

# **Propuesta de Cambios en el Diseño de Instrucción de la Asignatura Máquinas Volumétricas**

**Nathaly Moreno Salas**

Universidad Simón, Bolívar, Caracas, Venezuela, nmoreno@usb.ve

## **RESUMEN**

El presente artículo tiene como objetivo presentar una propuesta de cambio del diseño de instrucción de la materia Máquinas Volumétricas, asignatura obligatoria del último año de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Simón Bolívar.

Una evaluación cualitativa del diseño de instrucción actual, permitió localizar algunos puntos débiles, por lo que la propuesta contempla incrementar la participación del estudiante en el proceso de enseñanza aprendizaje, convertirlo en un agente activo de su instrucción y contemplar la posibilidad de utilizar el diseño propuesto para dictar el curso en línea a través del uso de la herramienta basada en la Web Aula Virtual USB.

Una de las dificultades conseguidas fue la de diseñar estrategias de instrucción que permitieran condensar el conocimiento especializado del área, pero que al mismo tiempo potenciaran en el estudiante el deseo de adentrarse con mayor profundidad en los tópicos de su interés.

Se aspira implementar el esquema propuesto durante el trimestre septiembre-diciembre de 2008.

**Palabras claves:** Diseño instruccional, cursos basados en la web.

## **ABSTRACT**

This article aims to present a proposal to change the design of instructional material at Positive Displacement Machines, an obligatory subject in the last year of the career of Mechanical Engineering at the University Simón Bolívar.

A qualitative assessment of current instructional design, allowed locate some weaknesses, so the proposal envisages increasing the participation of the student in the teaching-learning process, turning it into an active agent of their education and contemplate the possibility of using the proposed design to dictate the course online through the use of web-based tool USB Virtual Classroom.

One of the difficulties achieved was to design instructional strategies that would allow condense expertise in the area, but at the same time enhance the student a desire to go more deeply into topics of interest. It aims to implement the proposed scheme during the quarter from September to December 2008.

**Keywords:** instructional design, web based courses.

## **1. INTRODUCCION**

La carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Simón Bolívar (USB) puede considerarse como una de las carreras fundadoras de la universidad, ya que se incluyó en la oferta inicial de esta casa de estudios en el año 1970 (USB). A lo largo de este tiempo el pensum de la carrera ha experimentado varias actualizaciones, los dos últimos corresponden al año 1998, cuando se introdujo la asignatura Máquinas Volumétricas (USB, 2008), y al 2001 cuando una reorganización de los contenidos de las asignaturas Mecánica I y II y Resistencia de Materiales I, II y III, dieron origen a las asignaturas Dinámica I y II y a Mecánica de Materiales I, II y III, además de la inclusión de las asignaturas Mecánica Computacional I y II (USB, 2008). Por supuesto, estos cambios se hicieron por la

necesidad de adecuar el pensum a las características cambiantes del entorno laboral venezolano, además de cubrir algunas lagunas en área consideradas importantes.

La asignatura Máquinas Volumétricas, desde su inclusión en el pensum como asignatura obligatoria para el 5° año de la carrera, ha tenido como objetivo principal instruir al estudiante sobre los principios de funcionamiento, selección, aplicaciones e instalación de los diferentes tipos de máquinas volumétricas (USB, 2008).

Una evaluación realizada en el año 2005 aplicando la metodología SECAI, desarrollada por el programa Columbus de la Comunidad Económica Europea (Aparicio *et al*, 2005) dejó en evidencia, que aunque en general el nivel de enseñanza es bueno en la carrera de Ingeniería Mecánica, se evidencian problemas como la falta de conexión entre los diferentes conocimientos impartidos, la falta de balance entre los conocimientos teóricos y el trabajo práctico realizado por los estudiantes, la necesidad de reforzar el trabajo en equipo y la falta de habilidades gerenciales.

Por supuesto estos problemas no son exclusivos de la carrera de Ingeniería Mecánica de la USB, por ejemplo Smith, 2002, ha indicado problemas semejantes entre estudiantes de Ingeniería Automotriz y Short, 2002, al analizar varias universidades norteamericanas, ve problemas semejantes y concluye sobre la necesidad de reforzar el trabajo práctico entre los estudiantes.

En un estudio realizado en 2006 (Moreno y Pérez, 2006), entre estudiantes de la asignatura Máquinas Volumétricas y basado en el trabajo de Álvarez y Pérez (Álvarez, A., Pérez, M., 2005), reportó como características resaltantes, según los propios estudiantes, su actitud pasiva en el proceso de aprendizaje, además de dificultades para desarrollar competencias deseables en el campo laboral en las diferentes asignaturas del pensum de Ingeniería Mecánica. A raíz de estos resultados, se evaluaron los contenidos de la asignatura Máquinas Volumétricas, que mostraron potencial para desarrollar actividades que permitieran desarrollar competencias deseables en el mercado laboral.

Entre las competencias a desarrollar se escogieron principalmente dos, por su impacto en el mercado laboral: la capacidad de trabajo en grupo y la creatividad.

Para esto se diseñaron nuevas actividades, como un concurso de diseño y construcción de bombas de desplazamiento positivo y la creación de "Empresas de Ingeniería", para elaborar la ingeniería conceptual de problemas reales. Además se reforzaron las actividades grupales ya presentes en la materia, como la presentación de artículos científicos y la presencia en el laboratorio.

Le respuesta del grupo fue altamente positiva a la actividad y mostró que los estudiantes están dispuestos a dar lo mejor de sí, incluyendo una mayor carga de trabajo, si se encuentran lo suficientemente motivados.

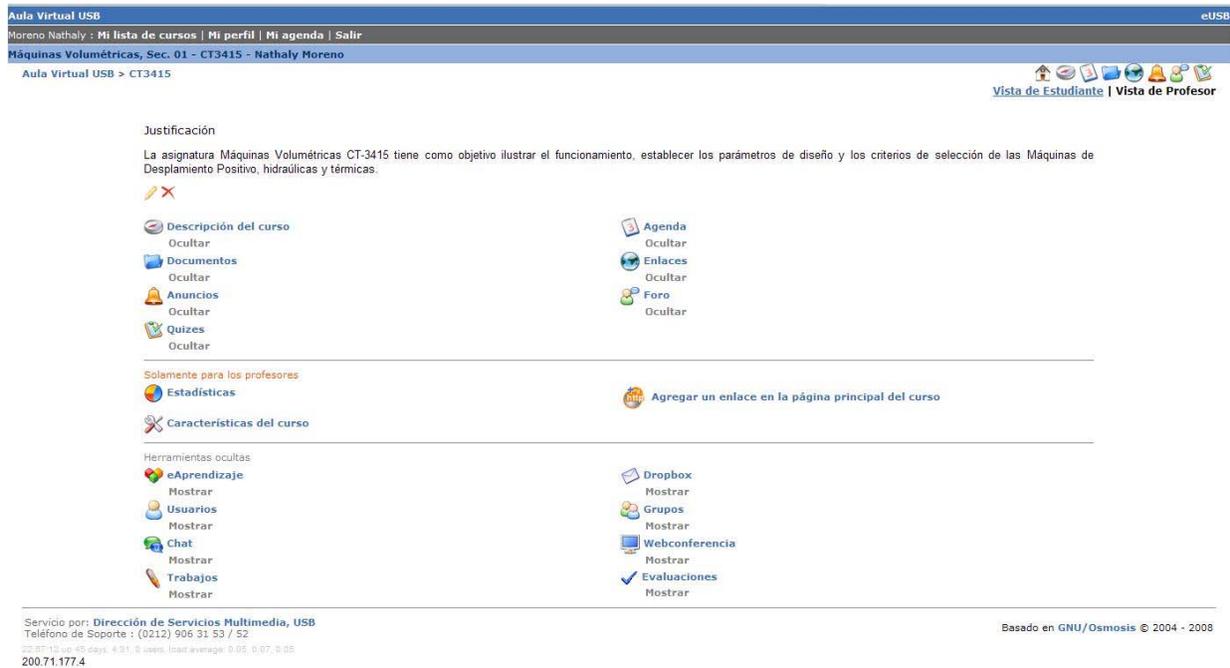
Desde el año 2005, la USB cuenta con la plataforma Osmosis (<https://asignaturas.usb.ve/osmosis/dokeos/>) como su espacio para la docencia y educación usando las tecnologías de la educación y la comunicación. La plataforma alberga 1377 cursos y aproximadamente 24000 usuarios, de los cuales 705 son profesores y el resto estudiantes.

Es por esto que el presente trabajo tiene como objetivo mostrar el nuevo diseño de instrucción desarrollado para la asignatura Máquinas Volumétricas, teniendo como base conciliar los cambios introducidos en el año 2006 en la materia y además promover un rol más activo de los estudiantes en el proceso de aprendizaje que los lleve a adquirir competencias deseables en el campo laboral.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL CURSO ACTUAL DE MÁQUINAS VOLUMÉTRICAS.**

El curso comprende cinco áreas principales: bombas reciprocantes, bombas de diafragma, bombas rotativas, motores de combustión interna y compresores volumétricos, se realizan dos prácticas de laboratorio, bombas de cavidad progresiva y motor Ricardo, un concurso de diseño y construcción de bombas volumétricas y una actividad adicional que puede alternar entre la búsqueda, traducción y presentación de un artículo técnico o la actividad denominada "Empresas de Ingeniería" en donde los estudiantes trabajan en grupos realizando la ingeniería conceptual de un proyecto real. El concurso y "Empresas de Ingeniería" fueron introducidas en el año 2006 (Moreno y Pérez, 2006).

En el Aula Virtual, ver Figura 1, se encuentran las ayudas didácticas del curso. De todas las herramientas disponibles en la plataforma Osmosis, se hace uso de las siguientes: Descripción del curso, Documentos, Anuncios, Quizes, Agenda, Enlaces y Evaluaciones. De acuerdo a las estadísticas que se obtienen de la misma plataforma, las secciones más usadas son Agenda, Documentos, Anuncios y Enlaces, siendo el promedio de accesos 400 por trimestre, aunque el periodo Enero-Marzo 2008 presenta un incremento importante a 776 accesos.



**Figura 1: Aula Virtual de la materia Máquinas Volumétricas**

En la sección Documentos se encuentran las ayudas bibliográficas del curso, una guía, que sirve como hilo conductor del curso y que es la recopilación de informaciones provenientes de diferentes fuentes, ya que dada la complejidad de los aspectos estudiados no hay un libro único. El material de clases de los contenidos bombas reciprocantes, de diafragma, rotativas y motores de combustión interna se encuentra disponible, de forma tal que los estudiantes puedan llegar a clases ya con el contenido leído. Igualmente se encuentran las preparadurías, prácticas de laboratorio, catálogos y problemarios.

La evaluación se basa en dos exámenes parciales, en las semanas 6 y 12 del curso, dos informes de laboratorio, informe sobre el diseño y construcción de la bomba volumétrica y dependiendo de la actividad propuesta para ese trimestre, una exposición y una traducción crítica del artículo técnico seleccionado o una presentación y un informe final para “Empresas de Ingeniería”.

Sesenta por ciento de la nota final corresponde a actividades individuales y el cuarenta por ciento restante corresponde a actividades grupales, con el fin de fomentar el trabajo en equipo, el razonamiento crítico y un adecuado empleo del tiempo.

### 3. EVALUACIÓN DEL CURSO ACTUAL DE MÁQUINAS VOLUMÉTRICAS.

Si nos atenemos a los objetivos expuestos en el programa de la materia, se evidencia que el nivel cognitivo exigido es bajo, de acuerdo a la taxonomía de Bloom (Aguilar, 2004), ya que se concentran en los niveles de información, comprensión y aplicación, los cuales aplican muy bien es un esquema conductual del proceso de enseñanza, y no cuando lo que se requiere es que el estudiante sea capaz de desarrollar habilidades cognitivas de

medio y alto nivel, como análisis, síntesis y evaluación, tal como correspondería a estudiantes de último año de carrera.

En relación a los documentos disponibles, se ha observado que muy pocos estudiantes llevan a clases las notas correspondientes y rara vez le han dado una lectura antes de clase. Como los exámenes llevan una sección de teoría, se nota un incremento importante de enlaces con la sección Documentos el día previo al examen, según muestra la sección Estadísticas del Aula Virtual, evidenciando que los estudiantes subestiman los aspectos teóricos y que posiblemente estén concentrando su esfuerzo solo el día antes al examen. Ya esto evidencia aspectos como manejo inadecuado del tiempo y que no hay seguimiento de la evolución de la materia.

En relación a los informes de laboratorio y la selección, traducción, análisis y exposición del artículo técnico, la tendencia entre los estudiantes es separar los trabajos, uno para cada miembro del equipo y rara vez se produce el trabajo conjunto, por ejemplo se ha notado que para la exposición del artículo técnico, cada uno de ellos realiza su parte en la presentación, la cual ensamblan en oportunidades mientras sus otros compañeros exponen, pero no conocen de que trata la parte de sus compañeros de equipo. Otro aspecto importante es el desconocimiento que tienen los estudiantes sobre los recursos disponibles en la Biblioteca de la USB, en particular el uso y consulta de las bases de datos electrónicas y de la hemeroteca.

También en los informes de laboratorio se ha notado desconociendo de lo que significa la elaboración de un informe de campo para caracterizar un equipo rotativo, deficiente manejo de términos estadísticos y el concepto de cifras significativas, además que no buscan bibliografía adicional que les permita mejorar su nivel de información y por ende de análisis de resultados.

En cambio, para la actividad del concurso los estudiantes han manifestado una preparación de varias semanas, verdadero trabajo de equipo en reuniones previas y como tienen un monto límite de gastos, deben buscar opciones utilizando materiales de desecho, lo cual favorece un acercamiento crítico a la actividad (ver Figura 2).



**Figura 2: Imágenes del primer concurso de diseño y construcción de bombas volumétricas (Marzo 2006)**

En “Empresas de Ingeniería” la mayor dificultad ha estado en conseguir proyectos reales, de dificultad equivalente, que puedan ser desarrollados, a nivel de Ingeniería Conceptual por grupos de 10 estudiantes y que la división del trabajo entre ellos sea equivalente. Desde el punto de vista de los estudiantes, han manifestado dificultades para reunirse, aquí si entienden la necesidad de trabajar en equipo, y de conciliar el empleo del tiempo entre ellos, pero consideran que la actividad les ha permitida ampliar su visión en relación al trabajo que podrán

realizar una vez egresados y utilizar la web para actividades técnicas. Esto último puede relacionarse con el poco interés que muchos estudiantes manifiestan hacia la sección Enlaces, según lo muestra la Estadística en el Aula Virtual, la cual incluye hipervínculos hacia más de 30 páginas web relacionadas con los temas del curso.

Otras características observadas son: dificultades para el uso de unidades, magnitudes, la creencia de que los contenidos de materias vistas anteriormente no son de utilidad para esta materia, baja autoestima, falta de conexión entre la realidad que los circunda y los conocimientos adquiridos en la universidad.

#### **4. MODIFICACIONES PROPUESTAS AL DISEÑO INSTRUCCIONAL DE LA MATERIA MÁQUINAS VOLUMÉTRICAS.**

Tomando en cuenta los elementos enunciados en la sección anterior se quiere desarrollar un diseño de instrucción para la materia Máquinas Volumétricas que permita corregir las deficiencias encontradas y dotar al estudiante de herramientas analíticas que le permitan un mejor desempeño en el área profesional.

Siguiendo la metodología propuesta por Aguilar (**Aguilar, 2004**) se distinguen dos tipos de componentes dentro del diseño de instrucción: los componentes esenciales o básicos y los componentes específicos.

##### **COMPONENTES ESENCIALES**

Constituyen la plataforma de diseño, por lo que se hizo necesario definir las expresiones de logro, los contenidos y el sistema de evaluación que permitan cristalizar la nueva orientación que se le quiere dar a la materia.

Tomando en cuenta la naturaleza técnica de los contenidos a impartir, se considera que los objetivos son la expresión de logro más adecuada, por lo que se decidió, como primera aproximación, formular un objetivo terminal y al menos 5 objetivos específicos.

Para la selección de los contenidos a incluir, se parte de los contenidos básicos indicados en el programa de la materia, pero se introdujeron cambios a nivel de ubicación temporal, con el fin de optimizar los recursos disponibles e incluir espacios para la síntesis de contenidos. Todos los contenidos tienen una estructura común: definición, clasificación, descripción de las partes, características de operación, normativas, dimensionamiento y selección de equipos y sistemas.

Para la definición del sistema de evaluación se consideró importante incluir dos nuevos elementos: una evaluación diagnóstica, donde no solo se conozcan las expectativas ante el curso, sino también su grado de familiarización con contenidos dictados en otras materias, pero que son de uso común en máquinas volumétricas y así desarrollar actividades que permitan un rápido re-aprendizaje y utilización; una evaluación al término de cada contenido con el fin de favorecer el mantenimiento al día de la materia y promover la auto-evaluación del estudiante. Estas evaluaciones estarán incluidas en el Aula Virtual, bajo la figura de Quizes, en donde los estudiantes tienen un espacio de tiempo para contestar pruebas de selección simple o múltiple y de llenar encuestas.

Se desea incorporar una nueva práctica de laboratorio, banco de compresores recíprocos y actividades al cierre de cada contenido, más allá de las preparadurías, en donde se fomente el planteamiento y evaluación de soluciones a problemas que impliquen sistemas, más que equipos. Se conservan los dos exámenes parciales, el concurso de construcción de bombas y si la disponibilidad de proyectos lo permite la actividad de “Empresas de Ingeniería”, si no se realiza la actividad de exposición de artículos técnicos.

##### **COMPONENTES ESPECÍFICOS.**

Se busca, como primera aproximación, que la estrategia de aprendizaje al comienzo del curso esté basada en el accionar del profesor y que progresivamente el estudiante vaya tomando un papel más importante, es por eso que al comienzo de cada contenido el profesor se encargará de dictar los conocimientos esenciales y para las actividades de análisis y síntesis, los estudiantes tomen el rol protagónico a través del estudio de sistemas, en donde deberán investigar sobre disciplinas conexas al tema y plantear soluciones al problema dado.

Dada la naturaleza del curso, no es posible utilizar un método único, por lo que de acuerdo a la actividad a desarrollar se favorecerá un acercamiento deductivo-activo, la proporción cambiará de acuerdo al protagonista de

la actividad. Para esto se utilizarán técnicas como la exposición interactiva, el análisis de casos, la tormenta de ideas, resoluciones de problemas y discusiones no presenciales, a través de la herramienta Foros del Aula Virtual.

Una de las ventajas del nuevo diseño, es que una parte importante de los medios impresos y audiovisuales ya están en uso y han sido sometidos a un proceso de crítica y revisión por parte de los estudiantes, por lo que quedaría concentrarse en los contenidos que todavía no están cubiertos y el desarrollo de los materiales a utilizar en los estudios de casos.

Para la concreción de este diseño los recursos necesarios pueden clasificarse como humanos: presencia del profesor y de un preparador, técnico de laboratorio y la presencia de conferenciantes invitados. Los recursos materiales necesarios, además del salón de clases equipado con retroproyector o video beam, bancos de prueba en laboratorio y por supuesto el acceso para los estudiantes al Aula Virtual.

El cronograma de ejecución contempla aproximadamente 2 semanas para cada contenido y también contempla espacios para las evaluaciones de medio y fin de curso, resolución de problemas, prácticas de laboratorio y exposiciones.

Anexo se encuentra el nuevo diseño de instrucción propuesto para la materia Máquinas Volumétricas, que se espera implementar a partir de Septiembre de 2008.

## 5. CONCLUSIONES

La evaluación periódica, por parte de profesores, estudiantes, empleadores y la sociedad en general, de los planes de estudio de las carreras impartidas por nuestras universidades, es una herramienta clave para el desarrollo de nuestras sociedades.

Se debe promover el desarrollo en nuestros estudiantes de competencias deseables en el campo laboral a través de cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje, salir de esquema expositivo, liderizado por el profesor, donde el estudiante es solo un receptor de información, con dificultades para analizarla de manera crítica.

Es fundamental el desarrollo de herramientas de evaluación que permitan medir el impacto del nuevo esquema propuesto, corregir sus deficiencias y potenciar sus aspectos positivos.

## REFERENCIAS

- Universidad Simón Bolívar, Coordinación de Ingeniería Mecánica, <http://www.mec.coord.usb.ve/home.html>, 08/04/2008,
- Aparicio, F., Alba, F., Sanabria, J.I. "Informe Evaluativo sobre la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Simón Bolívar", SECAI, Caracas, Octubre 2003.
- Smith, C. "The Role of the SAE Student Race Car Competition in Engineering Education," II Congreso de Gerencia y Tecnología Automotriz, Universidad Simón Bolívar, Julio 2002, presentación oral.
- Short, E., "Knowledge and the educative functions of a university: designing the curriculum of higher education," *Journal of Curriculum Studies*, Vol. 34, No. 2, 2002, pp. 139-148.
- Moreno, Nathaly, Pérez, Martín. "Inducción de Cambios en el Modo de Aprendizaje de los Estudiantes de Ingeniería Mecánica", Memorias del Primer Congreso de Enseñanza en la Ingeniería, Maracaibo, Julio 2006.
- Álvarez, A., Pérez, M.: "Bases para la determinación de competencias en la formación del ingeniero mecánico desde la perspectiva del modelo de "consorcio universitario"", Tesis de Grado Ingeniería Mecánica, Universidad Simón Bolívar, Septiembre 2005.
- Aguiar, Joel. "WI Diseño de Instrucción en la Planificación de la Enseñanza", Material de Enseñanza, reedición 2004.

### ***Autorización y Renuncia***

*Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en los procedimientos de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito*

***Authorization and Disclaimer***

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.