

PROPUESTA DE UN DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA UNIDAD CURRICULAR MECÁNICA DE MATERIALES I

A PROPOSAL FOR A COMPETENCY-BASED INSTRUCTIONAL DESIGN FOR THE MECHANICAL OF MATERIALS I CURRICULAR UNIT

Pedro Salas^{1*}, Domingo Alarcón¹, Miguel Díaz²

¹ Facultad de Ingeniería, Núcleo Universitario Alberto Adriani, Universidad de Los Andes, El Vigía, Edo. Mérida – Venezuela.

² Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida, Edo. Mérida – Venezuela.

pedrosalas@ula.ve

Recibido: 11-03-20

Aceptado: 12-04-20

Resumen.

Esta investigación propone un diseño instruccional para la unidad curricular Mecánica de Materiales I. Su objetivo es contribuir al desarrollo de competencias en la formación profesional de los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica, considerando el estado histórico-social en el cual se desenvuelven. Para lograr estos resultados el diseño involucra por un lado los componentes básicos requeridos para la planificación como son las competencias, los objetivos, los contenidos y las estrategias de evaluación; y por otro lado los componentes específicos: la definición del modelo de enseñanza, la aplicación de teorías de aprendizaje adecuadas, el empleo de estrategias didácticas y la sugerencia de instrumentos y técnicas para la evaluación. La propuesta se desarrolla bajo la modalidad de educación semi-presencial con la implementación de ciertas estrategias de enseñanza y aprendizaje en un ambiente virtual. El proceso de evaluación se elabora de manera abierta con la finalidad de que el docente pueda retroalimentar cada una de las actividades. Por lo tanto, la expectativa de este proyecto es contribuir a la discusión de nuevas estrategias adecuadas a la praxis educativa en carreras de las ciencias aplicadas y su impacto en el aprendizaje.

Palabras clave: diseño instruccional, competencias, mecánica de materiales, ingeniería.

Abstract.

The aim of this research is to propose an instructional design for the Mechanical Materials I curricular unit. It pretends to give a contribution to the development of competitions in the professional training of students involved in the mechanical engineering career, considering the historical-social state in which they have operated. To achieve these results, the design involves, on the one hand, the basic components required for planning, such as competencies, objectives, contents and evaluation strategies. On the other hand, the specific components: the definition of the teaching model, the application of appropriate learning theories, the use of didactic strategies and the suggestion of instruments and techniques for the evaluation. The proposal is developed under the modality of face-to-face education with the implementation of certain teaching and learning strategies in a virtual environment. The evaluation process is developed in an open way so that the teacher can provide a feedback on each activity. Therefore, the expectation of this project is to contribute to the discussion of new strategies appropriate to educational praxis in applied science careers and their impact on learning.

Key words: instructional design, competitions, materials mechanics, engineering.

Pedro Salas: MSc en Ingeniería de Mantenimiento (Universidad de Los Andes, Venezuela), MSc en Ingeniería Mecánica (ULA, Venezuela), Ingeniero Mecánico (Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela), Docente e investigador, ULA-Núcleo Universitario Alberto Adriani El Vigía Edo. Mérida, Venezuela. **e-mail:** pedrosalas@ula.ve. **Domingo Alarcón:** Dr. en Ciencias de la Educación (Universidad Fermín Toro, Venezuela), MSc Electroquímica Fundamental y Aplicada (ULA, Venezuela), Lcdo. en Química (ULA, Venezuela), Docente e investigador Universidad de Los Andes Núcleo Universitario Alberto Adriani-ULA, Venezuela. **e-mail:** domingoa@ula.ve. **Miguel Angel Díaz:** Dr. en Ingeniería Mecánica y Materiales (Universitat Politècnica de València, España), MSc en Matemática Aplicada a la Ingeniería (ULA, Venezuela), Ingeniero Mecánico (ULA, Venezuela). Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA, Venezuela. Docente e investigador titular Facultad de Ingeniería -ULA, **e-mail:** dmiguel@ula.ve

Introducción.

En los procesos de enseñanza y aprendizaje para las asignaturas propias de ingeniería, es común observar que el estudiante construya sus conocimientos mediante una representación personal inducida por el docente, es decir, los conocimientos son desarrollados dentro de un entorno de aprendizaje conductista, en el cual, si no hay cambio observable no hay aprendizaje. Esta forma de enseñanza trae como consecuencia que los conocimientos sean únicamente con fines informativos. No obstante, en la actualidad existen numerosas investigaciones en el ámbito educativo, cuya principal finalidad es que el estudiante mejore su nivel de crítica y creatividad, adaptándose la praxis educativa a su formación profesional y social. Esta nueva concepción del aprendizaje es construida con la participación y la mediación entre estudiante y docente, ya que enseñar no es

solo proporcionar información, sino ayudar a aprender. Para ello, el docente debe tener en cuenta lo que ocurre en el aula y considerar una planificación cuidadosa de la enseñanza.

En esta investigación se desarrolla un diseño instruccional para la unidad curricular Mecánica de Materiales I (Ver datos generales de la asignatura en la tabla 1), curso fundamental de carácter formativo en conceptos y principios de la mecánica de sólidos deformables aplicada en el área de diseño de la carrera de ingeniería mecánica. La asignatura promueve el desarrollo de los conocimientos primordiales de las leyes que gobiernan el comportamiento de diferentes materiales y geometrías ante un estado general de cargas estáticas. Estos conocimientos están relacionados con la absorción de energía dada a través de dichas cargas y sus efectos en diferentes elementos físicos.

Tabla I. Datos actuales de la unidad curricular Mecánica de Materiales I.

Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I	Código: IMT401	Unidades de crédito: 5 U.C.
Régimen: Semestral	Modalidad: Presencial	Carácter: Obligatorio
Semestre de Ubicación: Cuarto Semestre		Carrera: Ingeniería Mecánica
Prelación: Mecánica Racional 10	Horas de clases/semestre: 108	Horas de clases/semana: 6
Densidad horaria semanal: Horas Teóricas: 4 Horas Prácticas: 2		Vigencia: Marzo de 2004.

Fuente: Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Los Andes 2004

Adicionalmente, el programa de estudios de la unidad curricular está constituido por 6 unidades de aprendizaje que son impartidas sin un orden secuencial preciso y que además, engloban una cantidad enorme de contenidos para ser transmitidos en un plazo semestral:

- Unidad de aprendizaje I. Esfuerzo y deformación.

- Unidad de aprendizaje II. Carga transversal y momento flector.

- Unidad de aprendizaje III. Torsión en barras.

- Unidad de aprendizaje IV. Estado de esfuerzos y deformaciones.

- Unidad de aprendizaje V. Deflexión en vigas.

- Unidad de aprendizaje VI. Columnas.

Estos datos justifican la importancia de que el contenido pueda ser distribuido de otra manera más sistemática y bajo una modalidad de estudio semi-presencial; con la intención de que sea el mismo estudiante quien logre el nivel de abstracción necesario para un aprendizaje significativo. De esta manera, el docente en su rol de facilitador de conocimientos, impulsará y promoverá las destrezas y las aptitudes necesarias en los participantes con la implementación de nuevas estrategias didácticas. Lo que hace indispensable proponer este diseño instruccional basado en competencias, cuyo objetivo es la necesidad de orientar su enseñanza y aprendizaje a las teorías cognitivas actuales; sin perderse de vista el estado histórico-social al cual pertenecen tanto los facilitadores como los participantes.

Entre los antecedentes investigados se encuentran escasos diseños instruccionales que se hayan desarrollado bajo el enfoque de formación por competencias para la mejora de la praxis educativa en la carrera ingeniería mecánica. Entre los cuales se encuentran: el diseño instruccional y la tecnología informática como herramienta para mejorar la enseñanza en la ingeniería [1]; aplicación del modelo de formación por competencias en ingeniería mecánica, caso: procesos de mecanizado [2]; desarrollo de competencias en los estudiantes del laboratorio de materiales del programa de ingeniería mecánica en el núcleo LUZ-COL [3]; desarrollo de un programa computacional instruccional para el diseño de recipientes a presión [4]; educación apoyada en ambientes virtuales: una metodología de diseño instruccional para la formación de ingenieros [5]; Reproducción del ambiente de innovación en el salón de clase como base para una educación universitaria sostenible [6]. Sin embargo, estas investigaciones citadas son suficientes para aportar y validar los principales aspectos teóricos considerados en el desarrollo de esta propuesta: metodología instruccional, planificación educativa y las actuales estrategias didácticas para la construcción de un entorno virtual que permita la enseñanza en una modalidad semi-presencial.

1. Fundamentación teórica.

1.1. El diseño instruccional.

El diseño instruccional “se define como un proceso dinámico e interactivo que permite estructurar y componer la planeación de los diferentes elementos necesarios para los procesos de enseñanza y aprendizaje” [7]. Dentro del diseño de instrucción estos elementos pueden agruparse en dos tipos de componentes: los básicos y los específicos [8]. Los componentes básicos constituyen la plataforma de diseño para cualquier tipo de modalidad de enseñanza (presencial, semi-presencial o a distancia), es decir, las competencias, los objetivos, los contenidos y la evaluación. Mientras que los componentes específicos son aquellos complementarios a los componentes básicos: modelos de enseñanza, técnicas de aprendizaje, estrategias didácticas y, las técnicas e instrumentos para la evaluación. En este sentido, se debe tener en cuenta que este diseño instruccional estará orientado a una modalidad de enseñanza semi-presencial bajo entorno virtual.

1.2. La formación basada en competencias.

La formación profesional basada en competencias consiste en establecer los resultados del aprendizaje deseado. Por lo tanto, se le define como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que se aplican en el desempeño de una función productiva o académica que promueve el desarrollo de las capacidades humanas de resolver problemas, valorar riesgos, tomar decisiones, trabajar en equipo, entre otras [9]. Sin embargo, estas competencias son tan solo un enfoque para la educación y no representan un modelo pedagógico, pues no pretenden ser una representación ideal de todo el proceso educativo. Esto quiere decir que las competencias pueden llevarse a cabo desde cualquiera de los modelos pedagógicos existentes, o también desde una integración de ellos [10].

1.3. Los componentes básicos del diseño instruccional.

Los componentes básicos del diseño instruccional lo constituyen las

competencias, los objetivos, los contenidos y la evaluación [9]:

- Las competencias permiten seleccionar y combinar diversos recursos en función de los objetivos. Entre estos recursos se encuentran las competencias cognitivas (el saber teórico y contextual), las competencias procedimentales (el saber hacer) y las competencias actitudinales (el saber ser y convivir).
- Los objetivos consisten en preparar al estudiante en relación a qué y cómo va a aprender. Permiten prever qué será necesario para la enseñanza y cuál será el beneficio para el aprendiz.
- Los contenidos son aquellos saberes que el estudiante debe conocer (contenidos conceptuales), operar (contenidos procedimentales) y demostrar en condiciones de conducta (actitudinales).
- La evaluación permite la adaptación de los programas educativos a las características individuales del participante, con el objeto de detectar sus puntos débiles para poder corregirlos y tener un conocimiento cabal de cada uno. Es un proceso que va más allá de una simple medición, pues implica descripciones cuantitativas y cualitativas de la conducta del estudiante, la interpretación de dichas descripciones y la formulación de juicios de valor basados en la interpretación de las descripciones. Lo que sugiere al docente la elaboración de un plan según sean las condiciones psicológicas y sociales del grupo en particular.

1.4. Los componentes específicos del diseño instruccional.

Los componentes específicos lo constituyen los modelos de enseñanza, las técnicas de aprendizaje, las estrategias de enseñanza-aprendizaje y las técnicas e instrumentos usados para la evaluación [9]:

- Los modelos de enseñanza representan planes estructurados que puede usarse para configurar un currículo, para diseñar materiales de enseñanza y para orientar la enseñanza en las aulas (tanto presenciales

como virtuales). Los modelos de enseñanza se pueden clasificar según las formas de razonamiento en: método analógico o comparativo, método inductivo y método deductivo.

- Las técnicas de aprendizaje son teorías que intentan explicar el comportamiento del sujeto en su proceso de aprendizaje, las cuales permiten aportar ideas para su enseñanza. Estas teorías se definen como paradigmas educativos, entre las cuales las más comunes son: el conductismo, el cognitismo, el histórico social y el constructivismo.

- Las estrategias de enseñanza y aprendizaje deben tener en cuenta la interactividad del sujeto que aprende con el objeto del conocimiento y su interacción con otros estudiantes; cuyo único fin sea el logro de las diferentes competencias y objetivos contemplados en el programa curricular. Deben elegirse adecuadamente según sea la especialidad y el contexto social en el cual se desenvuelve el docente, lo que le proporcionará al estudiante un mayor y mejor alcance de sus resultados.

- Los instrumentos y las técnicas de evaluación son las herramientas necesarias que usa el docente para obtener evidencias de los desempeños de sus estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Una técnica es el método que se dispone para recoger información y los mecanismos de interpretación y análisis de la misma; mientras que, el instrumento es el recurso específico que se emplea. La selección inadecuada de los instrumentos provoca una distorsión de la calidad.

1.5. La estrategia RAIS en los procesos de enseñanza y aprendizaje de ingeniería.

La estrategia RAIS (Reproducción del Ambiente de Innovación en el Salón de clase) consiste en que los estudiantes desarrollen un producto que responda a una necesidad real de la sociedad a la que pertenece [11]. De esta manera, los estudiantes son motivados y orientados a manejar integralmente los conocimientos propios de la asignatura. Lo cual permite un aprendizaje colaborativo

bajo un entorno constructivista social, con la finalidad de despertar el interés de los estudiantes en los conocimientos adquiridos.

2. Metodología aplicada.

2.1. Tipo de investigación.

Esta investigación cualitativa corresponde a un diseño de campo no experimental transeccional descriptivo [12]. Lo que significa que busca dar solución a una situación institucional a través de la interpretación subjetiva del aprendizaje de los estudiantes de la unidad curricular Mecánica de Materiales I perteneciente al Área de Diseño del Núcleo Universitario

Alberto Adriani de la Universidad de Los Andes de Venezuela.

2.2. La recolección de datos.

Los datos son recogidos directamente de la realidad donde ocurre los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, solamente observados en su ambiente natural durante un periodo de siete años (2012 al 2019) en la población estudiantil. Como técnicas de recolección de datos se utiliza la agrupación de datos del rendimiento académico para el lapso de tiempo considerado (Ver figura 1) y la realización de encuestas no estructuradas para conocer las opiniones de los estudiantes (Ver figura 2).

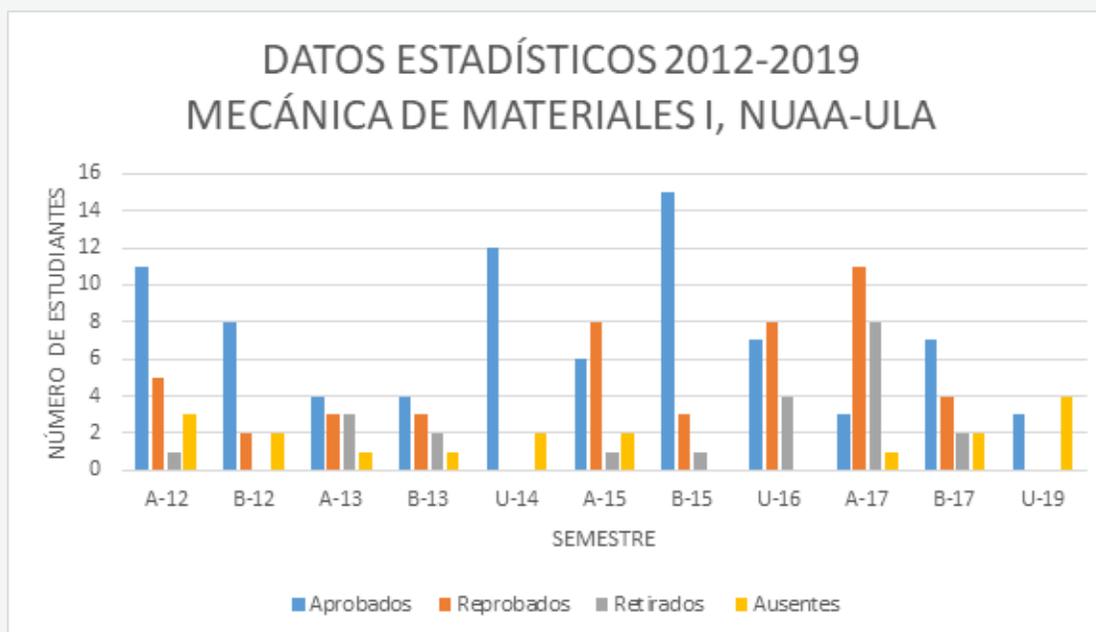


Figura 1. Datos estadísticos del rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura Mecánica de Materiales I del NUAA-ULA.

La figura 1 muestra el rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura durante siete años consecutivos. A pesar de que se observa un bajo nivel de estudiantes aprobados en el tiempo, el porcentaje de aprobación ha ido aumentando si se considera el número de participantes que culminan completamente el semestre, lo que induce que la aplicación de las estrategias de enseñanza ha llevado a una mejora

continua en el proceso de aprendizaje. Pero también se observa que es alto el número que reprueban, nunca asisten al curso o se retiran durante el semestre. Esto sucede debido al contexto histórico-social que viven los estudiantes y profesores en Venezuela, donde la deserción ha ido incrementado desde el año 2015 por la crisis económica o por otras razones derivadas de dicha crisis, como se muestra en la figura 2.

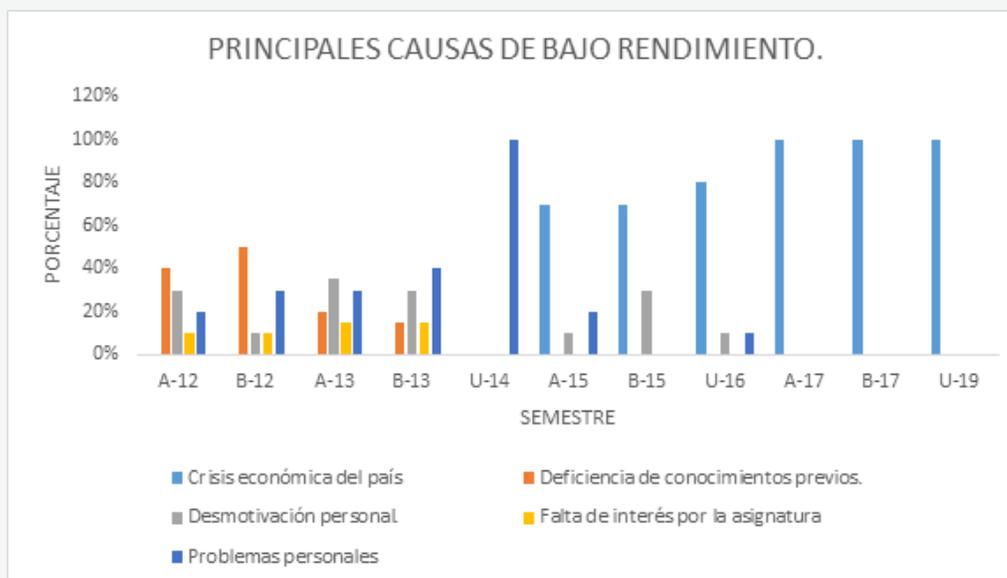


Figura 2. Principales causas del bajo rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura Mecánica de Materiales I del NUAA-ULA.

2.3. Procedimiento para la ejecución de la investigación.

El diseño instruccional se realiza siguiendo las pautas descritas en el curso del Componente Docente Básico en Educación Superior dictado por el Programa de Actualización de los Docentes (PAD) de la Universidad de Los Andes, el cual persigue los siguientes propósitos fundamentales [9]:

- El conocimiento profundo y actualizado en el área específica de la materia que el docente imparte.
- Los conocimientos, habilidades e instrumentos adecuados para realizar una docencia que contribuya a la independencia cognoscitiva de los estudiantes.
- La reflexión sobre los valores éticos y sociales del rol del formador.

Estas pautas establecen que la planeación no es estática, pues se fundamenta en las necesidades reales que pueden cambiar y en los avances disciplinarios a los que pueda estar sujeto el currículo de la carrera ingeniería mecánica, indispensables para alcanzar los fines educativos en el perfil

desempeño profesional.

3. Presentación de los resultados: Propuesta del diseño instruccional

El diseño instruccional que se presenta en esta investigación considera todos sus componentes de forma sistemática para la práctica educativa. Las teorías de aprendizaje se fundamentan en los paradigmas cognitivismo e histórico social. Se innova en la aplicación del método deductivo como modelo principal de enseñanza, con la finalidad de dar mayor responsabilidad al estudiante en la construcción del conocimiento por medio del aprendizaje basado en problemas. En consecuencia, las estrategias consideradas para los procesos de enseñanza y aprendizaje son diseñadas con el propósito de que el docente pueda facilitar la información a los estudiantes con el fin de que sean ellos mismo quienes puedan organizar, integrar y construir el conocimiento adquirido mediante operaciones cognitivas. De esta manera, el facilitador puede abarcar el extenso programa curricular de una manera flexible y novedosa bajo una modalidad semi-presencial.

3.1. La competencia general de la unidad curricular.

Para definir la competencia general de la unidad curricular se requiere que el participante adquiera un aprendizaje significativo dentro del proceso formativo como ingeniero mecánico. Este logro lo alcanza si “analiza la diferentes situaciones físicas a las que puede estar sometido un sólido en equilibrio elástico, aplicando conceptos, principios y métodos propios de la mecánica de materiales”.

3.2. Las competencias específicas, los objetivos de aprendizaje y los contenidos para cada unidad de aprendizaje.

Las tablas numeradas desde la 2 hasta la 7 describen las competencias, los objetivos de aprendizaje y los contenidos que deben desarrollarse para cada unidad de aprendizaje.

Tabla 2. Unidad I. Descripción de competencias, objetivos y contenidos de la Unidad de Aprendizaje I: Esfuerzo y deformación.

Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Alberto Adriani.	
Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I.	Horas por clase: 2 horas.
Unidad de Aprendizaje I. Esfuerzo y Deformación.	
Objetivo formativo: Interpretar los conceptos de esfuerzos y deformaciones que puedan generarse en un elemento cargado axialmente.	
Competencia específica: Relaciona los métodos físicos usados para el análisis de elementos estructurales y/o mecánicos.	
Unidades de competencia.	Contenidos.
Valora los conceptos fundamentales de la estática para la determinación de las fuerzas en los elementos de una estructura sencilla.	Composición de fuerzas en una estructura. Análisis de miembros cargados axialmente. Identificación de tipos de estructuras y mecanismo en ingeniería.
Define las fuerzas internas que se origina en un elemento cargado axialmente.	Concepto de esfuerzo normal y tangencial
Comprende el concepto general de deformación.	Alargamiento y deformación unitaria normal. Deformación angular o de corte.
Relaciona los conceptos de esfuerzos-deformaciones.	Ensayo de tracción y curva esfuerzo-deformación. Importancia de la curva esfuerzo-deformación en el análisis de materiales. Factores modificativos de la curva La ley de Hooke. La relación de Poisson.
Razona los principios generales de la resistencia de materiales para el desarrollo de ejercicios prácticos.	Principio de rigidez relativa de los sistemas elásticos. Principio de superposición de efectos Principio de Saint Venant
Aplica los conceptos fundamentales de esfuerzos y deformaciones para el análisis de estructuras sometidas a cargas axiales.	Casos estáticamente determinados e indeterminados de barras cargadas axialmente. Tensiones de origen térmico. Determinación y uso de los conceptos: carga admisible, resistencia última, resistencia a la fluencia y factor de seguridad.

Tabla 3. Descripción de competencias, objetivos y contenidos de la Unidad de Aprendizaje II: Carga transversal y momento flector.

Universidad de Los Andes.	
Núcleo Universitario Alberto Adriani.	
Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I.	Horas por clase: 2 horas.
Unidad de Aprendizaje II. Carga transversal y momento flector.	
Objetivo formativo: Determinar los esfuerzos que se generan en elementos prismáticos y no prismáticos sometidos a flexión.	
Competencia específica: Integra los conceptos de esfuerzo normal y esfuerzo cortante para el diseño y/o análisis de elementos.	
Unidades de competencia.	Contenidos.
Entiende los conceptos teóricos necesarios para el diseño y/o análisis de vigas.	Relación entre carga, fuerza cortante y momento flector. Ecuaciones generales de fuerza cortante y momento flector. Uso de ecuaciones de singularidad.
Analiza las diversas sollicitaciones físicas a las que puede estar sometido un elemento estructural para su diseño.	Esfuerzos debidos a momentos flectores y carga transversal en vigas rectas. Esfuerzos debidos a momentos flectores en vigas de sección variable. Esfuerzos debidos a fuerzas cortantes. Representación de momentos flectores en secciones transversales. Efectos en vigas sometidas cargas axiales excéntricas. Flexión en vigas curvas.

Tabla 4. Descripción de competencias, objetivos y contenidos de la Unidad de Aprendizaje III: Torsión en barras.

Universidad de Los Andes.	
Núcleo Universitario Alberto Adriani.	
Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I.	Horas por clase: 2 horas.
Unidad de aprendizaje III: .Torsión en barras.	
Objetivo formativo: Establecer los criterios básicos para el diseño de ejes de transmisión de potencia.	
Competencia específica: Valora la importancia del análisis de ejes de transmisión de potencia.	

Unidades de competencia.	Contenidos.
Comprende el concepto de torsión en elementos circulares	Deformaciones en un eje circular. Esfuerzos en el rango de elasticidad. Ejes estáticamente indeterminados.
Distingue la solución de ejercicios de torsión para elementos estáticamente determinados e indeterminados	
Identifica los pasos necesarios para el diseño y análisis de ejes de transmisión.	Relación entre torsor, potencia y velocidad angular. Diseño de ejes de transmisión.
Reconoce el concepto de torsión en barras no circulares.	Ecuaciones empleadas en barras no circulares.
Aplica los conceptos fundamentales de torsión.	Resolución de ejercicios

Tabla 5. Descripción de competencias, objetivos y contenidos de la Unidad de Aprendizaje IV: Estados de esfuerzos y deformaciones.

Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Alberto Adriani.	
Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I.	Horas por clase: 2 horas.
Unidad de aprendizaje IV. Estados de esfuerzos y deformaciones.	
Objetivo formativo Definir el estado general de esfuerzos y deformaciones en un punto cualquiera de un sólido.	
Competencia específica Combina los diferentes procedimientos empleados en el cálculo de esfuerzos y deformaciones para el análisis de un sólido sometido a un estado general de cargas.	
Unidades de competencia.	Contenidos.
Describe el estado plano de esfuerzos y deformaciones.	Estado plano de esfuerzos. Planos principales. Casos de esfuerzos uniaxiales, biaxiales y de corte puro. Cilindro de pared delgada sometidos a presión. Transformación de deformación plana. Relaciones entre esfuerzos y deformaciones para un estado plano. Circulo de Mohr para esfuerzos y deformaciones planas.
Define los conceptos de estado general de esfuerzos y de deformaciones.	Representación matricial y vectorial de esfuerzos y deformaciones.
Valora la relación entre el análisis teórico y análisis experimental para el cálculo de esfuerzos y deformaciones.	Conocimientos básicos para el análisis experimental de esfuerzos y deformaciones.
Aplica procedimientos para el análisis de elementos sometidos a cargas combinadas.	Cilindro de pared delgada sometidos a presión. Análisis de barras sometidas a esfuerzos combinados. Definición de secciones críticas y puntos críticos.

Tabla 6. Descripción de competencias, objetivos y contenidos de la Unidad de Aprendizaje V: Deflexión en vigas.

Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Alberto Adriani.	
Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I.	Horas por clase: 2 horas.
Unidad de aprendizaje V: Deflexión en vigas.	
Objetivo formativo: Aplicar la ecuación general de la elástica para la determinación de la curva de deflexión en los diferentes tipos de vigas.	
Competencia específica: Adapta los métodos convencionales para la obtención de la curva de deflexión en un punto cualquiera de la viga.	
Unidades de competencia.	Contenidos.
Define la ecuación general de la elástica para una viga.	Ecuación general de la elástica. Métodos para la determinación de la curva de deflexión.
Compara los diferentes métodos para la evaluación de la curva de deflexión.	
Aplica los métodos adecuados para la resolución de la curva de deflexión en un punto cualquiera de una viga.	Resolución de vigas isostáticas e hiperestáticas a través de métodos convencionales.

Tabla 7. Descripción de competencias, objetivos y contenidos de la Unidad de Aprendizaje VI: Columnas.

Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Alberto Adriani.	
Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I.	Horas por clase: 2 horas.
Unidad de aprendizaje VI: Columnas.	
Objetivo formativo: Estudiar la estabilidad de estructuras utilizando los criterios básicos para el comportamiento de los elementos tipos de columnas.	
Competencia específica: Valora los procedimientos adecuados para el análisis de columnas.	
Unidades de competencia.	Contenidos.
Identifica los tipos de columnas según su comportamiento y tipos de solicitaciones.	Estabilidad de estructuras. Comportamiento de columnas, largas, intermedias y cortas. Fórmulas usadas para el análisis de columnas.
Determina las ecuaciones necesarias para el análisis de columnas.	
Especifica la metodología adecuada para el diseño de columnas.	Diseño de columnas bajo cargas céntricas y excéntricas.

3.3. Implementación de estrategias didácticas para formar competencias.

Las estrategias didácticas se refieren a planes de acción que pone en marcha el docente de forma sistemática para lograr unos determinados objetivos de aprendizaje en los estudiantes [10]. Su selección incide por una parte, en los procesos cognitivos que los estudiantes realizan y, por otra en las actividades que suscitan, favorecen u obstaculizan el alcance de la meta [14]. Tomando en cuenta estas sugerencias se proponen las siguientes estrategias de enseñanza y aprendizaje para una modalidad semi-presencial, lo que permitirá su evaluación continua y de modo flexible:

- Para lograr un alcance significativo en los estudiantes se sugiere dividir las unidades de aprendizaje (especificadas en el programa curricular) en 10 temas debido a la complejidad y la extensión de contenidos. Esto permite presentar ciertos temas en un entorno virtual según sean los criterios del docente para cada grupo de participantes. Estos temas son:

- Tema 1. Esfuerzo y deformación.
- Tema 2. Torsión en barras (temas básicos).
- Tema 3. Torsión en barras (temas avanzados).
- Tema 4. Esfuerzos en vigas (temas básicos).
- Tema 5. Deflexión en vigas.
- Tema 6. Esfuerzos en vigas (temas avanzados).
- Tema 7. Columnas.
- Tema 8. Estado general de esfuerzos y deformaciones.
- Tema 9. Estado de esfuerzos y deformaciones en el plano
- Tema 10. Aplicaciones de esfuerzo plano. Esfuerzos combinados.

- Para el desarrollo de las clases presenciales se sugiere como estrategia metodológica la taxonomía del momento de uso y presentación de la secuencia didáctica, planteada por Díaz Barriga entre otros tipos de clasificaciones [14]. Este tipo de distribución corresponde a estrategias de apertura, desarrollo y cierre de la clase.

- Para las clases semi-presenciales se sugiere la estrategia de aulas virtuales

como la plataforma educativa Moodle, que permite contribuir a optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje presenciales, mediante un entorno de trabajo colaborativo entre facilitador y participantes. También se propone el empleo de las nuevas tendencias en redes sociales para la tutoría virtual.

- Para el logro del aprendizaje significativo se sugiere que las estrategias estén dirigidas a la construcción, permanencia y personalización del conocimiento [10]:

- Estrategias para la construcción del conocimiento que permitan la interacción con la realidad, la activación de conocimientos previos y la generación de expectativas durante la solución de problemas que ayuden a activar el sentido abstracto de los contenidos conceptuales. Una técnica adecuada al logro de esta fase es la utilización de la microenseñanza, ya que los estudiantes suelen distraerse de las clases magistrales tradicionales. La aplicación de esta técnica debe ir acompañada por actividades realizadas colectivamente para la solución del problema. Su desarrollo implica dejar el método de resolver varios problemas en clase y enfocarse en un ejercicio que cubra la mayor cantidad de competencias por contenidos.

- Estrategias para la permanencia de los conocimientos que permitan la discusión de ideas y la construcción de conceptos adecuados al contexto situacional. Para ello el docente puede valerse de actividades cognitivas para el resumen del contenido facilitado en la clase, tales como elaboración de mapas conceptuales e infografías.

- Estrategias para la personalización de conocimiento: conformación de comunidades de aprendizaje virtuales para el intercambio de información sobre temas relacionados con la asignatura, siguiendo el ejemplo de otras organizaciones nacionales o internacionales; desarrollo de dinámicas grupales para el estudio de casos reales mediante el uso de la estrategia RAIS (en este caso el docente propondrá el desarrollo de un proyecto para la solución de una necesidad real particular).

3.4. Evaluación instruccional por competencias.

La evaluación instruccional por competencias de la unidad curricular deberá realizarse según las siguientes etapas: al principio del proceso de aprendizaje (de manera diagnóstica), durante el proceso de construcción del conocimiento (de manera formativa), y al final de cada fase de aprendizaje (de manera sumativa). En

tal sentido, se propone la utilización de evaluaciones cuantitativas para la valoración de cada unidad de aprendizaje. Esta serie de evaluaciones deben orientarse a la interpretación de la solución de problemas, planteamiento de alternativas y valorar el comportamiento de los participantes a la competencia de la unidad curricular. Lo que implica una variedad de técnicas e instrumentos diseñados de manera abierta y flexible como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Técnicas e instrumentos de evaluación aplicadas a la unidad curricular.

Sección	Tema	Técnica de evaluación	Instrumento
I	1	Mapas conceptuales para resúmenes.	Lista de cotejo
	2	Solución de problemas. Observación sistemática individual	Escalas de actitudes
	4		Registros descriptivos
	5	Prueba individual escrita de conocimientos para la solución de problemas	Escala de valoración
10			
II	3	Mapas conceptuales para resúmenes.	Lista de cotejo
	6	Asignaciones de tareas fuera del aula de clases.	Escala de actitudes
	7	Observación sistemática individual.	Registros descriptivos
	8	Solución de problemas grupales. Análisis de las actividades formativas grupales	Registros descriptivos
9	Escalas de valoración		
III	Proyecto	Estudio de casos reales. Análisis de las actividades formativas grupales.	Diario de asignaciones
			Escala de aptitudes
			Interpretación de datos
			Escala de valoración

Las técnicas sugeridas en la tabla 8 pueden definirse y orientarse de la siguiente manera:

- Los mapas conceptuales permiten evaluar la formación de conceptos y significados construidos en cada tema antes de la asignación de problemas, con la finalidad de que cada participante comprenda y organice la información.
- La solución de problemas consiste en que los participantes desarrollen sus habilidades procedimentales. Para ello, los ejercicios deberán formularse como problemas con

la finalidad de para que sean los mismos participantes quienes diagnostiquen el estado de sus conocimientos en relación con los contenidos del tema de aprendizaje (autoevaluación). De esta manera, los estudiantes podrán solicitar información al docente en aquellas deficiencias encontradas en el proceso formativo antes de realizar las pruebas escritas de conocimientos (heteroevaluación). También se elaborarán problemas con la finalidad de analizar las actitudes grupales para enfrentar los temas avanzados. Así los estudiantes podrán intercambiar estos ejercicios para analizar y

valorar los procedimientos aplicados por sus compañeros (coevaluación).

- La observación sistemática permite analizar de manera estructura y controlada, las conductas de los participantes en el logro de las competencias especificadas a cada contenido.

- La prueba de conocimientos permite que el docente evalúe las habilidades conceptuales y procedimentales de cada participante de manera individual. Esto permitirá estimar las destrezas desarrolladas para enfrentar nuevas situaciones que requieran del ingenio.

- La asignación de tareas fuera del aula de clases permite que el estudiante investigue procedimientos, métodos y casos de contenidos específicos, a fin de que puedan ser discutidos con el docente y sus compañeros.

- El estudio de casos consiste en que los participantes diseñen, de manera grupal, un mecanismo o estructura para valorar la solución numérica en el análisis de esfuerzos y deformaciones. De esta manera, cada grupo de participantes pondrán en práctica la utilización de la estrategia RAIS, para organizar sus conocimientos construidos y reforzarlos con las experiencias de otros profesionales o estudiantes con mayor nivel de conocimientos.

Por otra parte, el diseño de los instrumentos de evaluación descritos en la tabla 8 depende de la manera personal que cada docente considere conveniente a las competencias expuestas para cada unidad de aprendizaje.

Conclusión y recomendaciones.

La elaboración del diseño instruccional basado en competencias para la unidad curricular Mecánica de Materiales I inició con la observación directa de los contenidos programáticos y de los distintos procedimientos de evaluación que actualmente se utilizan en la Facultad de Ingeniería y en el Núcleo Universitario Alberto Adriani, pertenecientes a la Universidad de Los Andes.

La revisión del programa curricular vigente permitió reestructurar aspectos como: la actualización del contenido temático, la evaluación de las unidades de aprendizaje de manera equilibrada, la aplicación de técnicas cognitivas para el aprendizaje, la modalidad

Sin embargo se sugiere que se tomen en cuenta los siguientes indicadores de logro en su diseño:

- Coherencia de las ideas expresadas en las asignaciones.

- Asimilación de ideas y creatividad en generar aportes significativos sobre cada tema.

- Juicio crítico para la interpretación de problemas y generación de soluciones.

- Reconocimiento de procedimientos para la solución de problemas y planteamiento de alternativas a nuevas situaciones.

- Participación activa en entornos de trabajos colaborativo y cooperativo que involucre la planificación, la organización, la evaluación, la factibilidad y la ejecución de acciones para la elaboración de proyectos.

Con respecto a la valoración del aprendizaje, la distribución de la carga de las evaluaciones debe realizarse de manera sumativa y flexible considerando la importancia del trabajo individual y grupal. La tabla 8 muestra una columna que divide los temas de aprendizaje en tres secciones, con la finalidad de proponer el equilibrio evaluativo. La sección 1 correspondiente a los temas básicos de aprendizaje, con mayor énfasis en la evaluación individual para un porcentaje del 60%. Para la sección 2, que involucra la evaluación grupal de los temas avanzados, una ponderación del 20%. En la tercera sección, destinada al proyecto de diseño, el trabajo cooperativo se valora con un 20%.

de enseñanza semi-presencial, y el trabajo cooperativo entre docentes de las respectivas escuelas en el proceso de enseñanza. Esto permitió plantear este diseño instruccional a partir de las nuevas exigencias del aprendizaje significativo, obteniéndose un modelo curricular basado en competencias, y cuya organización secuencial se desglosa en unidades de aprendizaje, para cada una de las cuales se definieron: las competencias, los objetivos, los contenidos, la evaluación y las estrategias didácticas para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Finalmente, esta propuesta abre el debate para la comunicación, el intercambio y la generación de ideas necesarias entre académicos que deseen contribuir a la solución de los problemas educativos en ingeniería, según sea el entorno social.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1-Castellanos, A., Vidal, A. Morales, E. Cárdenas, P., García, V. (2005). El diseño instruccional y la tecnología informática como herramienta para mejorar la enseñanza en la ingeniería. Congreso internacional de innovación docente.
- 2- Farías, A. Salinas, E. (2011). Aplicación del modelo de formación por competencias en ingeniería mecánica, caso: procesos de mecanizado. Educere, vol. 15, núm.51, pp. 339-408.
- 3- Balza, R., Bracho, M., Ríos, M., González, V., Torres, A. y Perozo, J. (2008). Desarrollo de competencias en los estudiantes del laboratorio de materiales del programa de ingeniería mecánica en el núcleo LUZ-COL. Negotium, vol. 8, núm 23, pp. 277-262.
- 4- González, O. (2017). Desarrollo de un programa computacional instruccional para el diseño de recipientes a presión. Revecitec, pp. 1-24.
- 5- Jaramillo, J., Montenegro, M. (2008). Educación apoyada en ambientes virtuales: una metodología de diseño instruccional para la formación de ingenieros. Memorias de la Octava Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética.
- 6- Vergara, M., Sandia, B., Arnal, G. Moreno, Y. Mujica, A. (2019). Reproducción del ambiente de innovación en el salón de clase como base para una educación universitaria sostenible. Risti. Núm. E20, pp. 710-719.
- 7- Tarazona, J. (2012). Generalidades del diseño instruccional. Inventum, núm. 12, p. 37-41.
- 8- Aguilar, J. (2004). El diseño de instrucción en la planificación de la enseñanza. Universidad Nacional Abierta. Disponible: <http://gc.initelabs.com/recursos/files>. [Consulta: 2018, noviembre 17].
- 9- Programa de Actualización de los Docentes (PAD, 2010). Manual para la elaborar el diseño del proyecto de asignatura. Vicerrectorado Académico de la Universidad de Los Andes. Disponible: www.moodle.ula.ve[Consulta: 2019, Julio 13].
- 10- Tobón, S. (2006). Aspectos básicos de la formación basada en competencias. Talca, Chile. Disponible: <https://maristas.org.mx/gestion/web/doctos/> [Consulta: 2019, Julio 13].
- 11- Sandia, B., Gutierrez, D., Hernández, D y Páez, G. (2011). Estrategia RAIS: Reproducción del ambiente de trabajo industrial de carácter universal en el salón de clase. Un

manejo integral de conocimientos. Disponible: <http://www.saber.ula.ve/> [Consulta: 2019, noviembre 6].

- 12- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista. P. Metodología de la investigación. Editorial McGraw-Hill. Sexta edición. México. (2014).
- 13- Campos Yolanda (2000). "Estrategias didácticas apoyadas en tecnología". DGENAMDF: México. Disponible en: www.moodle.ula.ve/ [Consulta: 2019, Julio 13].
- 14- Contreras, N. (2016). Didáctica del aula universitaria: una experiencia en el Programa de Actualización Docente (PAD) de la Universidad de Los Andes. Docencia Universitaria, Vol. XVII, N° 1 y 2, p. 31-48.