

## Proyecto Título V – STEM (2011-2016)

Departamento Educación EE.UU.

**\$4.34 millones para aumentar tasas de graduación en ingeniería de estudiantes hispanos a través de aprendizaje profundo de conceptos fundamentales**

Juan C. Morales, Ph.D., P.E.

Rolando García, Ph.D., P.E.



16 febrero 2012



## Objetivos de la Presentación



- ▶ Dar a conocer el alcance del proyecto.
- ▶ Enfatizar en las áreas de mayor interés al Hispanic Educational Technology Services (HETS).
- ▶ Primera parte presentada por el Dr. Juan C. Morales.
  - ▶ Diferentes facetas del proyecto
  - ▶ Programa de inmersión de facultad durante el verano
  - ▶ Aprendizaje Inductivo
- ▶ Segunda parte presentada por el Dr. Rolando García.
  - ▶ Centros Interactivos de Aprendizaje de la Ingeniería

## Presentador de la primera parte



- ▶ **Juan Carlos Morales, Ph.D., P.E.**
  - ▶ Redactor de la propuesta.
  - ▶ Director del programa de inmersión de facultad del proyecto.
  - ▶ 17 años - Profesor a tiempo completo de la Escuela de Ingeniería de la Universidad del Turabo.
  - ▶ 8 años - Director de Departamento de Ingeniería Mecánica.
  - ▶ 6 años - Coordinador de ABET de la Escuela de Ingeniería, una tarea recién concluída (todos los programas han sido acreditados por ABET).
  - ▶ 5 años de experiencia como ingeniero mecánico con General Electric Co. en NY previo a Turabo.

▶ 3

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Metas del Proyecto



1. Aumentar tasas de graduación de hispanos estudiando bachilleratos en ingeniería en la Universidad del Turabo.
2. Atraer egresados de programas técnicos de dos años (grados asociados) a continuar estudiando bachillerato en ingeniería.
3. Elevar el nivel existente de uso de datos y estadísticas en la toma de decisiones de la Escuela de Ingeniería.

▶ 4

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Estrategias para lograr Meta 1



1. **Meta 1: Aumentar tasas de graduación de programas de bachillerato:**
  - a. Mejorar enseñanza a través del Programa de Desarrollo de Facultad (aprendizaje inductivo) durante los veranos.
  - b. Crear dos Centros Interactivos de Aprendizaje.
  - c. Proveer tutores subgraduados (6) y graduados (3).
  - d. Lograr aprendizaje profundo de conceptos fundamentales.
  - e. Abrir nuevo programa de bachillerato en Ingeniería Civil (atraer más estudiantes). Este proyecto brinda \$1.5 millones para construcción de laboratorios de Ingeniería Civil.
  - f. Se auspicia la cuota de \$270 a los alumnos para tomar reválida fundamental de ingeniería .

▶ 5

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Estrategias para lograr Meta 2



2. **Meta 2: Atraer egresados de programas técnicos de dos años (de Grados Asociados):**
  - a. Emular al estado de Tennessee quienes le brindan el nivel de “junior” (3<sup>er</sup> año) a estudiantes de grado asociado que se transfieren a bachilleratos, o sea, aumentar el número de créditos convalidados del grado asociado al bachillerato.
  - b. Destacar a un enlace entre las instituciones de dos años y la Escuela de Ingeniería (Sr. Nelson Martínez).
  - c. Combinar estudiantes y profesores de ambas instituciones para participar en competencias nacionales de la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE); por ejemplo, el MiniBaja (todo-terreno) y el Fórmula .

▶ 6

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Estrategias para lograr Meta 3



3. **Meta 3: Elevar el nivel de uso de datos y estadísticas:**
- a. Contratar a un estadístico para estructurar la captura, el manejo, y procesamiento de datos de las diferentes bases de datos utilizadas en la Universidad del Turabo (Sr. Alvin Alvarado).
  - b. Crear semestralmente un libro que contenga los datos requeridos para la toma de decisiones y preparaciones de informes. Ejemplos, entre otros:
    - i. número de estudiantes: global, por programa, distribuidos en masculino y femenino, tiempo completo y tiempo parcial, etc.
    - ii. Distribución de notas en todas las secciones de cursos de ingeniería, ciencias y matemáticas.
    - iii. Tasas de aprobación de reválidas y distribución por programas.

▶ 7

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Compromisos para el 2016



- ▶ Aumentar en 200 estudiantes el número de estudiantes de bachillerato al abrir Ingeniería Civil.
- ▶ Aumentar en un 15% las tasas de graduación de bachillerato para alcanzar el 45%.
- ▶ Aumentar por un factor de 2x las tasas de aprobación de la reválida fundamental para alcanzar 45%.
- ▶ Reducir a la mitad las tasas de “mortalidad” de cursos de 2do y 3er año: Física I, Física II, Estática, Dinámica, Termodinámica, y Circuitos Eléctricos I.
- ▶ Entrenar a 7 profesores al año en aprendizaje inductivo.
- ▶ Investigar efectividad de programa desarrollo de facultad.

▶ 8

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Consultores Externos



- ▶ **Robert O. Warrington, Ph.D.**
  - ▶ Evaluador externo del proyecto.
  - ▶ Pasado Decano de Ingeniería – Michigan Tech.
  - ▶ Vicepresidente de Educación del “American Society of Mechanical Engineers (ASME)”.
  - ▶ Evaluador del “Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)” para programas internacionales.
  - ▶ Innovador del aprendizaje inductivo utilizando el empresarismo el aprendizaje basado en proyectos como eje central.

▶ 9

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Consultores Externos



- ▶ **Michael Prince, Ph.D.**
  - ▶ Consultor de Currículo para la actividad de desarrollo de facultad.
  - ▶ Profesor de Ingeniería Química de la Universidad de Bucknell en Pennsylvania, EE.UU.
  - ▶ Co-director del “National Effective Teaching Institute” y “How to Engineer Engineering Education”.
  - ▶ Ha brindado sobre 100 talleres de desarrollo de facultad a audiencias nacionales e internacionales.
  - ▶ Reconocido investigador en el área de educación en ingeniería.

▶ 10

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Inmersión de Facultad en Verano Necesidades



- ▶ 100% de la facultad de ingeniería en Turabo lleva a cabo avalúo directo e indirecto en todas sus clases. ¡Excelente!
- ▶ Sin embargo, las estrategias de mejoramiento sugeridas por la facultad para sus clases no han sido de corte transformador o revolucionario, o sea, la metodología de enseñanza sigue igual.
- ▶ En general, no está ocurriendo aprendizaje de conceptos fundamentales al nivel de profundidad deseado.
- ▶ ¿Cómo resumimos aprendizaje profundo?... Aprendizaje que no se olvida con el tiempo.
- ▶ ¿Un ejemplo de aprendizaje profundo?... Correr bicicleta.

▶ 11

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Un paréntesis... Aprendizaje Inductivo vs. Deductivo\*



- ▶ La ingeniería y las ciencias se enseña tradicionalmente con el método deductivo, o sea:
  1. Profesor presenta los principios generales y las teorías principales.
  2. Se derivan los modelos matemáticos de las teorías.
  3. Se proveen ejemplos ilustrativos y aplicaciones.
  4. Asignaciones para practicar derivaciones y aplicaciones.
  5. Exámenes para demostrar conocimiento adquirido.
  6. No se le presta mucha atención al porqué se está estudiando ese material, ni a los problemas prácticos que se pueden resolver... estudiante puede perder motivación.

\*Prince, MJ, and Felder, RM, Inductive Teaching and Learning Methods, Journal of Engineering Education, April 2006

▶ 12

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Cont. Un paréntesis... Aprendizaje Inductivo vs. Deductivo\*



### ► Método Inductivo de Aprendizaje

1. En lugar de comenzar con principios y teorías se comienza con un problema de la vida real, de interés para el estudiante.
2. Según se intenta analizar el escenario y resolver el problema, se genera una necesidad de generar datos, reglas, procedimientos y principios.
3. En ese momento se les presenta la información necesaria para desarrollar el conocimiento o se les ayuda a descubrir el conocimiento por sí solos.
4. Se caracterizan como métodos constructivistas, o sea, que los estudiantes construyen sus propias versiones de la realidad en lugar de simplemente absorber versiones presentadas por el profesor.

\*Prince, MJ, and Felder, RM, Inductive Teaching and Learning Methods, Journal of Engineering Education, April 2006

► 13

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Inmersión de Facultad en Verano Necesidades



- La literatura muestra que las metodologías de aprendizaje inductivo funcionan. En términos de desarrollo de destrezas son indiscutiblemente mejores.
- Sin embargo, estas metodologías innovadoras no se están implementando. ¿Por qué?
- Razón 1: Falta de tiempo. La facultad está muy cargada durante los semestres para poder innovar.
- Razón 2: Falta de entrenamiento. Hay que entrenar a la facultad en estas técnicas innovadoras.
- Razón 3: Es mucho más difícil. Requiere nuevos esquemas a los que están acostumbrados los profesores y alumnos.

► 14

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Inmersión de Facultad en Verano

### Una solución



- ▶ La solución propuesta: Inmersión durante el verano (un mes) para dedicarse exclusivamente a entrenarse en estas metodologías y transformar dos de sus cursos.
- ▶ A la facultad se le proveerá un estipendio equivalente a un mes de salario por participar en el proceso.
- ▶ Consultor: Dr. Michael Prince, entrenador de facultad a través del “National Effective Teaching Institute”.
- ▶ El Dr. Prince brindará un taller de dos días a la facultad al principio de cada verano; estará disponible para contestar preguntas de la facultad todo el año; y asiste en el diseño de las actividades de inmersión del verano.

▶ 15

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Inmersión de Facultad en Verano

### Actividades de verano para la facultad



- ▶ Lecturas y discusión de una selección de artículos y libros en el tema de aprendizaje inductivo y otras innovaciones.
- ▶ Estudiar el proyecto de NSF, E<sup>3</sup> (se pronuncia “E cubed”; Using **E**veryday **E**ngineering **E**xamples in the Classroom).
- ▶ En E<sup>3</sup> se comienza con el objeto real, se pasa a una idealización del objeto, se formulan los principios y fórmulas pertinentes, y se resuelven.
- ▶ Estudiar las actividades del Dr. Paul Steif de Carnegie Mellon llamadas Open Learning Initiative (OLI). Acceso gratuito (o casi gratuito) por internet a materiales educativos innovadores.

▶ 16

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M





## Inmersión de Facultad en Verano

### Actividades de verano para la facultad



- ▶ Sesiones de estudio individual para adaptar aprendizaje inductivo a dos de sus cursos. Se reexaminarán también los objetivos de los cursos, y el plan de avalúo, para atemperarlos a las nuevas metodologías de enseñanza.
- ▶ Sesiones de presentación de los profesores a sus colegas para experimentar con las nuevas metodologías de aprendizaje inductivo que se planifiquen. Los profesores en la audiencia tendrán el rol de estudiantes.
- ▶ Discusiones de grupo sobre cómo adaptar eficientemente las nuevas metodologías a los cursos de ingeniería.

▶ 17

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Métodos de Aprendizaje Inductivo



- ▶ Los métodos inductivos están centrados en el estudiante.
- ▶ Aprendizaje por indagación (“Inquiry Learning”)
  1. Indagación estructurada (se le da el problema y un bosquejo sobre cómo resolverlo).
  2. Indagación dirigida por el profesor (se le da el problema pero los estudiantes desarrollan el bosquejo para resolverlo).
  3. Indagación abierta o dirigida por el estudiante (estudiantes deben formular el problema por sí solos, al igual que el bosquejo para resolverlo).

Progresión del nivel 1 al 3 a través del currículo.

\*Prince, MJ, and Felder, RM, Inductive Teaching and Learning Methods, Journal of Engineering Education, April 2006

▶ 18

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Métodos de Aprendizaje Inductivo



- ▶ **Aprendizaje basado en problemas (“Problem-Based Learning”)**
  - ▶ Problemas abiertos, con poca estructura, auténticos, de la vida real, de interés para los estudiantes.
  - ▶ Excelentes para desarrollar trabajo en equipo.
  - ▶ Se necesita evaluar el problema para determinar cuáles son las necesidades de aprendizaje y desarrollar una solución viable.
  - ▶ Los profesores actúan como facilitadores. Deben complementar las actividades de los estudiantes con conferencias y asignaciones que aseguren que se desarrollen todos los conceptos esenciales del curso.
  - ▶ Se recomienda comenzar con mucha dirección de parte del profesor e ir retirándola paulatinamente (“andamiaje”)

\*Prince, MJ, and Felder, RM, Inductive Teaching and Learning Methods, Journal of Engineering Education, April 2006

▶ 19

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M



## Métodos de Aprendizaje Inductivo



- ▶ **Aprendizaje basado en proyectos (“Project-based Learning”)**
  - ▶ Resulta en la fabricación de un producto final.
- ▶ **Enseñanza basada en análisis de casos (“Case-based Teaching”)**
  - ▶ Se analizan casos históricos o situaciones hipotéticas.
  - ▶ Se presentan dilemas y situaciones que podrían enfrentar los alumnos en su vida profesional.
- ▶ **Enseñanza Ajustada (Just-in-time Teaching)**
  - ▶ Se identifican conceptos erróneos a través de asignaciones por internet y se ajusta la clase “justo a tiempo”.

\*Prince, MJ, and Felder, RM, Inductive Teaching and Learning Methods, Journal of Engineering Education, April 2006

▶ 20

Proyecto Título V - STEM \$4.34 M





Gracias por su atención.

# INNOVACIONES EN LA EDUCACIÓN DE LA INGENIERÍA EN LA UNIVERSIDAD DEL TURABO EN PUERTO RICO

Rolando García González, PhD, PE  
Director Proyecto Título V

Juan C. Morales Brignac, PhD, PE  
Redactor Propuesta Título V

Universidad del Turabo  
Escuela de Ingeniería



## OBJETIVOS DE LA PRESENTACIÓN

- Centro de Aprendizaje Interactivo de Ingeniería IELC #1
- Centro de Aprendizaje Interactivo de Ingeniería IELC #2
- *student | space*®
- Metas



## PRESENTADORES

- Rolando García González, Ph.D., P.E.
  - Director del Proyecto Título V
    - Encargado de aspectos administrativos del proyecto.
    - Director de los Centros Interactivos de Aprendizaje.
    - Incorporado a la Universidad del Turabo en enero de 2012.
  - 3 años de experiencia como profesor de ingeniería civil:
    - *Caribbean University en Bayamón (2009-2011)*
  - 9 años de experiencia en diseño estructural:
    - Director Depto. de Estructuras – *Ray A&E, CSP (2009-2012)*
    - Ingeniero Estructural – *Molina, García y Asoc., CSP (2007-2009)*
    - Ingeniero Estructural/Civil – *Consultor Privado (2002-2012)*



## APRENDIZAJE INTERACTIVO - *IELC #1*

- Remodelación de centros de cómputos para estudiantes (1,920 ft<sup>2</sup>):
  - Paredes en vidrio para que el estudiantado vea la interacción ocurriendo en el centro:
    - Luz natural
  - 4 estaciones de tutorías individualizadas
  - Acceso al *Internet* (por línea e inalámbrico)
  - Equipos nuevos para aprendizaje interactivo:
    - 50 computadoras personales (*PC*)
    - 12 *Tablet PCs*
    - 2 computadoras portátiles
    - Equipos didácticos (*E<sup>3</sup>*)



## APRENDIZAJE INTERACTIVO - **IELC #1** (2)

• Equipos:

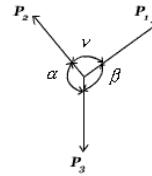


LAB ENGINEERING  
Engineering Equipments  
www.elabengineeringequipments.com

Fotografía tomada de <http://www.elabengineeringequipments.com/>

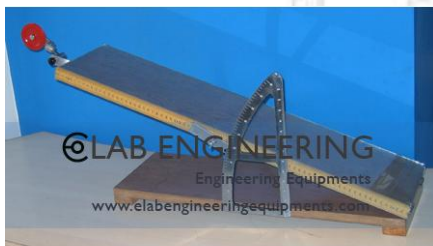
• Mesa para estudio de fuerzas concurrentes:

- Visualizar sistema de fuerzas concurrentes (equilibrio estático).
- Plantear idealización (ver fig.).
- Plantear sistema de ecuaciones para resolución de incógnitas (fuerzas y ángulos).
- Resolución de incógnitas.

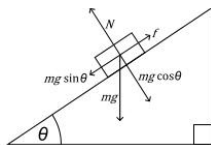


## APRENDIZAJE INTERACTIVO - **IELC #1** (3)

• Equipos:



LAB ENGINEERING  
Engineering Equipments  
www.elabengineeringequipments.com



Fotografía tomada de <http://www.elabengineeringequipments.com/>

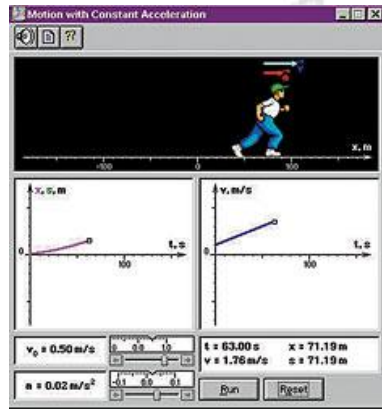
• Plano inclinado con capacidad para estudio de fricción:

- Visualizar sistema de fuerzas en un plano no horizontal (equilibrio estático).
- Plantear idealización (ver fig.).
- Plantear sistema de ecuaciones para resolución de incógnitas (normal, fuerza o coeficiente de fricción, ángulo).
- Resolución de incógnitas.



# APRENDIZAJE INTERACTIVO - **IELC #1** (4)

• Simulaciones:



Fotografía tomada de <http://www.pitsco.com>

• Estudio de fuerza y movimiento:

- Visualizar relaciones entre posición, velocidad y aceleración para partículas con respecto al tiempo.
- Plantear idealización (ver ecns.).
- Plantear relación de ecuaciones para resolución de incógnitas.
- Resolución de incógnitas.

$$r_{iz}(t + \delta t) = r_{iz}(t) + v_{iz}(t)\delta t + \frac{1}{2}a_{iz}(t)\delta t^2$$

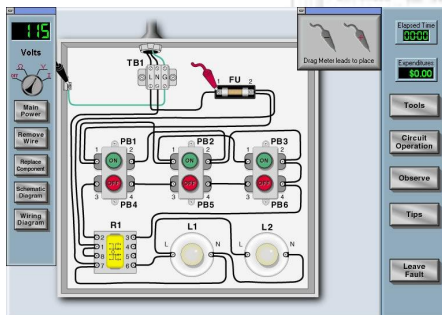
$$v_{iz}(t + \frac{1}{2}\delta t) = v_{iz}(t) + \frac{1}{2}a_{iz}(t)\delta t$$

$$v_{iz}(t + \delta t) = v_{iz}(t + \frac{1}{2}\delta t) + \frac{1}{2}a_{iz}(t + \delta t)\delta t$$



# APRENDIZAJE INTERACTIVO - **IELC #1** (5)

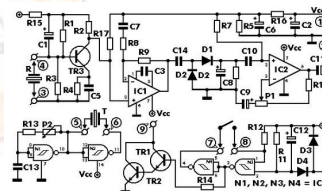
• Simulaciones:



Fotografías tomadas de <http://www.feedforward.com.au/>

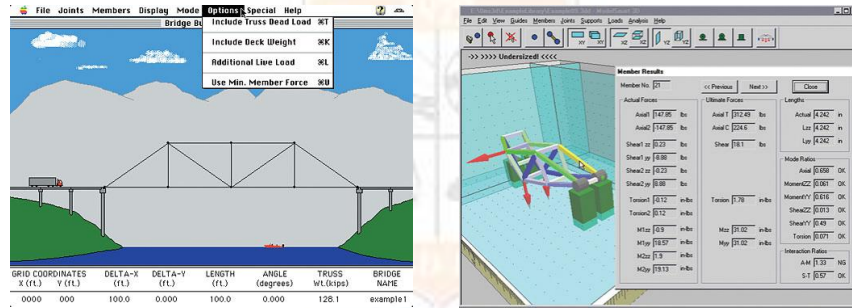
• Estudio de circuitos eléctricos:

- Visualizar relaciones entre corriente, voltaje, resistencia, etc.
- Plantear idealización (ver fig.).
- Plantear relación de ecuaciones para resolución de incógnitas.
- Resolución de incógnitas.



## APRENDIZAJE INTERACTIVO - **IELC #1** (6)

- Simulaciones:
  - Determinación de fuerzas internas de elementos estructurales y diseño de piezas.



Fotografías tomadas de <http://www.pitsco.com>



## APRENDIZAJE INTERACTIVO - **IELC #1** (7)

- Tutores:
  - Tutores tendrán acceso a las *Tablet PCs* para ayudar en el proceso didáctico (simulaciones)
  - Enlace entre estudiantado y facultad
  - Profesores servirán de recurso y apoyo a los tutores.
  - Estipendios a facultad
    - Al finalizar el proyecto, la mayoría de los cursos tendrán aplicaciones y equipo didáctico específico.
  - Objetivos Futuros: Coordinación de citas con los tutores en línea (*Internet*)





## APRENDIZAJE INTERACTIVO - **IELC #1** <sup>(8)</sup>

- Camtasia®:
    - Aplicación que permite grabar un video de lo que se está viendo en la pantalla de una computadora:
      - Permite generar un índice para acceder diversas partes del video.
      - Permite introducir comentarios escritos y audio para complementar los visuales.
      - Permite la exportación del video a diversos formatos, incluyendo formatos de video para unidades móviles.
      - Permite introducir herramientas de avalúo en el video para permitirle al usuario evaluar el producto.
    - **Objetivos Futuros: Crear paquetes de ejemplos por materias que estén accesible por Internet a toda hora.**
- <http://www.youtube.com/watch?v=8OAFHg0CP4&feature=youtu.be>

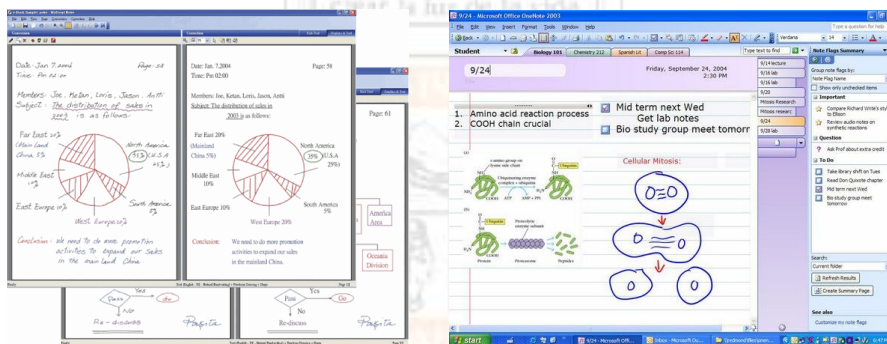
## OTROS RECURSOS

- OneNote®:
  - Programa que funciona como un cuaderno digital:
    - Permite escribir a mano (*Tablet PCs*) como con el teclado.
    - Capaz de incorporar fotografías, dibujos hechos a mano, videos, etc. a las notas creadas.
    - Útil para crear tutorías digitales en general:
      - Permite la importación de diversos formatos
  - Aplicación sumamente versátil para preparar tutorías digitales.

# OTROS RECURSOS

(2)

• OneNote®:



<http://www.youtube.com/watch?v=5BVx8Uv9Mww>

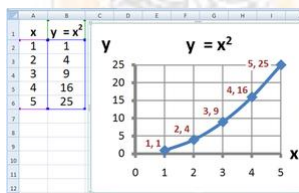
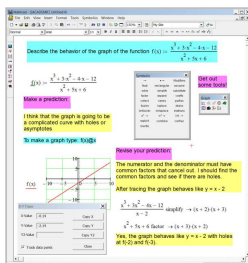


# OTROS RECURSOS

(3)

• Programas para realizar cálculos matemáticos:

- MathCad®
- Excel®
- Mathematica®



```

M[0] = Integrate[1/(x^3 - 1), x]
Out[0] = {ArcTan[1/Sqrt[3]] + 1/3 Log[-1 + x] - 1/6 Log[1 + x + x^2]}
M[1] = Plot3D[Sin[y] Sin[3 x]], {x, -3, 3}, {y, -3, 3}
Out[1] = SurfaceGraphics
    
```

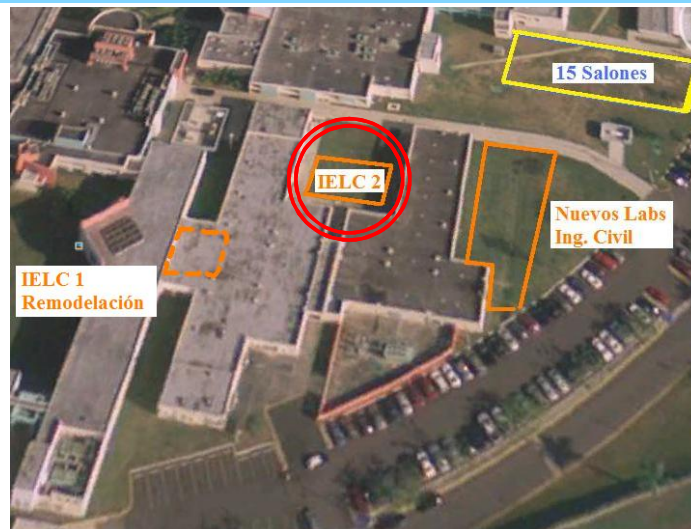


## APRENDIZAJE INTERACTIVO - **IELC #2**

- Construcción de un espacio nuevo de 1,600 ft<sup>2</sup> para la realización de proyectos reales de ingeniería (experiencias prácticas “hands-on”):
  - Proveer suficiente espacio para que puedan correr varios proyectos concurrentes y poder impactar un mayor número de estudiantes.
  - Compra de fresadora de control numérico (CNC) para fabricación de piezas complejas.
- Se espera que esté en uso para octubre 2013.

## APRENDIZAJE INTERACTIVO - **IELC #2**

(2)



## STUDENT | SPACE®

- student | space® - Aplicación de computadoras para administrar información de estudiantes:
  - Plataforma robusta y abarcadora (trabaja en la nube virtual)
  - Útil tanto para instituciones como para estudiantes
- Permite desarrollar filtros para la obtención de datos específicos:
  - Análisis y estudios estadísticos
  - Toma de decisiones basada en datos



## STUDENT | SPACE®

(2)

The screenshot displays the 'Student Space' interface for a student named Kate Johnson. The interface is organized into several sections:

- Summary:** Includes a photo of the student, SS No. 545-45-4545, Name: Kate Johnson, and Cum. GPA: 3.05.
- Contact Info:** Fields for SS No., First Name (Kate), M. Initial, Last Name (Johnson), DDB (10/21/1975), Program (Creative Writing), Associate of Arts, Creative Writing, Mentor (Jack Vigil), Advisor (Akers Norman), Grad. Term (SPRING), and Year (2004).
- Course Placement:** Shows the student is in the 'Creative Writing/Assoc.' cohort.
- Personal Information:** Street (102, Strawberry Hill Road West), City (Santa Fe), State (NM), Country (USA), Zip Code (87026), Mail Box (27549), Ph.(R) (505-552-9310), Work Place (Walmart), Ph.(D) (505-387-9831), Occupation (Clerk), Email (kate\_john@usa), and Hr./week (15).
- Start of Program:** SPRING 2004.
- Intention(s):** Includes checkboxes for 'EARN ACADEMIC DEGR.' (checked) and 'LEARN/IMPROVE JOB S.' (unchecked).
- Education Level:** AA.
- Clubs:** Includes checkboxes for 'Phi Theta Kappa' (checked), 'Powwow Club' (unchecked), 'Mentored' (unchecked), and 'NFCS' (checked).
- Ethnicity:** Includes checkboxes for 'Federally Recognized' (unchecked) and 'Hispanic' (checked).
- Navigate:** A vertical sidebar with buttons for Contact, Education Plan, Degree Audit, Assessment, and Retention.
- Footer:** A menu bar with buttons for Help, Open..., Print..., Edit, Save, Cancel, Quit, Back, and Next.

Fotografía tomada de [www.studentspace.com](http://www.studentspace.com)



## METAS

**REPENSAR Y CAMBIAR LA MANERA EN QUE  
SE ENSEÑA LA INGENIERÍA EN  
PUERTO RICO.**



## DISCUSIÓN ABIERTA Y PREGUNTAS



Rolando García, PhD, PE  
[rogarcia@suagm.edu](mailto:rogarcia@suagm.edu)  
787.743.7979, ext. 4296

Juan C. Morales, PhD, PE  
[jcmorales@suagm.edu](mailto:jcmorales@suagm.edu)  
787.743.7979, ext. 4182

