las diversas interpretaciones que se pueden presentar en algunos temas específicos de la asignatura y sacar conclusiones de forma eficiente.</li> <li>• ANÁLISIS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS: El grupo de estudiantes soluciona problemas acerca de temas de mayor complejidad de las vibraciones mecánicas. Compartiendo su punto de vista, cada integrante analiza y argumenta su posición.</li> <li>• TALLER DE EJERCICIOS: Esta técnica es útil en temas como la cinética de las vibraciones mecánicas,</li> </ul>

	<p>donde el estudiante demuestra si esta o no preparado para enfrentarse a los exámenes finales de cada etapa, del mismo modo el experto temático sabe si sus estudiantes comprendieron el tema o tienen ciertas dificultades que el puede resolver al grupo en general.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EXPOSICIÓN: Dentro de la asignatura el experto temático puede asignar temas complejos y extensos que se desarrollan a través de esta técnica que fortalecen el trabajo en equipo y desarrollan la capacidad de los estudiantes para comunicarse con personas no expertas en el tema particular.</li> <li>• INVESTIGACIÓN: El grupo de estudiantes profundiza en los temas vistos en clase para conocer aplicaciones, avances, nuevas tecnologías y compartirla con sus compañeros para complementar lo visto en clase.</li> <li>• PROYECTO: Desarrolla en el estudiante la capacidad de gestión de la información, útil en los temas finales de la asignatura, se deben desarrollar en grupo debido a su extensión y grado de dificultad.</li> </ul>
<p>Aprendizaje por descubrimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRÁCTICA DE LABORATORIO: Son actividades donde los alumnos muestran sus habilidades y cimientan los conceptos vistos en clase. La asignatura vibraciones mecánicas cuenta con su laboratorio, de este modo el profesor mide el nivel de comprensión de los estudiantes.</li> <li>• PROYECTO: Desarrolla en el estudiante la capacidad de gestión de la información, el estudiante investiga y busca la información que necesita, así descubre nuevos conceptos y teorías que puede utilizar en la realización de proyectos en la parte final de la asignatura.</li> <li>• INVESTIGACIONES: Amplía la visión del estudiante respecto de los temas de la asignatura, un caso particular para vibraciones mecánicas es el tema de S2GL que no se alcanza a ver en el contenido y hace parte de la cinética de las vibraciones mecánicas.</li> </ul>

<p>Aprendizaje basado en problemas</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>ANÁLISIS Y RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS:</b> El estudiante aplica los conocimientos de forma directa en ejercicios sencillos para comprobar que la teoría ha sido asimilada y comprendida. La Dinámica de las vibraciones es uno de los temas en los que esta técnica puede ser aplicada utilizando programas donde el estudiante siga paso a paso (sin incitar a una respuesta) metodologías, técnicas y procesos para la solución de ejercicios sobre el campo de estudio de las vibraciones mecánicas y con esto hacer seguimiento al proceso de enseñanza-aprendizaje.</li><li>• <b>ANÁLISIS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS:</b> Estimula la capacidad de análisis, gestión de la información y creatividad del estudiante al enfrentar situaciones reales o aproximadas al campo de acción de la ingeniería mecánica.</li></ul>
--	--

Técnicas de evaluación	Descripción	Instrumentos de evaluación
Observación	A través de esta práctica se permite evaluar los aspectos psicosociales del alumno, los cuales difícilmente se evaluarían con otro tipo de técnica. Así de manera inmediata se identifican los recursos cognitivos con que cuenta el alumno y la forma en que los utiliza, tales como: la identificación de problemas, selección de herramientas o métodos, ejecución y/o integración de procesos, en función del producto que genere en una situación real o simulada. Para así llegar a identificar el origen sus habilidades e inhabilidades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de verificación</li> <li>• Ficha de observación</li> </ul>
Preguntas	Mediante esta técnica se busca obtener información acerca del campo cognoscitivo del alumno; a través de cuestionamientos concretos sean orales o escritos. Se busca que de la interacción docente – alumno se defina la valoración personal y su interpretación de la realidad, basándose en los contenidos de la asignatura. Asimismo de acuerdo al diseño y desarrollo de esta técnica se logra obtener de los alumnos sus conceptos, habilidades cognitivas, sentimientos, experiencias; y al final de la actividad llegar a distinguir los aciertos y desaciertos del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario formal</li> <li>• Cuestionario Informal</li> </ul>
Debate	En la asignatura existen distintas maneras de desarrollar la actividad, bien sea en parejas o en grupos. En su ejecución se le pide a un alumno al azar que exponga su tesis referente al contenido del tema y a otro grupo que exponga su postura, de este modo se analiza a profundidad cada consideración con argumentos y ejemplos objetivos. El docente siempre juega el papel de moderador debido a su experiencia y conocimiento del tema, solicitando opiniones a diversos grupos, generando inquietudes y sacando conclusiones que los alumnos copian. También identifica el comportamiento de los alumnos, teniendo la libertad de escribir aspectos que le permitan realizar posteriormente una observación más dirigida. Es de gran utilidad cuando se detectan dudas respecto a un tema en la mayoría de alumnos, ya que se pueden abordar secuencialmente a medida que se presentan, además es una actividad que se puede realizar en una plataforma web sin la presencia física de los participantes. En la asignatura los temas finales son aptos para desarrollar esta técnica ya que fácilmente se pueden presentar confusiones debido a interpretaciones erróneas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de notas</li> <li>• Resumen</li> <li>• Cuestionario informal</li> </ul>

Exposición	<p>Consiste en la muestra oral de un tema por parte de un estudiante o grupo de estudiantes, frente a sus compañeros de clase, cuya duración depende del tiempo previamente acordado. El expositor debe tener la capacidad de enfrentar y responder a los interrogantes planteados por los oyentes referentes al tema expuesto. El docente debe llevar una lista de verificación para comprobar que el expositor cumpla con los parámetros y lineamientos que puedan haber sido acordados y recibir el informe de la exposición para su evaluación. Aun así, tanto él como los oyentes pueden tomar el rol de evaluadores al realizar preguntas sobre temas confusos y solicitar aclaraciones. Los oyentes, y el docente si desea, tomaran notas y harán un resumen del tema. El experto temático puede recurrir a esta técnica para ver temas cortos, complementarios o de investigación, sobre todo los temas finales de la asignatura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de verificación</li> <li>• Informe</li> <li>• Toma de notas</li> <li>• Resumen</li> <li>• Cuestionario informal</li> </ul>
Prueba o examen	<p>Técnica a través de la cual se intenta verificar el grado de aprendizaje del estudiante. Con esta se evalúan fácilmente conceptos y métodos que han sido vistos previamente en clase o asignados como tarea de investigación. Con el cuestionario se evalúan el conocimiento y la comprensión de los conceptos teóricos, con los ejercicios su aplicación directa y en los problemas se plantean situaciones que el estudiante debe analizar para poder aplicar los conceptos y métodos para encontrar una solución. Los test comprenden las pruebas diseñadas para una solución rápida en la que se debe tener claridad en los conceptos. Debido a la forma en la que esta orientada esta técnica de evaluación su aplicación se dirige mas al inicio de la asignatura, la parte teórica, para la parte de aplicaciones existen técnicas más acordes para evaluar los conocimientos. Es útil crear bancos de problemas en plataformas web que reúna los diferentes tipos de pruebas para que el estudiante y el profesor puedan hacer un seguimiento detallado y paso a paso del proceso de aprendizaje.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario</li> <li>• Problemas</li> <li>• Ejercicios</li> <li>• Test</li> </ul>

Diagramas de información	Organizan cierta cantidad de información referente a un tema de la asignatura para evaluar conceptos, relacionarlos con sistemas reales, practicar sobre el uso de gráficas que representen la vibración, sintetizar e integrar información compleja y extensa para tener una visión global de la temática de la asignatura y mejorar las habilidades creativas y de memoria a largo plazo del estudiante. El docente puede recurrir a esta técnica para evaluar los pasos en el proceso de balanceo, la clasificación de sistemas mecánicos y la metodología utilizada por los estudiantes en la práctica de laboratorio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuadro sinóptico</li> <li>• Esquema</li> <li>• Algoritmo</li> <li>• Tablas</li> </ul>
Proyectos	Consiste en proponer una posible solución a una problemática dentro de la asignatura; esta proposición puede consistir en un proyecto de investigación, de desarrollo o de evaluación. En esta actividad se debe demostrar los conocimientos del alumno con afinidad al tema particular de la asignatura vibraciones mecánicas. Sin embargo, dichas directrices no deben truncar el espacio de la liberalidad del alumno y su campo de creatividad. La destreza principal a evaluar, es la capacidad de recopilación de información y organización de la misma mediante un informe. Es útil en los temas finales de la asignatura ya que estos son prácticos y con un grado de dificultad mayor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe</li> <li>• Productos asociados</li> </ul>
Practica de laboratorio	Actividades en grupo donde los alumnos demuestren si los conceptos han sido aprendidos y sus habilidades con los instrumentos de medición del laboratorio de vibraciones. Es necesario que los estudiantes sigan una metodología prediseñada por el profesor y el auxiliar del laboratorio que da espacio a los estudiantes para la realización de preguntas e incluye la elaboración de un informe referente a la práctica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe</li> <li>• Cuestionario</li> <li>• Algoritmo</li> </ul>

**ANEXO G. GUÍA DE MEDIOS DIDÁCTICOS – VIBRACIONES MECÁNICAS**

MODULO	DINÁMICA DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS.
UNIDAD	CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE VIBRACIONES MECÁNICAS.
ACTIVIDAD	ESTUDIAR EL CONCEPTO DE FENÓMENO VIBRATORIO, ELEMENTOS, CARACTERÍSTICAS Y RELACIONES.

TEMA	RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO
1. INTRODUCCIÓN A LAS VIBRACIONES MECÁNICAS	NÚCLEO	Texto informativo que presenta de forma concreta una introducción a las vibraciones mecánicas, capaz de generar interés en el estudiante y proporcionar una visión general del mismo.
	DOCUMENTO SOPORTE	Contiene una introducción a las vibraciones mecánicas, así como definiciones de los conceptos fundamentales del fenómeno vibratorio y su ecuación fundamental, aporta al estudiante las bases para un aprendizaje exitoso de la asignatura, también ofrece imágenes relacionadas con cada uno de estos conceptos que el estudiante puede asociar y retener fácilmente.
	GRÁFICOS	Referentes al fenómeno vibratorio, ilustran la relación entre sus elementos y ofrecen al estudiante una alternativa visual para el entendimiento de los fundamentos teóricos.
	AUDIO	Introduce los términos vibración y vibración mecánica, también narra la idea principal del fenómeno vibratorio soportado en ejemplos reales que estimulan al estudiante a asociar, relacionar, hacer analogías y retener la información.
	VIDEO ANIMADO	Muestra como los elementos del fenómeno vibratorio se relacionan en sistemas mecánicos reales y entrena al estudiante para asociar los conceptos, identificar los elementos y compararlos en diferentes sistemas.

MODULO	DINÁMICA DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS.
UNIDAD	CINEMÁTICA.
ACTIVIDAD	ESTUDIAR LAS CARACTERÍSTICAS, PARÁMETROS CINEMÁTICOS, NIVELES Y DOMINIOS DEL MOVIMIENTO VIBRATORIO.

TEMA	RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO
2. CINEMATICA DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS	NÚCLEO	Breve escrito que sintetiza la idea principal de cinemática de las vibraciones mecánicas, ubica al lector en el tema y le proporciona una visión general.
	DOCUMENTO SOPORTE	Explica las características que determinan la vibración, también define los parámetros cinemáticos, dominios de tiempo y frecuencia, niveles y sus equivalencias para la representación de la amplitud de la vibración.
	GRÁFICOS	Contiene mínimo 3 animaciones donde el estudiante puede interactuar para obtener una mejor retroalimentación, se debe evidenciar la influencia de la variación de las características de la vibración, mostrar los parámetros cinemáticos y las diferencias entre ellos, finalmente representar los diferentes niveles y sus equivalencias en los dominios de tiempo y frecuencia.
	AUDIO	Soporta los contenidos teóricos y estimula al estudiante a recordar los conceptos claves de cinemática de las vibraciones.

MODULO	DINÁMICA DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS.
UNIDAD	CINEMÁTICA.
ACTIVIDAD	CLASIFICAR LAS VIBRACIONES SEGÚN SU COMPORTAMIENTO EN EL TIEMPO.

TEMA	RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO
3. VIBRACIONES PERIÓDICAS ARMÓNICAS Y NO ARMÓNICAS	NÚCLEO	Descripción general de las vibraciones periódicas armónicas y no armónicas, para ubicar al estudiante dentro del área de estudio del presente módulo de conocimiento.
	DOCUMENTO SOPORTE	Define las vibraciones periódicas armónicas, la ecuación general del movimiento armónico y sus equivalencias en los diferentes parámetros cinemáticos, define también la vibración periódica no armónica y explica el Teorema de Fourier, el desarrollo matemático y su aplicación en la descomposición de vibraciones periódicas complejas.
	GRÁFICOS	Muestran claramente la diferencia entre vibraciones periódicas armónicas y no armónicas, igualmente presentan la conformación de una vibración periódica no armónica a partir de la superposición de vibraciones armónicas.
	AUDIO	Presenta generalidades y ejemplos donde se resaltan los conceptos importantes que caracterizan las vibraciones periódicas, también se describe el teorema de Fourier para una mejor retención por parte del estudiante.
	APLICATIVOS	Software con animaciones que efectúa la superposición de vibraciones que el estudiante suministra a partir de la descomposición previa basado en el teorema de Fourier. La señal resultante es comparada con la vibración periódica no armónica original; con esto él verifica que los conceptos relacionados con el teorema de Fourier, han sido aprendidos y aplicados correctamente.

TEMA	RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO
4. VIBRACIONES NO PERIÓDICAS	NÚCLEO	Descripción general de las vibraciones no periódicas, hace énfasis en las diferencias con las vibraciones periódicas y proporciona los conocimientos necesarios para su identificación.
	DOCUMENTO SOPORTE	Contiene la clasificación de las vibraciones no periódicas, la descripción de cada una de ellas, sus características, ejemplos y métodos utilizados para su estudio.
	GRÁFICOS	Representan los tipos de vibración no periódica en dominios de tiempo y de frecuencia.
	AUDIO	Soporta los contenidos teóricos, hace énfasis en las características de las vibraciones no periódicas, su clasificación y ejemplos de sistemas mecánicos, para estimular al estudiante a recordar los conceptos.
	VIDEOS ANIMADOS	Explica con ejemplos de sistemas mecánicos diferentes tipos de vibraciones no periódicas.

MODULO	DINÁMICA DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS.
UNIDAD	CINÉTICA.
ACTIVIDAD	CLASIFICAR LOS SISTEMAS VIBRATORIOS SEGÚN TIPOS DE EXCITACIÓN, CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA Y FORMAS DE RESPUESTA.

TEMA	RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO
5. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS VIBRATORIOS	NÚCLEO	Describe los sistemas vibratorios y sus principales características. Proporciona al estudiante ejemplos para su comprensión.
	DOCUMENTO SOPORTE	Presenta la clasificación y el comportamiento de los sistemas mecánicos vibratorios según tipos de excitación, inercia, rigidez, amortiguación y forma de respuesta.
	GRÁFICOS	Esquemas y animaciones que muestren la clasificación y el comportamiento de los sistemas mecánicos vibratorios.
	AUDIO	Menciona las diferencias concretas existentes en los sistemas mecánicos vibratorios de acuerdo con su clasificación.
	VIDEOS ANIMADOS	Muestran ejemplos de diferentes clases de sistemas mecánicos vibratorios.

MODULO	DINÁMICA DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS.
UNIDAD	CINÉTICA.
ACTIVIDAD	ESTUDIAR LOS ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS VIBRATORIOS.

TEMA	RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO
6. ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS VIBRATORIOS	NÚCLEO	Describe los elementos característicos de los sistemas mecánicos vibratorios y su función dentro del sistema.
	DOCUMENTO SOPORTE	Incluye las propiedades de los elementos característicos del sistema mecánico vibratorio y explica la relación entre la fuerza aplicada por cada elemento y los parámetros cinemáticos del movimiento vibratorio, también presenta pautas para el modelamiento de sistemas mecánicos vibratorios de un grado de libertad (1GL).  Contiene además las metodologías de cálculo de rigidez para diferentes tipos de sistemas y clases de movimientos, y de cálculo de rigidez y amortiguamiento equivalentes en diferentes arreglos de resortes y amortiguadores.  También define tipos de amortiguamiento presentes en sistemas mecánicos vibratorios.
	GRÁFICOS	Esquemas que muestran los elementos del sistema mecánico vibratorio y animaciones que enseñan la relación de las fuerzas aplicadas por estos con los parámetros cinemáticos en diferentes sistemas.  Diagramas de ejemplos de modelamiento de sistemas vibratorios.  Tabla resumen de las ecuaciones de rigidez de diferentes sistemas vibratorios, y tabla de rigidez y amortiguamiento equivalentes en diferentes arreglos de resortes y amortiguadores.

	AUDIO	Indican de forma concreta la relación entre las fuerzas aplicadas por los elementos y el parámetro cinemático, y características importantes de cada tipo de amortiguamiento.
	VIDEOS ANIMADOS	Muestran la relación entre las fuerzas de cada elemento y los parámetros cinemáticos. También señalan como se modelan diferentes sistemas mecánicos vibratorios y presentan los tipos de amortiguamiento presentes en sistemas mecánicos vibratorios.
	APLICATIVOS	Calcula rigidez y amortiguamiento equivalente en diferentes arreglos de resortes y amortiguadores que permita al estudiante comprobar los cálculos desarrollados manualmente.

MODULO	DINÁMICA DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS.
UNIDAD	CINÉTICA.
ACTIVIDAD	ANALIZAR LA DINÁMICA VIBRATORIA DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS DE UN GRADO DE LIBERTAD (1GL) CON O SIN AMORTIGUACIÓN.

TEMA	RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO
7. VIBRACION LIBRE SIN AMORTIGUAMIENTO	NÚCLEO	Describe los sistemas mecánicos vibratorios de 1GL sin amortiguamiento excitados inicialmente e introduce el concepto de frecuencia natural de vibración.
	DOCUMENTO SOPORTE	Define los sistemas mecánicos vibratorios de 1GL sin amortiguamiento excitados inicialmente y explica su comportamiento. Contiene también el desarrollo de la ecuación diferencial de la vibración libre de un sistema de 1GL no amortiguado, su solución general y la solución particular. Además define la frecuencia natural de vibración a partir del análisis físico y matemático del sistema de 1GL.
	GRÁFICOS	Muestran sistemas de 1GL sin amortiguamiento, excitados inicialmente por una fuerza o por un desplazamiento.
	AUDIO	Explica los conceptos claves acerca de los sistemas de 1GL no amortiguados excitados inicialmente, los pasos a seguir en el análisis dinámico y la definición de frecuencia natural de vibración.
	VIDEOS	Muestran sistemas mecánicos de un grado de libertad vibrando libremente sin amortiguamiento.
	APLICATIVOS	Software con animaciones donde las entradas son las características del sistema de 1GL sin amortiguamiento y las condiciones iniciales para la vibración libre. Calcula los parámetros cinemáticos y la frecuencia natural en diferentes sistemas y tipos de movimiento.

TEMA	RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO
8. VIBRACION LIBRE CON AMORTIGUAMIENTO	NÚCLEO	Describe los sistemas mecánicos vibratorios de 1GL con amortiguamiento excitados inicialmente e introduce el concepto de frecuencia de vibración libre.
	DOCUMENTO SOPORTE	Define los sistemas mecánicos vibratorios de 1GL con amortiguamiento excitados inicialmente y explica su comportamiento. Contiene también el desarrollo de la ecuación diferencial de la vibración libre de un sistema de 1GL amortiguado, su solución general y la solución particular. Además define el amortiguamiento crítico, factor de amortiguamiento, decremento logarítmico, amortiguación específica y frecuencia de vibración libre a partir del análisis físico y matemático del sistema de 1GL.
	GRÁFICOS	Muestran sistemas mecánicos amortiguados de 1GL con diversos factores de amortiguamiento vibrando libremente y presentan las gráficas del decremento logarítmico para cada caso.
	AUDIO	Explica los conceptos claves acerca de los sistemas de 1GL amortiguados excitados inicialmente, los pasos a seguir en el análisis dinámico y la definición de la frecuencia de vibración libre y el factor de amortiguamiento.
	VIDEOS	Muestran sistemas mecánicos amortiguados de un grado de libertad vibrando libremente.
	APLICATIVOS	Software con animaciones donde las entradas son las características del sistema de 1GL con amortiguamiento y las condiciones iniciales para la vibración libre. Calcula los parámetros cinemáticos y de amortiguamiento, la frecuencia de vibración libre en diferentes sistemas y tipos de movimiento.

TEMA	RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO
9. VIBRACION FORZADA	NÚCLEO	Describe los sistemas mecánicos vibratorios de 1GL excitados permanentemente e introduce los conceptos de frecuencia de vibración y resonancia en estos sistemas.
	DOCUMENTO SOPORTE	Define los sistemas mecánicos vibratorios de 1GL excitados permanentemente y explica su comportamiento. Contiene también el desarrollo de la ecuación diferencial de la vibración forzada de un sistema de 1GL para los casos de excitación armónica y periódica no armónica, incluye su solución general y la solución particular, analizando los resultados para el régimen transitorio y estacionario. Además establece la relación entre la frecuencia de excitación, la frecuencia natural y el fenómeno de resonancia a partir del análisis físico y matemático del sistema de 1GL.
	GRÁFICOS	Animaciones de sistemas mecánicos de 1GL vibrando bajo excitación permanente. Graficas que representan el comportamiento a través del tiempo de sistemas mecánicos en el régimen transitorio y permanente. También la representación de las relaciones de amplitudes y ángulo de fase en función de la relación de frecuencias para diferentes factores de amortiguamiento y tipos de excitación.
	AUDIO	Explica los conceptos claves acerca de los sistemas de 1GL excitados permanentemente, los pasos a seguir en el análisis dinámico y la relación entre la frecuencia de vibración, la frecuencia natural y la resonancia en estos sistemas.
	VIDEOS	Muestran sistemas mecánicos vibratorios excitados permanentemente por diferentes tipos de excitación y el fenómeno de resonancia.
	APLICATIVOS	Software con animaciones donde las entradas son las características del sistema de 1GL, las condiciones iniciales y el tipo de excitación permanente. Calcula los parámetros cinemáticos, de amortiguamiento y la relación de frecuencias en diferentes sistemas y tipos de movimiento. Incluye la animación del diagrama vectorial de las fuerzas que actúan en un sistema en función de la relación de frecuencias.

TEMA	RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO
10. FUERZA TRANSMITIDA Y TRANSMISIBILIDAD DE FUERZA	NÚCLEO	Resume la idea principal del efecto de la vibración sobre el medio exterior, sus causas y consecuencias, y el concepto de transmisibilidad de fuerzas.
	DOCUMENTO SOPORTE	Explica los conceptos de fuerza transmitida al medio exterior y transmisibilidad de fuerza, incluyendo la deducción y desarrollo matemático de las ecuaciones. Señala la importancia de la relación de la fuerza transmitida con la fuerza de excitación que actúa sobre el sistema y su aplicación en el control de vibraciones.
	GRÁFICOS	Representan la relación de amplitudes y ángulo de fase en función de la relación de frecuencias para sistemas mecánicos.
	AUDIO	Sintetiza el concepto de transmisibilidad de fuerzas y su efecto, dando algunos ejemplos en situaciones reales.
	VIDEOS	Muestran sistemas mecánicos vibratorios en los que se pueden evidenciar efectos de la transmisibilidad de fuerzas del sistema al medio exterior y viceversa.