

# Modelo de Enseñanza de Neumática y Automatización para Ingenieros

**Gustavo A. Rodríguez**

Universidad Simón Bolívar, Caracas, DF, Venezuela, grodriguez@usb.ve

**Jorge E. Torres**

Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Táchira, Venezuela, jtorres@unet.edu.ve

## RESUMEN

Hoy en día con el avance de la ciencia y tecnología se han automatizado muchos procesos, es así como las industrias y empresas exigen la demanda de ingenieros con fuertes conocimientos en esta área. Este trabajo presenta un curso modelo para la enseñanza de conocimientos en el área de neumática y automatización. El curso se divide en tres áreas que llevan al estudiante desde los conocimientos básicos del principio de neumática hasta el desarrollo de procesos automatizados. El modelo de enseñanza está basado en la filosofía de aprender haciendo, filosofía que emplean los países con mejores índices de modelo educacional. Como resultado, no sólo se ha logrado elevar el interés y motivación de los estudiantes hacia el curso sino que se ha contribuido a descubrir la vocación de algunos estudiantes quienes una vez finalizado sus estudios han logrado su inclusión en el campo laboral para desempeñarse en esta área tan importante para el desarrollo de cualquier país.

**Palabras claves:** Enseñanza, Neumática, Automatización

## ABSTRACT

Now a days with the development of sciences and technology many process have been automated, so as industries and companies demand engineers with expertise in this area. This paper presents a model course to teach pneumatic and automation. The course is divided into three area that lead the student from basic knowledge on pneumatic until automated processes. The education is supported by the philosophy learn by doing, which is used by countries with better educational model indices. As conclusion, not only it is elevated interest and motivation of the students, but their future is discovered and once that they have finished their studies they make inclusion in companies in this area.

**Keywords:** Teaching, Pneumatic, Automation

## 1. INTRODUCCION

La neumática industrial remonta sus orígenes a principios del siglo pasado. En aquel entonces se logró pasar de mecanismos accionados manualmente a ciclos completos de procesos semi-automáticos y otros totalmente automáticos. La neumática admite infinidad de aplicaciones en el campo de máquinas, herramientas, así como casi una totalidad de procesos industriales. Las principales ventajas son: sencillez de los elementos de mando, rapidez de movimiento y respuesta, la utilización de energía limpia y la economía de los sistemas neumáticos una vez instalados. Quizás la principal desventaja es que se requiere de una inversión añadida por la automatización y el mantenimiento constante del estado del aire.

Actualmente varias universidades dictan un curso de manera separada, en algunos cursos sólo se dedican a la enseñanza de neumática, otros solo principios de automatización y otros por tratar de fusionar las áreas y cumplir

con los programas de la materia no logran cumplir las expectativas de los estudiantes, ya que las horas del salón de clase no les permite profundizar en el aprendizaje de esta área.

A nivel universitario este tipo de curso se dicta a los estudiantes como una electiva, es decir, forma parte de la preparación final que el estudiante recibe antes de incorporarse al mercado laboral.

Por otro lado, la educación tradicional ha estado basada en una transmisión de conocimientos desde el profesor hacia un grupo de alumnos que escucha atentamente tratando de asimilar las ideas transmitidas. Esto se transforma en una metodología de enseñanza expositiva, a esto se debe agregar la necesidad de desarrollar clases excesivamente largas para acercarse a los objetivos del programa de manera clara y entendible por el alumno y, en la mayoría de los casos, el docente dispone de poco tiempo curricular (Roger y Scaife, 1997, Grabiner y Dunlap, 1995; Ramesh et al, 2002). Esto provoca que los estudiantes, se sientan inconformes por no haber comprendido el tema desarrollado o por no haber podido participar de manera activa, perdiendo el interés en asistir a clases siguientes (PrüBner et al, 2001, Horacio, 2006). El objetivo del presente trabajo ha sido la creación de actividades de aprendizaje apoyadas en programas de simulación y diseño (herramientas CAD) y reforzadas con prácticas de laboratorio. La Internet y cantidad de información a la que el alumno tiene acceso hace posible que el alumno profundice el marco teórico objeto de estudio a su propio ritmo, es decir, se aprovecha más las horas de clase para reforzar y aclarar los fundamentos de la neumática y automatización. Es importante mencionar que la experiencia obtenida con este nuevo curso ha sido, que las horas de clases se han extendido por motivación de ambos, estudiantes y profesores, en la cual el estudiante encuentra divertido y entretenido el aprendizaje de un área tan importante para su desarrollo profesional.

En general, la cercanía que tienen los alumnos desde niños a una cantidad de juegos infantiles, que van desde carros pilotados por control remoto, robots e incluso los mismos celulares, desarrollan habilidades en los estudiantes desde tan corta edad que cuando llegan al salón de clase están a la espera de adquirir conocimientos del por qué y cómo modificar esos juegos. Es aquí donde el profesor debe tomar decisiones de romper patrones de enseñanza adecuados a las nuevas generaciones. Recientemente, las empresas LEGO y National Instrument se fusionaron para desarrollar un “juego” llamado MINDSTORM, juego que ellos mismos han llamado el regalo que todo ingeniero debe recibir. Este juego contempla piezas de LEGO que permiten construir varios robots que pueden ser controlados por un PLC, el cual es programado a través del computador con el software LabView de National Instrument. Es decir, un estudiante que ha tenido acceso a este tipo de juego, ya conoce y domina las herramientas objeto de estudio, por lo cual en un curso de neumática y automatización se debe enfocar el aprendizaje a elementos de control y programas de computador que permitan a los estudiantes extrapolar esas herramientas y conocimientos adquiridos a procesos y máquinas industriales. A continuación se presenta el enfoque para el aprendizaje de la neumática y automatización desarrollado en este trabajo.

## **2. BOSQUEJO DEL MODELO DE ENSEÑANZA**

El esquema de enseñanza desarrollado en ese trabajo para el aprendizaje de neumática y automatización se sintetiza en tres áreas: Neumática, Electroneumática y Controladores Lógicos Programables, mejor conocido por sus siglas en inglés como PLC. En cada una de las áreas se invierten pocas horas de clase a docencia directa, en la cual se da una introducción del tema, se enseñan los elementos y herramientas principales del tema estudiado, así como diagramas y esquemas del proceso automatizado, de forma tal que el aprendizaje completo es logrado a través de tareas en las cuales el estudiante aprende el principio de funcionamiento realizando simulaciones con programas de sistemas de control de neumática y luego refuerza sus conocimientos con montajes experimentales de los mismos procesos simulados en el computador. Como menciona Torres y Redondo (2006), cuando un estudiante es provisto con medios para experimentar y aplicar la teoría al mundo real, no sólo mejora el entendimiento de los conceptos teóricos, sino también le da confianza para enfrentar situaciones complejas. Con esta metodología el estudiante también descubre elementos de control que no son dados a conocer en las horas de docencia directa por disponibilidad de tiempo y recursos. Además, los aprendices han mostrado habilidades en el manejo y aprendizaje de los programas de simulación neumática, con pocas horas de docencia y con ejemplos sencillos, el estudiante al final del curso domina el programa.

La evaluación final del curso se hace a través de la asignación de un proyecto en el cual el educando debe reproducir un proceso industrial asignado por el profesor.

Es importante que el profesor tenga paciencia en el proceso de evaluación, es claro que el proceso de aprendizaje hace que el estudiante dedique mas horas de atención que lo normal. Los estudiantes por su parte se esfuerzan más pero disfrutan de sus experiencias mientras aprenden. Todo proceso de aprendizaje requiere de tiempo y planificación y el profesor también debe dedicar más horas de lo usual a la planificación de las clases y atención de los estudiantes. Como menciona Ocampo (2008), una de las ventajas de este modelo de instrucción es que aumenta el nivel de responsabilidad del estudiante en su propio aprendizaje y fomenta el desarrollo de estrategias personales de aprendizaje autónomo, investigación y comunicación. Además, provee una manera de crear clases más flexibles y accesibles de forma tal de beneficiar a estudiantes. En general el concepto de aprender haciendo está directamente asociado con el concepto de recursos combinados, los cuales son herramientas variadas que extienden la oportunidad de interrelación entre el maestro y los alumnos, como el trabajo en equipo entre los alumnos.

En el transcurso del curso se dedican horas de clase a visitas guiadas a empresas dedicadas al área de neumática y automatización, incluso se organizan visitas a laboratorios de la misma universidad donde el estudiante ve e identifica los procesos de control, así como reconoce dispositivos neumáticos y electroneumáticos que poseen las máquinas. Esta experiencia ha sido bien valorada por los estudiantes.

### **AREA DE NEUMATICA**

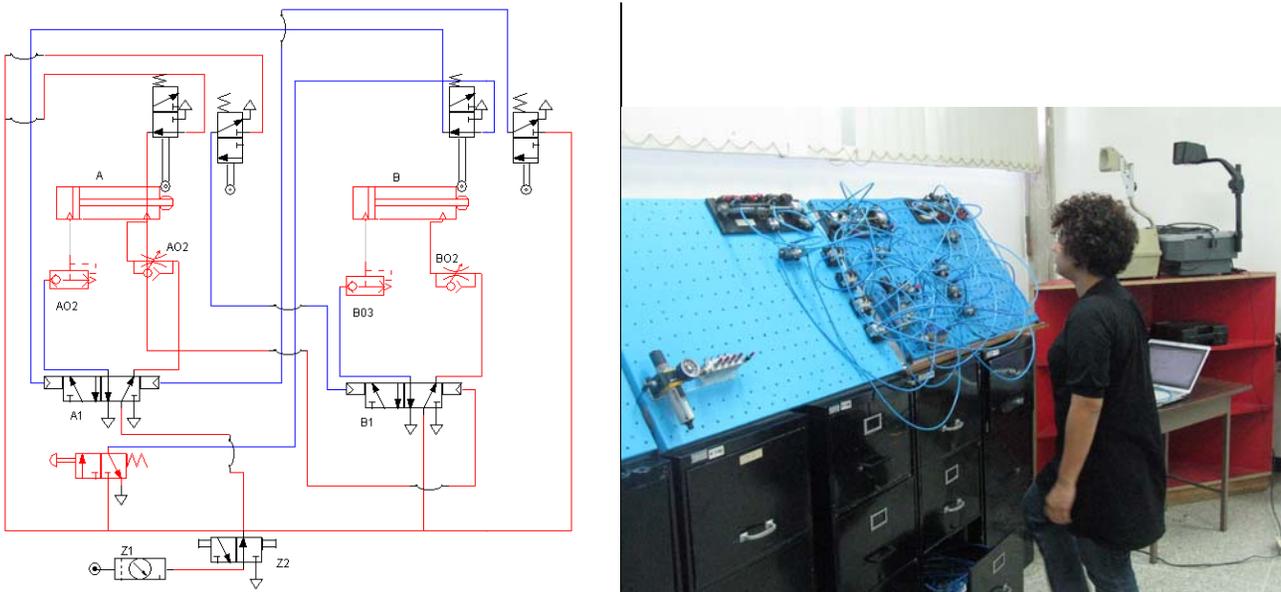
En la Universidad Simón Bolívar se utiliza un programa de simulacion comercial. Este programa es comúnmente usado para desarrollar procesos automatizados (neumaticos, electricos, hidraulicos y de programacion logica). En la primera fase se enseña a los estudiantes los principios de la neumática, se dedican al conocimiento del aire comprimido, calculos básicos de los compresores, dispositivos necesarios para el tratamiento del aire comprimido, así como unidades de mantenimiento. Luego se les enseña algunos elementos neumáticos, como cilindros, válvulas 3/2 y 5/2, válvulas antiretorno, válvula reguladora de presión, unidades de mantenimiento, reguladores de caudal, y simbología empleada, tipos de diagramas y esquemas de trabajo. Es obligado a los estudiantes a formar grupos de trabajo, es decir, los estudiantes no sólo aprenden conocimientos del área de estudio sino que también aprenden a organizarse para realizar las tareas asignadas.

La figura 1 muestra un ejemplo de una tarea propuesta en esta primera fase del curso. Básicamente una vez que el estudiante conoce las herramientas de trabajo (programa de simulación y algunos elementos de control) él o el grupo de estudiantes se ven obligados a pensar cómo lograr que los elementos neumáticos sean empleados para reproducir el proceso de control asignado. Esta tarea consistió en que ellos deben lograr reproducir el movimiento alterno de dos cilindros (A y B). La figura 1a) muestra el esquema realizado por un grupo de estudiantes y se observa cómo, una vez completado el montaje, los estudiantes exploran elementos neumáticos que hacen que el proceso sea lo más real e industrial posible. El profesor los guía en todo momento, se les advierte la importancia de paradas de emergencia (válvula de 3/2, elemento Z2) para detener el proceso por cualquier incidencia. Todos los grupos realizan simulaciones distintas, hay quienes exploran agregar reguladores de caudal (elementos AO2, AO3, BO2, BO3), otros agregan elementos para accionamiento manual, elementos que permiten el ciclo automático; al final se discuten y comparan todos los montajes, de modo que con el debate se logre un aprendizaje completo.

Una vez realizada la simulación y los estudiantes hallan evaluado el proceso automatizado, deben realizar un montaje experimental. La compañía FESTO, posee un KIT de elementos, tablas, diapositivas que facilitan los montajes y experiencias prácticas. Los instructores, para poder cubrir la demanda de alumnos, aprovechan las herramientas de otros laboratorios para construir KITS de enseñanza semejantes al empleado por FESTO.

Es importante mencionar que este curso era dictado de manera expositiva por no poseer elementos para realizar montajes prácticos, incluso en principio no se tenía el recurso del programa de simulación, la cantidad de inscritos apenas alcanzaba 4 estudiantes por trimestre, es decir, los estudiantes perdieron interés en la materia. Luego de implantar cambios en el proceso de enseñanza se ha tenido que limitar el número de alumnos inscritos, y se ha dictado el curso continuamente. Ahora son los mismos estudiantes que solicitan al departamento que la electiva

sea ofertada para ellos poder cursar la materia. Todo esto deja entrever cómo los estudiantes desean que este modelo de enseñanza sea empleado para dictar una materia.

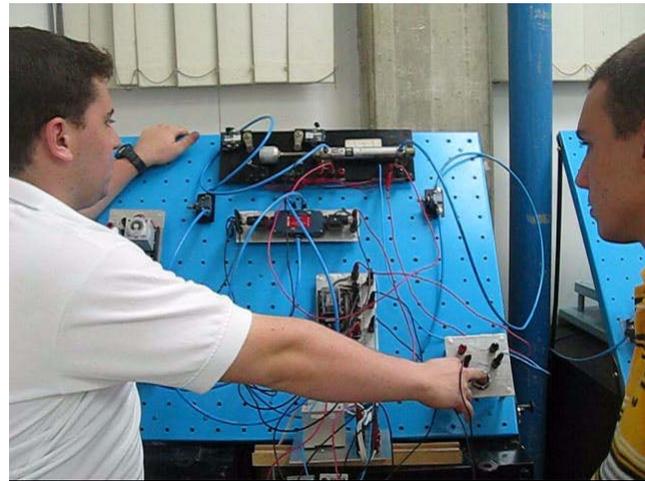
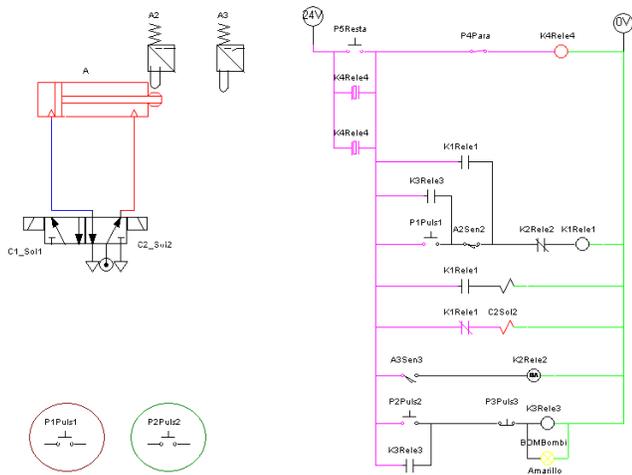


**Figura 1: Simulación y montaje neumático realizado por estudiantes**

### ÁREA DE ELECTRONEUMÁTICA

Una de las desventajas de trabajar con neumática pura es la cantidad de conexiones que se requieren para lograr un proceso. Los avances de la ciencia han permitido la creación de nuevos elementos que pueden ser controlados por la electrónica, dicho de otra manera, las empresas se han adaptado a los cambios en esta área, que ofrece nuevos elementos de control más simples. Es necesario que los estudiantes se interrelacionen con estas herramientas y los profesores deben fomentar el uso de recursos en clases que generen mayor entusiasmo y motivación hacia el aprendizaje. La figura 2 muestra una práctica realizada por un grupo de estudiantes utilizando elementos de accionamiento neumáticos y control eléctrico del montaje. En este proyecto los educandos van desarrollando aplicaciones industriales. En toda máquina o proceso automatizado se deben tener en cuenta variables como: alarmas, paradas de emergencia, varias opciones de mando (accionamiento manual, automático, periódicos, etc.), la electrónica permite realizar todos estos controles de forma más objetiva. Los estudiantes realizan los mismos montajes hechos en tareas anteriores con elementos solamente neumáticos y al comparar descubren la importancia y beneficio de la electroneumática. En la figura se muestra el control de un pistón con varios pulsadores, relés y bombillos. En este tema los alumnos aprenden a realizar diagramas de máquinas (electrónicos y mecánicos), también se familiarizan con los términos comúnmente empleados. La simulación y posterior experiencia práctica hace que los estudiantes tengan confianza en sus propias habilidades adquiridas y que estén satisfechos con los resultados de sus experiencias de aprendizaje.

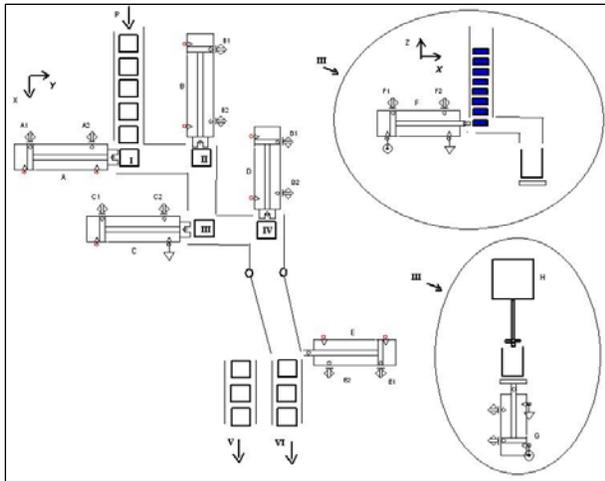
Como parte de la evaluación, es asignado a los estudiantes que realicen reparaciones de elementos electrónicos e incluso ayuden al profesor a buscar y adquirir elementos de control que faciliten el desarrollo de las prácticas experimentales. Esto no sólo genera interés por la materia sino que les desarrolla habilidades en un campo de estudio que es relativamente nuevo para ellos, ya que los estudiantes son de la carrera de ingeniería mecánica. Por otro lado, se adiestran en la investigación y se actualizan en las últimas tendencias del área.



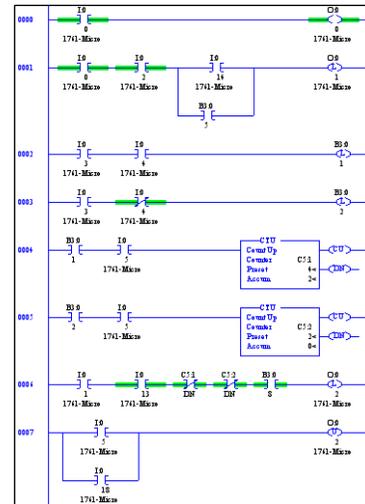
**Figura 2: Simulación y montaje electroneumático**

### AREA DE PLC

La automatización agrupa una serie de herramientas teóricas y tecnológicas que intervienen en la concepción construcción y el empleo de los sistemas automáticos (García, E. 2001). El conjunto de los métodos matemáticos (cálculo de fuerza, análisis cinemática) y de síntesis (diagrama de Espacio-Fase, sistemas de control, Graceft, Programación lógica) que los estudiantes aprenden durante la carrera de ingeniería tienen que ponerse en práctica al momento de desarrollar un proyecto de automatización, también deben conocer los distintos elementos tecnológicos que existen en el mercado industrial (actuadores, sensores, relés, pulsadores, sistemas de comunicación, controladores). Por lo cual al final del curso los estudiantes desarrollan un proyecto donde puedan poner en práctica los conocimientos adquiridos, la creatividad es una herramienta fundamental en la búsqueda de una posible solución al proceso industrial asignado por el instructor. Son los estudiantes los que construyen un montaje con los dispositivos existentes en el laboratorio, este montaje constan de elementos neumáticos y eléctricos (analógicas y digitales) que son controlados por un dispositivo lógico programable (PLC) trabajando con distintas entradas y salidas. Desarrollando un procedimiento metodológico para la solución, donde empiezan con el diagrama espacio-fase donde deciden si utilizarán un control a lazo abierto o cerrado, luego con el método Grafcet definen el control de etapas y transiciones. Para luego diseñar un programa por lógica ladder (KOP) o por bloques de funciones (FUP). Este programa lo simularán (desconexión de energía eléctrica, stop, parada de emergencia) para corregir posibles fallas de programación en la lógica. En la etapa final del proyecto calibrarán y ajustarán los sensores, corregirán los tiempos dentro del PLC, ajustarán las velocidades de los actuadores para poder poner a punto el prototipo del proceso industrial (ver figura 4). Aquí los estudiantes tendrán una experiencia con los posibles problemas físicos que se pueden presentar en una maquinaria, los cuales no pueden predecir con una simulación, pero sin embargo podrán valorar las distintas herramientas computacionales que los ayudarán a solucionar un problema de la vida real. Como se describe el objetivo del proyecto es que los estudiantes trabajen en equipo y puedan demostrar sus habilidades y conocimientos, con los dispositivos neumáticos, eléctricos y de control. El esquema mostrado en la figura 3, es un proyecto asignado como evaluación final, los estudiantes deben lograr reproducir el proceso, el cual en este proyecto consiste en trasladar un material (puede ser caja, medicina, bloques, etc.) de un punto a otro y luego debe ser almacenado. Los estudiantes deben realizar todo el proceso, es decir, los estudiantes deben ingeniarse con las herramientas disponibles en el salón de clases cómo lograr el proceso deseado.



**Figura 3: Esquema del proyecto final**



**Figura 4: Montaje del proyecto final**

### ACTIVIDADES EXTRAS

Durante el trimestre, a medida que el estudiante va adquiriendo conocimientos teóricos y prácticos, el instructor organiza visitas a laboratorios, donde ellos deben reconocer los elementos neumáticos y eléctricos que se encuentran en las distintas máquinas. También ellos analizan y refuerzan, a través del contacto visual, cómo es realizado un sistema de distribución de aire comprimido para llevar la presión a los distintos mandos de control.

Al final del curso, es programada al menos una visita industrial a empresas dedicadas al diseño y fabricación de máquinas para automatizar procesos de las industrias. Esto permite que los estudiantes se den cuenta que el proceso de aprendizaje adquirido por ellos es muy semejante al empleado por las empresas. Por otro lado, les permite aclarar dudas y generar nuevas inquietudes, de todo lo que implica el diseño y construcción de estas máquinas. También les deja visualizar cómo será su trabajo, cómo será el ambiente dentro de la empresa y en algunos casos los estudiantes logran incorporarse a estas empresas para realizar pasantías y así iniciarse en su carrera profesional.

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proceso de aprendizaje con tareas y actividades prácticas proporciona la oportunidad a estudiantes y profesores para construir conocimientos efectivos. Permite a su vez desarrollar habilidades en el manejo de programas de simulación, manejo de instrumentación, elementos neumáticos y programación de procesos, en fin, el estudiante logra una formación completa del área de estudio.

El modelo de enseñanza, hace que el estudiante entienda el principio de funcionamiento de los elementos de control, ya que los manipula. Esto no sólo les da una formación firme, sino que se aprovechan más las horas de clase. Además los estudiantes se forman como ingenieros, ellos evalúan y crean soluciones a los proyectos asignados, y en su proceso de diseño incluyen los elementos de construcción que son necesarios.

Las visitas a empresas son de vital importancia en el aprendizaje, ellos no sólo obtienen un panorama más claro de cómo es el ambiente de trabajo en una empresa, sino que al descubrir habilidades y deseos de especializar en esta área pueden incorporarse al mercado laboral.

Todo esto cambiando, fuentes de información, juguetes, tecnología, necesidades de las empresas y la educación debe cambiar para adecuarse a los nuevos paradigmas.

## REFERENCIAS

- Horacio, G. et al (2006). *Implementación de herramientas didácticas interactivas para la enseñanza de ingeniería*, <http://ing.unne.edu.ar/gd/menu.htm>, 12/01/06.
- García, E. (2001) “Automatización de Procesos Industriales”. Alfaomega grupo editor.
- Grabiner, S. y Dunlap, J. (1995). “Rich Environments for Active Learning”. Association for learning Technology Journal, Vol. 3, N° 2, pp 5-34.
- Ocampo, J. Roberto (2008). “Implementando Estrategias de Aprendizaje Combinado a la Enseñanza de Cursos de Ingeniería en UNITEC”. *Procedente del VI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, Tegucigalpa, Honduras. pp 1-8
- Torres, J. y Redondo, J. (2006). “Reparación y Automatización de una Máquina Universal de Ensayos”. *Procedente del VI congreso nacional de ingeniería mecánica*, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. pp 1-8
- Ramesh, S., Ching, T. y Sidhu, M. (2002). “Development of interactive multimedia in teaching engineering materials”. Proceeding of IEEE TENCON. pp 273-276.
- Roger, Y. y Scaife, M. (1997). “How can interactive multimedia facilitate learning”. First International work shop on intelligence and multimodalities in Multimedia. pp 123-142.

### ***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.*