



# EVALUACIÓN DE LA ENSEÑANZA EN EL AULA DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD LIBRE

María Gabriela Mago Ramos, Martha Cecilia Sánchez Rodríguez, Ismael Márquez Lasso

Universidad Libre,  
Bogotá, Colombia

## Resumen

Esta investigación trata de la evaluación de la enseñanza en el aula del programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Libre utilizando un modelo pedagógico transversal, donde haya articulación hacia la investigación formativa y aplicada con valor social, contribuyendo al desarrollo del país. La fundamentación que se utiliza en este ámbito, es la integración de los procesos académicos en todas las áreas del programa, desde las asignaturas de ciencias básicas hasta las electivas de profundización, donde los estudiantes trabajan en forma conjunta y contextualizan el proceso a través de proyectos interdisciplinarios con formatos de evaluación que aportan los docentes de los temas vistos en clase. La evaluación será cuantitativa y cualitativa a través de instrumentos aplicados en talleres teórico-prácticos mediante pruebas piloto, con lo cual se espera un mejor aprovechamiento por parte de los estudiantes fortaleciendo las competencias científicas, técnicas y humanísticas con un proceso de formación hacia una educación de calidad, que les permita ser competitivos y que tengan apertura hacia nuevos entornos industriales, mejorando su perfil profesional, con valor en el mercado laboral tanto nacional como internacional.

**Palabras clave:** evaluación; enseñanza; aula; programa de ingeniería mecánica

## *Abstract*

*This research deals with the evaluation of teaching in the classroom of the Mechanical Engineering program of the Free University using a transversal pedagogical model, where there is articulation towards the formative and applied research with social value, contributing to the development of the country. The rationale used in this area is*

*the integration of academic processes in all areas of the program, from basic science subjects to deepening electives, where students work together and contextualize the process through projects Interdisciplinary courses with assessment formats provided by teachers of the subjects seen in class. The evaluation will be quantitative and qualitative through instruments applied in theoretical-practical workshops through pilot tests, which is expected to better use by students strengthening scientific, technical and humanistic skills with a process of training towards an education of Quality, enabling them to be competitive and open to new industrial environments, improving their professional profile, with value in the national and international labor market.*

**Keywords:** *evaluation; teaching; classroom; mechanical engineering program*

## 1. Introducción

De acuerdo con la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería –ACOFI– *“La Ingeniería Mecánica, es la profesión que aplica los conocimientos científicos y tecnológicos en las áreas de conversión de energía, manufactura y diseño; para desarrollar creativamente productos, maquinaria y sistemas teniendo siempre en mente aspectos ecológicos y económicos para el beneficio de la sociedad”*. Esta definición es complementada por la organización internacional del trabajo –OIT–, para la profesión en el contexto internacional, según la cual *“Los ingenieros mecánicos proyectan y dirigen la producción, el funcionamiento, la conservación y reparación de máquinas y maquinaria e instalaciones, equipos y sistemas de producción industrial e investigan y asesoran al respecto, o estudian aspectos tecnológicos de determinados materiales, productos o procesos y dar asesoramiento pertinente”*.

Para dar cumplimiento a esa denominación, es necesaria la aplicación de modelos pedagógicos transversales donde se integren los procesos académicos mediante proyectos interdisciplinarios que generen competencias hacia la innovación, el emprendimiento, mejorando el perfil profesional del Ingeniero Mecánico Unilibrista en un contexto globalizado generando impacto social.

En el Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Libre se trabaja con una malla curricular donde se hace énfasis en las áreas de Diseño Mecánico, Control y Automatización, Materiales y Procesos, Energías y Mantenimiento. Las visitas de observación académica a empresas forman parte del proceso de formación, al igual que los proyectos de ingeniería aplicada desde esos énfasis.

Las mejoras pedagógicas dan cuenta del fortalecimiento curricular en los procesos de formación académico e investigativo, siendo los Semilleros de Investigación, una de las articulaciones más exitosas, al igual que las estancias con pares académicos dentro de la movilidad necesaria para el crecimiento de nuevos espacios del saber.

Existen factores relativamente nuevos en educación como las competencias, las TIC, las fuentes virtuales, softwares educativos, las redes sociales, la interdisciplinariedad y

otras de aula con pedagogías emergentes, que exigen repensar la evaluación. De allí nace esta propuesta.

## 2. Metodología

El Programa de Ingeniería Mecánica tiene la siguiente malla curricular (Ver figura 1), la cual comprende un total de 160 créditos en 78 asignaturas y 5 componentes de formación: Ciencias Básicas, Básicas de Ingeniería, Ingeniería Aplicada, Económico Administrativo y Socio humanísticas.

	I	AREAS	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
	ALGEBRA LINEAL	Núcleo Común de Ciencias Básicas	CALCULO DIFERENCIAL	CALCULO INTEGRAL	CALCULO MULTIVARIADO Y VECTORIAL	ECUACIONES DIFERENCIALES						
			FÍSICA MECÁNICA	FÍSICA TÉRMICA	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO							
	INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA	Básicas de Ingeniería	GEOMETRIA DESCRIPTIVA		CIRCUITOS ELÉCTRICOS	MECANISMOS	ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD					
	DIBUJO TECNICO		PROGRAMACIÓN I	ESTÁTICA	TERMODINÁMICA	ELECTRÓNICA BÁSICA	MÉTODOS NUMÉRICOS					
				PROGRAMACIÓN II	DINAMICA							
		Ingeniería Aplicada		DIBUJO DE MÁQUINAS	ENSAYOS MECÁNICOS	RESISTENCIA DE MATERIALES	ELEMENTOS FINITOS	DISEÑO II	PROCESOS DE MANUFACTURA II	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	ELECTIVA DE PROFUNDIZACIÓN IV	
	FISICOQUÍMICA DE SÓLIDOS		CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES				MECÁNICA DE FLÚIDOS	DISEÑO I	TRATAMIENTOS TÉRMICOS	ELECTIVA DE PROFUNDIZACIÓN II	ELECTIVA DE PROFUNDIZACIÓN III	INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADOR
								TRANSFERENCIA DE CALOR	ELECTIVA DE PROFUNDIZACIÓN I	CONVERSIÓN DE ENERGÍA	CONTROL AUTOMÁTICO	
								SENSORES Y ACTUADORES	PROCESOS DE MANUFACTURA I	ANÁLISIS DE SISTEMAS DINÁMICOS		
							MANTENIMIENTO	DISEÑO EXPERIMENTAL				
		Económico administrativo							INGENIERÍA ECONÓMICA	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	PRÁCTICA EMPRESARIAL	
		Investigación					METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		INVESTIGACIÓN APLICADA I	INVESTIGACIÓN APLICADA II		
	APRENDIZAJE AUTÓNOMO	Socio humanística	LENGUA EXTRANJERA I	LENGUA EXTRANJERA II	ELECTIVA DE FORMACION INTEGRAL I	LENGUA EXTRANJERA III (Técnico)	ELECTIVA DE FORMACION INTEGRAL III			RESPONSABILIDAD SOCIAL	ÉTICA	
	CATEDRA UNILIBRISTA			INSTITUCIONES COLOMBIANAS		ELECTIVA DE FORMACION INTEGRAL II						
	LENGUAJE Y COMUNICACIÓN											
	16	CREDITOS	15	17	17	17	18	16	18	17	16	
	7	ASIGNATURAS	6	7	7	7	8	6	6	6	4	

Figura 1. Malla Curricular del Programa de Ingeniería Mecánica

## 3. Procedimiento

### 3.1 El Enfoque del Programa

En un sentido muy genérico el enfoque consiste en dirigir la atención o el interés hacia un determinado asunto o problema. Puede entenderse como la integración de tres ejes: Métodos, diseño y procedimientos. El enfoque permite establecer la base teórica en la que se fundamenta el método. En el diseño se determinan los objetivos

generales y específicos, la selección y organización de las actividades de aprendizaje y de enseñanza. En el nivel de los procedimientos se incluyen las técnicas concretas, las prácticas y el rol del profesor y los estudiantes.

### 3.2 Los Referentes

A continuación, se describen los tres modelos que los profesores pueden usar cuando quieren diseñar una evaluación. La información en cada uno de estos tres modelos depende de los objetivos de aprendizaje que se quieren evaluar. La idea es usar estos modelos para pensar en actividades de evaluación que permitan dar cuenta de los objetivos de aprendizaje que los estudiantes del Programa de Ingeniería Mecánica, deben alcanzar:

**Modelo del estudiante.** En este modelo se especifica lo que se quiere evaluar: conocimientos, habilidades, estrategias o competencias. Estos componentes están ligados estrechamente con el propósito de la evaluación. Es decir, qué tipo de afirmaciones se deben hacer con base en los resultados de la evaluación: ¿Qué saben los estudiantes? ¿Qué pueden hacer? ¿Qué objetivos de aprendizaje han alcanzado?

**Modelo de evidencias.** En este modelo se describen los desempeños o los comportamientos observables que dan cuenta o que son evidencia de los componentes descritos en el modelo del estudiante. A medida que se usa la evaluación y se recogen evidencias de las respuestas de los estudiantes, se van revisando los componentes de los modelos. Es decir, se especifican las posibles acciones que pueden observarse, y que serían evidencia del aprendizaje de los conocimientos, las habilidades y las competencias descritas en el modelo del estudiante. Este modelo también ayuda a pensar en la forma como se calificarían e interpretarían los resultados. (Ver figura 2).

**Modelo de tareas.** Finalmente, en este modelo se definen las características de la(s) actividad(es) de evaluación, incluyendo las condiciones en que se va a ejecutar la tarea, los materiales requeridos, y las características de las respuestas generadas por los estudiantes. Es decir, se determina el tipo de actividades o tareas que permitirán que el estudiante demuestre esos conocimientos, habilidades o competencias. La pregunta clave en este modelo es la siguiente ¿Qué tipo de actividad de evaluación estimularía este tipo de evidencia?

Estos modelos ayudan a los docentes a tener claridad sobre lo que se va a evaluar y contribuyen también sobre el tipo de inferencias que se hacen con base en los desempeños de los estudiantes. Se debe diseñar una evaluación para los cursos que contemple responder las siguientes preguntas:

¿Cuál es el propósito de la evaluación?

¿En qué contexto se va a utilizar? (Describa el contexto y los estudiantes)

¿Qué se va a evaluar? ¿Qué objetivo del programa se evalúa? ¿Qué conocimiento, habilidad o competencia?

¿Cómo se va a evaluar? ¿Qué tipo de actividad de evaluación debe aplicarse?

- ¿Por qué se considera que esta es la mejor manera de evaluar a los estudiantes?
- ¿Qué tan auténtica es esta evaluación?
- ¿Están familiarizados los estudiantes con este tipo de actividad? ¿Esta actividad es similar a las actividades que se desarrollan en clase?
- ¿Cómo se califica los desempeños de los estudiantes? ¿Son suficientes esos resultados?

A continuación, se muestra un tipo de instrumento (Ver figura 2) utilizado en la creación de preguntas por competencias del tipo propositiva, para la asignatura Máquinas Eléctricas (con estructura antigua), más, sin embargo, el componente del proyecto final que deben desarrollar los estudiantes del Programa de Ingeniería Mecánica que también se contextualiza, contempla los modelos basados en evidencias, el cual permite, dar respuesta a las preguntas planteadas anteriormente:

	<p><b>A</b> <b>FORMATO No. 1: CREACIÓN ÍTEM TIPO SABER PRO</b>  <b>UNIVERSIDAD LIBRE</b>  <b>SECCIONAL BOGOTÁ- SEDE BOSQUE POPULAR</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>  <b>PROGRAMA: INGENIERÍA MECÁNICA</b>  <b>NOMBRE COMPLETO DEL (LOS) ESPACIO (S) ACADÉMICO (S):</b>  <b>MÁQUINAS ELÉCTRICAS</b></p>																				
<p><b>B</b> <b>GRUPO DE REFERENCIA:</b> O12 INGENIERÍA CICLO UNIVERSITARIO</p> <p><b>MÓDULO AL QUE PERTENECE LA PREGUNTA:</b> COMBINATORIA 30 (MÓDULO DE FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA)</p> <p><b>COMPETENCIA GENÉRICA</b> <input type="checkbox"/> <b>COMPETENCIA COMÚN ESPECÍFICA</b> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p><b>COMPETENCIA COGNITIVA:</b> Propositiva.</p> <p><b>GRADO DE COMPLEJIDAD DE LA PREGUNTA:</b> Alto. El tema tratado es sobre Redes Industriales asociado a la aplicación de normas técnicas, cálculos teóricos, análisis de precios unitarios, selección de equipos, por lo cual el estudiante debe demostrar el desarrollo de la competencia cognitiva, enfrentando y solucionando un caso o situación, según condiciones determinadas.</p> <p><b>TIPO DE PREGUNTA:</b> Selección múltiple con única respuesta</p>																					
<p><b>C</b> <b>ITEM:</b>                  Se van a instalar varias máquinas del sector farmacéutico en Colombia, las cuales estarán ubicadas en diferentes ciudades del país, tal y como se muestra: Barranquilla, Chía, Medellín y Manizales. En cuanto a las áreas y consumos de energía, con la finalidad de determinar las redes y esquemas eléctricos necesarios para el desarrollo del proceso productivo, tomando en cuenta los factores que influyen a la hora de realizar el diseño, los pasos a seguir y el estudio completo para alcanzar la distribución más adecuada atendiendo las exigencias del proyecto, se muestran en la tabla 1:</p> <p><b>Tabla 1: Áreas y consumo en kVA.</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ubicación geográfica</th> <th>Área m<sup>2</sup> escala 1:1</th> <th>Consumo en kVA</th> <th>Observaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Barranquilla</td> <td>4:30</td> <td>10</td> <td>Produce jarabes</td> </tr> <tr> <td>Chía</td> <td>2:23</td> <td>40</td> <td>Produce solución fisiológica</td> </tr> <tr> <td>Medellín</td> <td>3:34</td> <td>40</td> <td>Produce pastas</td> </tr> <tr> <td>Manizales</td> <td>1:54</td> <td>20</td> <td>Produce pomadas</td> </tr> </tbody> </table>		Ubicación geográfica	Área m <sup>2</sup> escala 1:1	Consumo en kVA	Observaciones	Barranquilla	4:30	10	Produce jarabes	Chía	2:23	40	Produce solución fisiológica	Medellín	3:34	40	Produce pastas	Manizales	1:54	20	Produce pomadas
Ubicación geográfica	Área m <sup>2</sup> escala 1:1	Consumo en kVA	Observaciones																		
Barranquilla	4:30	10	Produce jarabes																		
Chía	2:23	40	Produce solución fisiológica																		
Medellín	3:34	40	Produce pastas																		
Manizales	1:54	20	Produce pomadas																		

**Fuente: Mago, M (2016)**

Se propone que el cálculo de corrientes de cada área, al igual que las acometidas eléctricas de acuerdo con las cargas se realice por capacidad de corriente, asumiendo que las máquinas operan a nivel de tensión 220 Volt. Recordando que la potencia aparente trifásica es  $S=P+jQ$  o bien  $S = \sqrt{3}V_{línea}I_{línea}$ . Volt-Amp.

Tomado y modificado de: Mago, María (2015). Apuntes de Máquinas Eléctricas. Universidad Libre, Bogotá, Colombia.

**D** Por lo tanto, las máquinas con mejor ubicación que tendrán igual consumo de corriente eléctrica serán:

**E** Campo de distracción  
 Barranquilla/Chía  
 Chía/Medellín  
 Medellín/Manizales  
 Manizales/Barranquilla

**CLAVE:** Chía/Medellín

---

**F** **JUSTIFICACIÓN DE LA CLAVE:**  
 Como la potencia aparente de las máquinas es un dato del proyecto que corresponde a la capacidad en kVA, despejando de la ecuación la corriente de línea, se determina que las máquinas con capacidad 40 kVA cuyas corrientes de línea corresponden a 105,09 Amperios, ubicadas una en Chía y la otra en Medellín son la clave de la pregunta

**Tabla 2: Cálculo de la corriente de línea**

Potencia Aparente en kVA	Corriente de línea en Amp
10	26,27430373
40	105,0972149
40	105,0972149
20	52,54860746

---

**G** **PERTINENCIA DE LA PREGUNTA:**  
 Un estudiante que tiene la habilidad de formular y evaluar el proyecto, apoyándose en un marco metodológico pertinente, a partir de las consideraciones del entorno y del análisis de alternativas relacionado con Redes Industriales -en coherencia con el Módulo 30 evidencia procesos cognitivos académicos: apropiación temática, disposición investigativa, desempeño profesional del estudiante, además del desempeño académico de la educación superior colombiana.

**H** **AUTOR (ES), LUGAR Y FECHA DE LA ELABORACIÓN:** María Gabriela Mago Ramos, Universidad Libre, Bogotá 07 de diciembre del 2016.

Figura 2. Tipo de pregunta SABER PRO

A continuación, se muestra un modelo del proyecto final a desarrollar por los estudiantes del Programa de Ingeniería Mecánica de la misma asignatura indicada anteriormente en la pregunta SABER PRO, Máquinas Eléctricas:

## PROYECTO DE LA ASIGNATURA REDES INDUSTRIALES 2017-1

### MEMORIA DESCRIPTIVA:

Se va a hacer la instalación de una fábrica del sector farmacéutico en Bucaramanga, Santander, por lo tanto, serán indicados las áreas y consumos de energía con la finalidad de determinar las redes y esquemas eléctricos necesarios para el desarrollo del proceso productivo. Tomando en cuenta los factores que influyen a la hora de realizar el diseño, los pasos a seguir y el estudio completo para alcanzar la distribución más adecuada atendiendo las exigencias del proyecto, normas, beneficios y costos, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto está basado en un plano de distribución de los equipos y mobiliario (layout), y un plano de distribución eléctrica con las siguientes especificaciones:

Área de producción: las máquinas tienen las siguientes áreas y consumos energéticos indicados en la tabla 1:

Tabla 1. Áreas y consumo en kVA

Línea de producción	Área en m <sup>2</sup> escala 1:1	Consumo en kVA	Observaciones
Máquina # 1	Área 4:30	10	Produce Jarabes
Máquina # 2	Área 2:23	40	Produce Ungüentos o Pomadas
Máquina # 3	Área 3:34	40	Produce pastillas pastas
Máquina # 4	Área 1:56	20	Produce Solución Fisiológica

Fuente: Mago, M (2017)

### 3.3 Las Competencias

Siendo este constructo y sus enfoques tan diversos se expone a la discusión. Es posible, en principio estar de acuerdo en un enfoque por competencias es:

*“Un proceso que es transformado en procedimiento; luego, una vez que se operacionaliza es aplicado, y posteriormente se convierte en habilidad al ser ejercitado en la práctica. En resumen, la competencia es lo que la persona adquiere una vez que practica el proceso.” (Parga, M).*

### 3.4 Lo Pedagógico

Dentro de este contexto de modelos pedagógicos emergentes puede plantearse el desarrollo del pensamiento crítico y de orden superior, que se caracteriza por ser un

pensamiento corrector, creativo e independiente. De otra, los aportes recientes de la neurociencia, basados en un mayor conocimiento del cerebro y las condiciones del aprendizaje. Este es permanente, comprende cambios y conexiones que deben integrarse en los procesos de evaluación del Programa de Ingeniería Mecánica.

#### 4. Conclusiones

Siendo un componente esencial del proceso educativo implica que los modelos epistemológicos, pedagógicos y el currículo están sujetos a una permanente revisión y renovación para actualizarlos en referencia al acontecer internacional y a las nuevas tendencias que se trazan en la educación superior.

Hay que plantear estrategias de evaluación que promuevan la autonomía, liberen al estudiante desarrollando sus habilidades y lo hagan tomar conciencia de sí mismo y de la versatilidad de su propio proceso de aprendizaje; no necesariamente amarradas al aula de clase o al examen escrito como condición para seguir avanzando en su desarrollo profesional. Para tales efectos, el estudiante deberá estar en capacidad de ampliar el sentido crítico y de autoevaluación; investigar, reflexionar y organizar la información; manejar, seleccionar y lograr mejores usos y aplicaciones con el conocimiento poseído.

A continuación (Ver figura 3) de algunas visitas de observación académica realizadas por docentes del Programa.



Figura 3. Visitas de observación académica.

#### 5. Referencias

- De la Barrera, M & Donoso, D. (2009). Neurociencias y su importancia en los contextos de aprendizaje, Revista Digital Universitaria, Vol 10, No 4. Recuperado de [www.revista.unam.mx/vol.10/num4/art20/art20.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.10/num4/art20/art20.pdf)
- Kane, M. (1992). An argument-based approach to validity. Psychological Bulletin, 112, 527-535.
- Mislevy, R. J. (1994). Evidence and inference in educational assessment. Psychometrika, 59, 439-483.

- Mislevy, R. J., Steinberg, L. S. y Almond, R. G. (2003). Design and analysis in task-based language assessment. *Language Testing. Special Issue: Interpretations, intended uses, and designs in task-based language*, 19(4), 477-496.
- Messick, S. (1989). Validity. En R. L. Linn (ed.), *Educational measurement*, (pp. 13-103). New York: Macmillan. 139
- Parga, M. (2007). Pensamiento de orden superior en diseño: Aportes del enfoque cognitivo a los procesos de formación de competencias para diseñar en: II Encuentro Latinoamericano de Diseño "Diseño en Palermo", Comunicaciones Académicas, UP-Universidad de Palermo, pp.-, v.4

### Sobre los autores

- **Mago R, María Gabriela:** Ingeniera Electricista, Maestría en Ingeniería Industrial de Universidad de Carabobo, Maestría en Ingeniería Eléctrica de Universidad de Carabobo, Doctora en Ingeniería de Universidad de Carabobo. [mariag.magor@unilibrebog.edu.co](mailto:mariag.magor@unilibrebog.edu.co)
- **Sánchez R, Martha C:** Ingeniera Industrial, Especialista en Gestión y Desarrollo Comunitario de Universidad INNCA, Especialista en Docencia Universitaria de Universidad Libre. [marthac.sanchezr@unilibrebog.edu.co](mailto:marthac.sanchezr@unilibrebog.edu.co)
- **Márquez L, Ismael:** Ingeniero Mecánico de Universidad Nacional de Colombia, Maestría en Ingeniería Mecánica de Universidad de los Andes, Especialización en Gerencia de Mercadeo de la Universidad Libre, Diplomado en Gerencia de Ventas de la Universidad de la Sabana. [ismael.marquezl@unilibrebog.edu.co](mailto:ismael.marquezl@unilibrebog.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)