

# *Avances de la Comunidad de Ingeniería (2009-Presente)*

*Noemí V. Mendoza Díaz Ph.D.*

*13 de Marzo del 2014*



# Contenido

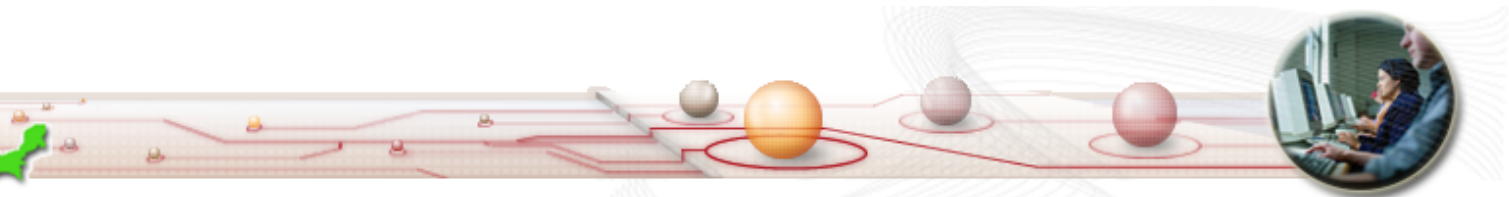
1. *Evolución de la Educación en Ingeniería. De programas de estudio a competencias y resultados*  
*“Input → Competencies and Outcomes”*
2. *Los tres últimos grandes cambios*
3. *“Engineering Education Schools & Departments in the USA”*
4. *Redes Internacionales*
5. *Proyectos y Actividades Colaborativas*



*Evolución de la Educación en Ingeniería. De programas de estudio a competencias y resultados*

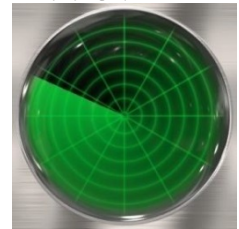
*“Input → Competencies and Outcomes”*

cudi



# De Programas de Estudio a Competencias y Resultados

- *Por los adelantos durante la XX Guerra mundial y rencillas con físicos se da el primer gran cambio (1935-1965); de un énfasis en la práctica a la inclusión de las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería (i.e. termodinámica o teoría eléctrica)*



- *Hasta los 80's, el énfasis en las escuelas de ingeniería estaba en lo que se debía "poner" en la mente de los estudiantes, por ejemplo, estas ciencias básicas (INPUT)*



# De Programas de Estudio a Competencias y Resultados



- *Con el fin de la guerra fría y el advenimiento de la globalización y la movilidad de ingenieros, se hizo necesario acreditar las ingenierías de manera internacional*
- *Además, para el año 2000, ABET ya había realizado una consulta con CEO's y directores de facultades haciéndoles la pregunta "Do you see engineers having the correct set of attributes for the next 20 years?"*
- *Así se da el segundo gran cambio, de programas de estudio a competencias y resultados*



# De Programas de Estudio a Competencias y Resultados

## Criterion 3. Program Outcomes

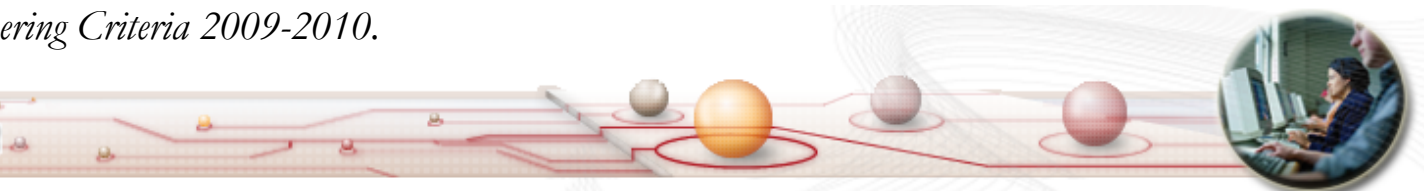
Engineering programs must demonstrate that their students attain the following outcomes:

- (a) an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering
- (b) an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data
- **(c) an ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability**
- **(d) an ability to function on multidisciplinary teams**
- **(e) an ability to identify, formulate, and solve engineering problems**
- (f) an understanding of professional and ethical responsibility
- **(g) an ability to communicate effectively**
- **(h) the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context**
- **(i) a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning**
- (j) a knowledge of contemporary issues
- (k) an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.

Program outcomes are outcomes (a) through (k) plus any additional outcomes that may be articulated by the program. Program outcomes must foster attainment of program educational objectives.

**There must be an assessment and evaluation process that periodically documents and demonstrates the degree to which the program outcomes are attained.**

*Fuente: ABET Engineering Criteria 2009-2010.*



# *De Programas de Estudio a Competencias y Resultados*

*“Because EC 2000 (ABET criteria) focuses on the learning outcomes of graduates rather than on the structure of educational curricula and programs, it provides a useful framework for evaluating the equivalence of preparation of engineering graduates from diverse educational systems and supports the development of processes for international recognition of engineering educational credentials”*



*Fuente: Lucena, Downey, Jesiek, & Elber. Journal of Engineering Education. 2008.*



# *De Programas de Estudio a Competencias y Resultados*

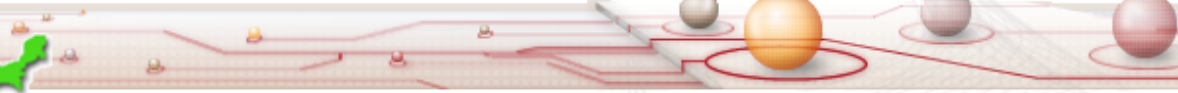
- ABET se ha convertido en una fuerza global ya que “empuja su agenda” de manera internacional*
- Agenda americana enfocada en generar un mayor número de ingenieros*





*Evolución de la Educación en Ingeniería. Los tres últimos grandes cambios.*

cudi



# *Los tres últimos grandes cambios*

*3. Énfasis en el Diseño en Ingeniería*

*4. Inclusión de teorías de aprendizaje y ciencias del conocimiento*

*5. Integración de tecnologías de información y tecnologías instruccionales*



# *Los tres últimos grandes cambios*

## *Énfasis en Diseño*

- *Noción de que la actividad distintiva de las ingenierías es el diseño*
  - *Cursos de Diseño Capstone (ultimo año)*
  - *Cursos de Diseño Cornerstone (primer año)*
  - *Modelo Entrelazado (Networked Model) por 4 años*

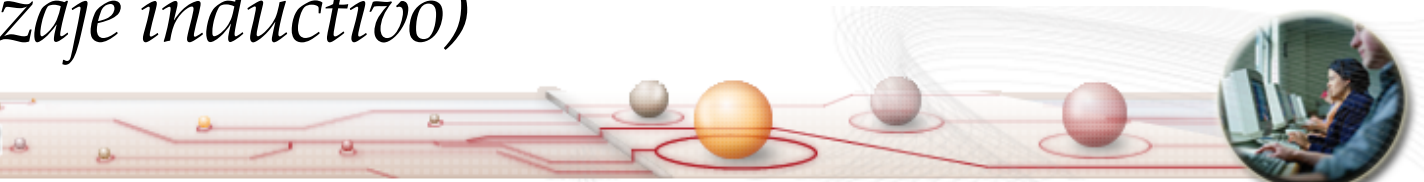


# Los tres últimos grandes cambios Teorías de Aprendizaje

- *Objetivos instruccionales*
  - *Taxonomía de Bloom*
- *Involucramiento personal y afectivo*
  - *Aprendizaje cooperativo, activo, comunidades de aprendizaje, basado en la experiencia, etc...*
  - *Aprendizaje basado en el servicio (Service/Community-Based Learning)*
- *Aprendizaje basado en la investigación (aprendizaje inductivo)*



cudi



# *Los tres últimos grandes cambios. Teorías de Aprendizaje (Aprendizaje Ind..)*

## *Aprendizaje Inductivo vs. Deductivo*

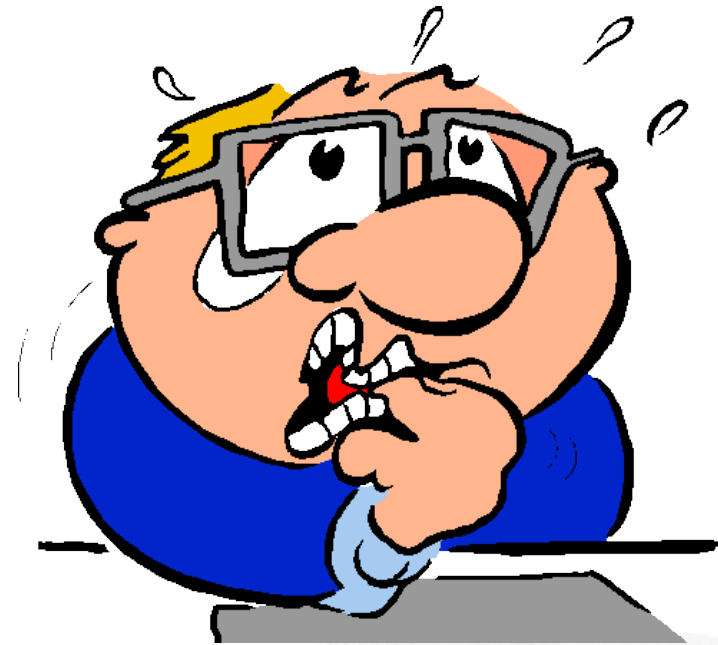
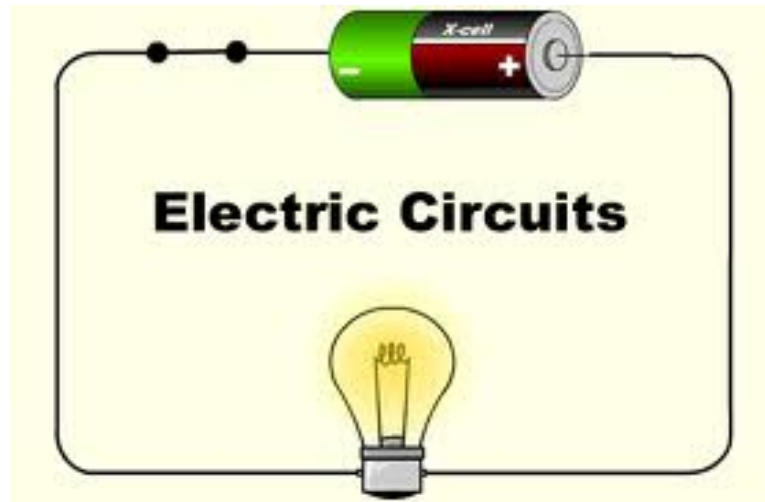
- Guided Inquiry*
- Model Eliciting Activities*
- Project/Problem Based Learning — Design Based Learning*
- Constructionism*



# Los tres últimos grandes cambios. Teorías de Aprendizaje (Aprendizaje Ind..)

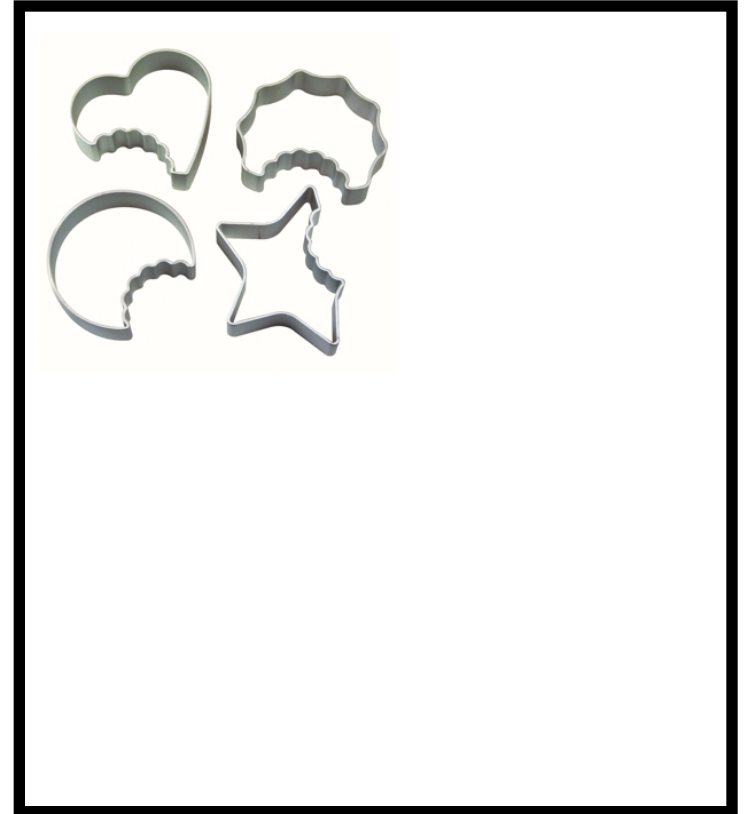
## Investigación Básica

- *Threshold/Misunderstood Concepts*
- *Self-Efficacy*



# *Los tres últimos grandes cambios. Teorías de Aprendizaje (Aprendizaje Ind..)*

Model Eliciting Activities



# *Los tres últimos grandes cambios Tecnologías de info e instruccionales*

- *Nuevos medios — TV, Internet*
- *Instrucción personalizada y programada (autoaprendizaje)*
- *Sistema de respuesta personal (clickers)*





# Los tres últimos grandes cambios Tecnologías de info e instruccionales

## Tecnologías computacionales

- *Tutores inteligentes: segunda generación de instrucción personalizada*
- *Simulaciones*
- *Juegos y competencias*
- *Laboratorios remotos*
- *Evaluaciones tecnificadas*



# Enseñanza Previa a Universidad

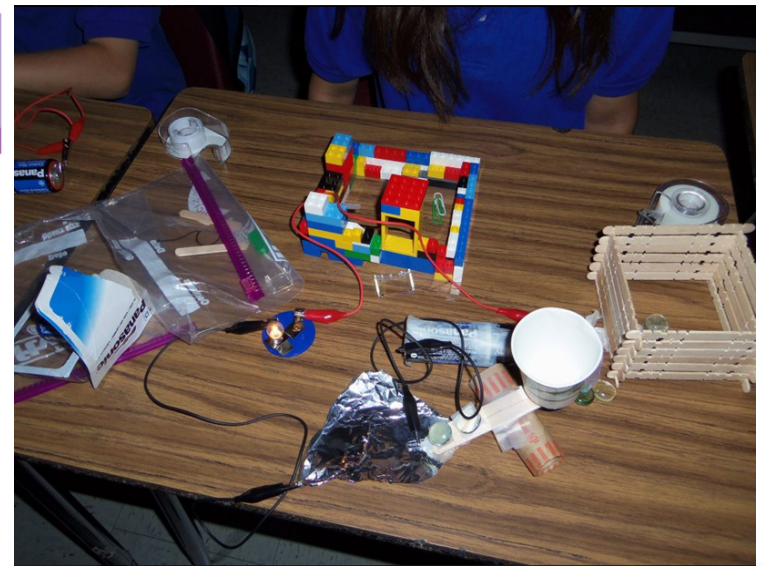
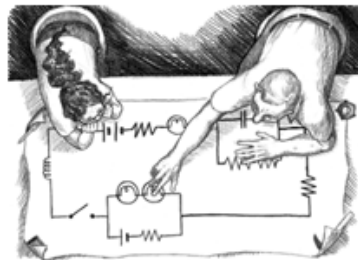
- *Enseñanza de la Ingeniería para niños y adolescentes*
  - *Boston Museum of Science—Engineering is Elementary*
  - *CEO (Center for Engineering Education Outreach)-Tufts University—LEGO's Curriculum Elementary Level*
  - *Project Lead the Way-*



## An Alarming Idea: Designing Alarm Circuits

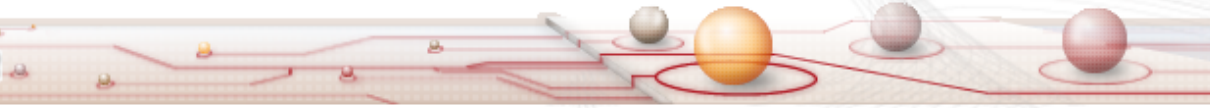
## An Alarming Idea: Designing Alarm Circuits

Science Topic: Electricity  
Engineering Field: Electrical Engineering  
Country: Australia



# *Engineering Education Schools & Departments in the USA*

cudi



# Engineering Education Schools & Departments in the USA

- *Ante el desafío de materializar estos resultados, NSF, National Academy of Engineering, y Universidades formaron coaliciones y han ofrecido fondos para la profesionalización de la educación en ingeniería y la investigación asociada*
- *Organizaciones como la American Society for Engineering Education ha re-enfocado sus publicaciones y grupos de interés a aquellos afines a la agenda de ABET*



# Engineering Education Schools & Departments in the USA

*“Organizational arrangements include individual centers (such as those at Tufts University, Georgia Tech, and Penn State), multiuniversity centers (such as the Center for the Advancement of Engineering Education (CAEE) with the participation of University of Washington, Colorado School of Mines, Howard University, Stanford University, and University of Minnesota), and partnerships among public schools, universities, and the public sector (such as Project Lead the Way) (NAE, 2004). Two universities, Purdue and Virginia Tech, established Ph.D. degrees in engineering education and transformed their freshman engineering programs into graduate research departments”*

- *Fuente: Lucena, Downey, Jesiek, & Elber. Journal of Engineering Education. 2008.*



# Engineering Education Schools & Departments in the USA

*The National Academy of Engineering (NAE) transformed itself from a purely honorary body to an advocate for engineering education by modifying the interpretation of its membership criteria to recognize contributions to engineering education, and it used its status as an honorary body to establish a \$500,000 prize for contributions to engineering education (National Academy of Engineering, 2001)*

- *Fuente: Lucena, Downey, Jesiek, & Elber.*

*Journal of Engineering Education. 2008*



NATIONAL ACADEMY  
OF ENGINEERING



cudi

# Engineering Education Schools & Departments in the USA

*Mis experiencias :*

- *Texas A&M University*
- *Purdue University*
- *Virginia Tech*
- *University of Texas at Dallas*

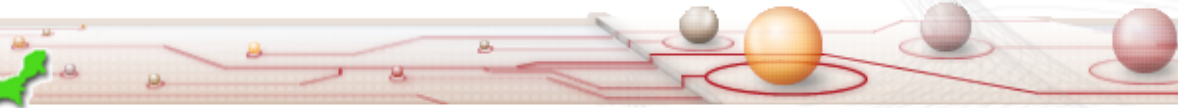


**PURDUE**  
UNIVERSITY



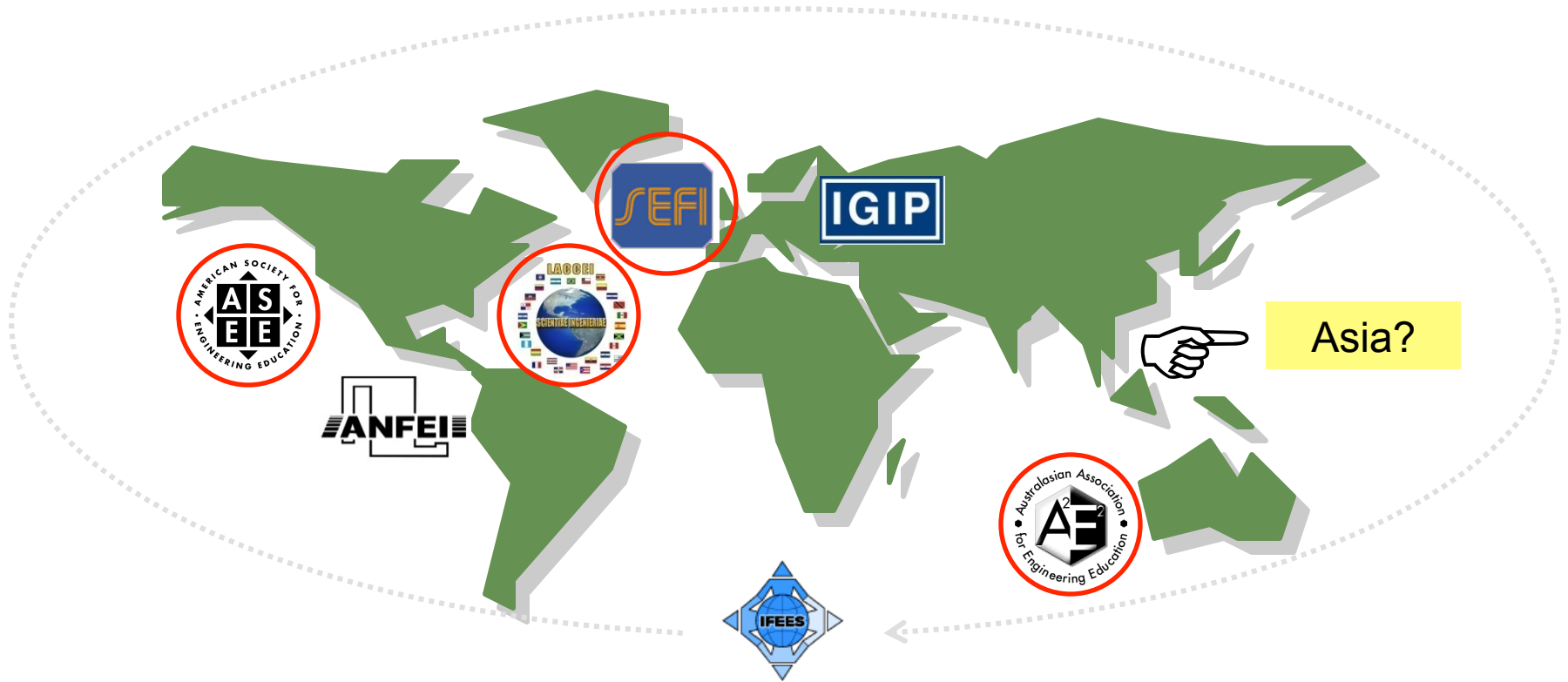
# *Redes Internacionales*

cudi





# Redes Internacionales



Fuente: Lohmann and Smith, Building Capability and Communities in ENE Research, Taiwan 2009



# *Proyectos y Actividades Colaborativas*

cudi



# Proyectos y Actividades Colaborativas

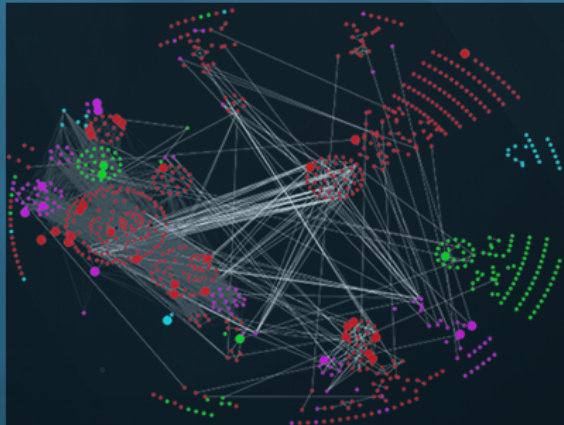
## CI FOR ENGINEERING EDUCATION

A RESEARCH GROUP AT PURDUE UNIVERSITY TRANSFORMING ENGINEERING EDUCATION RESEARCH WITH CYBERINFRASTRUCTURE

Home

Research

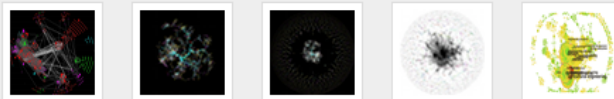
About



## DIA2: Deep Insights Anytime, Anywhre

DIA2 is a multi-institutional collaboration project funded by NSF. The core of DIA2 is powered by a previous project named iKNEER.

➔ iKNEER



DIA2 is a joint effort by researchers in Purdue University, Virginia Tech, Stanford University and Arizona State University. The project will help researchers and NSF program officers identify trends in publications and research funding, gaps in current research and funding, and potential collaborators in STEM education. This project is funded with a \$3 million NSF grant through the TUES (Transforming Undergraduate Education in Science) program. [Read the News.](#)

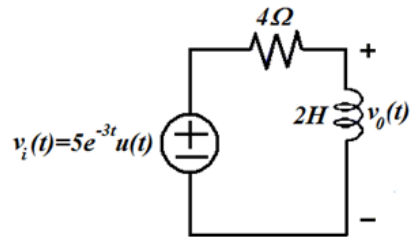


# Proyectos y Actividades Colaborativas

*Sistema de Aprendizaje de Matemáticas Avanzadas para  
Ingeniería, utilizando Entrelazamiento Curricular y  
Evaluación Adaptativa por Computadora*

(MAPI-CAT)

60.-Determinar la tensión en los extremos del inductor del circuito, cuando la tensión de entrada es un pulso en decaimiento exponencial simple.



a)  $v_o(t) = 5\sum (3e^{-3t} - 2e^{-2t})u(t)$

b)  $v_o(t) = 5(3e^{-3t} - 2e^{-2t})\int u(t)dt$

c)  $v_o(t-1) = 5(3e^{-3t} - 2e^{-2t})u(t)$

d)  $v_o(t) = 5(3e^{-3t} - 2e^{-2t})u(t)$



# *Proyectos y Actividades Colaborativas*

- *En México los esfuerzos aún son esporádicos, no se ha construido una red dedicada a la investigación como la de Educación en Matemáticas:*
  - *Doctorado UDLAP en STEM*
  - *Centros de Investigación en Educación Tecnológica (CIIDET-Querétaro)*



# Proyectos y Actividades

## Colaborativas La Comunidad de Ingeniería

de CUDI tiene como *misión* proveer oportunidades de investigación y desarrollo en el área de educación de ingenieros y estudios de la ingeniería. Las actividades y proyectos están pensados en maximizar las oportunidades que la Red CUDI provee en el ámbito Nacional e Internacional, como las videoconferencias, e-learning, repositorios de recursos didácticos relacionados con ingenierías, o proyectos de escala nacional e internacional en competencias y acreditaciones en programas de ingeniería.

cudi



cudi



# *Proyectos y Actividades Colaborativas*

**2013**

- *Competencies of the global engineer and why you should care. Campeche*
- *New trends in the education of engineers in the world and Mexico and the CUDI engineering education projects. Campeche*
- *Impact of the Mexican NREN in Engineering Education. Querétaro*
- *Videoconference: The National Academy of Engineering in Mexico.*

**2012**

- *Impact of the Mexican NREN in Engineering Education. Chihuahua*
- *Videoconference: Project Based Learning in Engineering Education. IPN*
- *Videoconference: Pre-College Engineering Education: American and Mexican Vision.*
- *Computer Adaptive Testing and the Networked Model of Curriculum in an Engineering Education Learning System (MAPI-CAT).The case of Fourier Analysis in Mexico. España*

**cudi**

**cudi**



# *Proyectos y Actividades Colaborativas*

## **2011**

- *Videoconference: Model-Eliciting Activities in Engineering Education.* IPN
- *Videoconference: The innovation/creativity processes fostered in the Schools of Engineering in Mexico and the United States.*
- *Learning system for advanced mathematics in engineering using networked curriculum and computer adaptive testing (MAPI-CAT).* Manzanillo.

## **2010**

- *Videoconference: Relationship between Math and Engineering Education under the perspective of information technologies.* IPN
- *Origin and evolution of the engineering education discipline.* Academia de Ingeniería de México
- *Videoconference: Opportunities of the Information Technologies in the Education of Engineers.*
- *Trends in Engineering Education.* Michoacán.

## **2009**

- *Videoconference: First Virtual Day of the Community of Engineering Education in the Internet2 Mexican Initiative.*

**cudi**

**cudi**





# Referencias

- *Lucena, Downey, Jesiek, & Elber.(2008). Competencies beyond countries: The Re-organization of engineering education in the United States, Europe, and Latin America. Journal of Engineering Education, 97(4) 433-447.*
- *ABET Engineering Criteria 2009-2010.*
- *Lohmann and Smith. (2009). Building Capability and Communities in ENE Research, Taiwan.*
- *Froyd, Wankat, & Smith (2012). Five major shifts in 100 years of engineering education. Proceedings of IEEE 100(May-2012) 1344-1360.*



# *Preguntas y Respuestas*

*Gracias!*

*noemi.mendoza@cudi.edu.mx*

