

Taller de **Enseñanza y Aprendizaje de la Matemática para el Descubrimiento Científico y el Diseño en Ingeniería** *con aplicaciones prácticas y pedagógicas en cursos de ingeniería*

Ing. Arturo J. Miguel de Priego Paz Soldán
www.tourdigital.net
Chincha, Perú, mayo de 2015

Este curso-taller está dirigido a profesores de matemáticas y estudiantes de últimos ciclos de carreras de ingeniería, matemática y ciencias con vocación docente. Entrenará a los participantes con técnicas, estrategias y metodologías para enseñar didáctica y contextualmente las matemáticas de los primeros ciclos de universidad a los estudiantes de ingeniería y ciencias mientras desarrollan un pensamiento metacognitivo.

Los participantes desarrollarán habilidades de diseño en ingeniería e indagación científica mientras mejoran la pedagogía de sus clases de matemáticas y resuelven problemas didácticos prácticos provenientes de sus propias aulas y experiencias académicas. Por ejemplo, los profesores identificarán, diseñarán y producirán módulos didácticos que podrán utilizar en sus propias clases y compartir con la comunidad docente y la sociedad.

Este taller enfatiza el aprendizaje basado en proyectos. A lo largo del taller y mediante actividades prácticas, cuestionamientos y reflexiones, los participantes aprenden a observar analítica y críticamente el mundo natural y diseñado para asimilar los paradigmas de los ingenieros y científicos, y aprovechan sus propias capacidades en el ámbito matemático para crear cambios: identifican, preguntan, investigan, cuestionan, diseñan y prueban soluciones; reflexionan, describen y comparten sus ideas y entendimientos científicos y de ingeniería; utilizan un cuaderno de diseño; preparan presentaciones para una audiencia y responden a los comentarios relacionados con sus proyectos, modelos de cursos y unidades didácticas.

En el taller se proveerán ejemplos específicos de enseñanza de matemáticas para estudiantes de electrónica y computación para ilustrar varios casos de aplicación. Se analizarán casos específicos para clases de diferentes grados académicos, desde los cursos de aritmética y geometría hasta los de cálculo diferencial y estadística. Los métodos instructivos pueden ser aplicados directamente en otras ramas de ingeniería. Además, los participantes aprenderán a utilizar y modificar programas de computadora en Python, Octave y C++ para generar datos, tablas, vistas en dos y tres dimensiones, y animaciones.

Al finalizar el taller los participantes estarán capacitados para completar sus unidades didácticas y programas curriculares con un enfoque basado en proyectos y con estándares internacionales de instrucción.

CRONOGRAMA

MATEMÁTICA Y EDUCACIÓN

Sesión 1. Visión general de la matemática y sus aplicaciones

- Una revisión de conceptos claves de aritmética, geometría, álgebra, trigonometría, geometría analítica, cálculo integral, cálculo diferencial, ecuaciones diferenciales y estadística.
- Las matemáticas que los ingenieros y científicos suelen utilizar.
- Una visión de las matemáticas del 2025.

Sesión 2. Educación matemática

- Una historia de las matemáticas y de las ideas pedagógicas.
- Conceptos difíciles en la enseñanza y aprendizaje de la matemática.
- Mitos y errores frecuentes de los docentes y de los estudiantes de matemática.
- Estándares, recursos y herramientas para la enseñanza y aprendizaje de la matemática.

LA MATEMÁTICA EN LA INGENIERÍA Y EN LA CIENCIA

Sesión 3. La indagación científica

- Métodos científicos, matemáticas y herramientas computacionales en física, química, biología, geología y medicina.
- Prácticas, conceptos transversales e ideas centrales en ciencias.
- La relación de la matemática con la física.
- Caso de estudio: una introducción a la mecánica y al electromagnetismo.

Sesión 4. El diseño en ingeniería

- Métodos de diseño, matemáticas y herramientas computacionales en ingeniería electrónica, informática, mecánica, civil, mecatrónica, de sistemas, de minas y de petróleo.
- Destacques matemáticos en los grandes logros y retos de la ingeniería.
- Las matemáticas en la educación del ingeniero.
- Caso de estudio: una introducción a los circuitos electrónicos, sensores e interfaces.

GALILEO GALILEI EN EL SIGLO XXI

Sesión 5. Galileo Galilei y la ley de caída libre

- Galileo informático y electrónico.
- Programación de computadoras con Python, Octave y C++.
- Sensores y circuitos electrónicos.
- Diseño de circuitos electrónicos con Spice.

Sesión 6. Diseño de un módulo para enseñanza y aprendizaje de la cinemática

- Una versión electrónica.
- Una versión informática.
- Ejemplos de uso en clases de álgebra, cálculo diferencial y estadística.

DISEÑO CURRICULAR Y DE CLASES

Sesión 7. Métodos de instrucción

- Estilos de aprendizaje y estilos de enseñanza
- Métodos occidentales y orientales de educación matemática.
- El método socrático y la instrucción 5E.
- Indagación científica y razonamiento matemático a través del aprendizaje basado en problemas.
- Diseño en ingeniería a través del aprendizaje basado en proyectos.
- Ejemplos de conversión de clases centradas en el conocimiento del docente a clases dirigidas por el desarrollo académico de los estudiantes.

Sesión 8. Diseño de cursos

- El alineamiento constructivo: objetivos, prácticas y evaluaciones.
- Definición de objetivos de aprendizaje con verbos de la taxonomía de Bloom.
- Actividades de aprendizaje para observar entendimientos y desarrollar razonamientos abstractos y pensamientos metacognitivos.
- Preparación de cursos para un aprendizaje basado en proyectos.

Sesión 9. Diseño de clases

- El alineamiento constructivo: objetivos de la instrucción, prácticas de los estudiantes y evaluaciones.
- Integración de temas y clases con recursos en línea: programas, herramientas, hojas de trabajo, cursos MOOC, repositorios OCW, páginas CTL, ferias y fundaciones.

- Evaluaciones de aprendizajes a través de portafolios, cuadernos de apuntes, mapas mentales y conceptuales, diálogos y rúbricas.
- Preparación de unidades didácticas para un aprendizaje basado en indagación.

CASOS Y EJEMPLOS

Sesión 10. Álgebra lineal

- ¿Cómo saber si existe una imagen de un automóvil en una fotografía?
- Matrices y determinantes en aprendizaje de máquinas, algoritmos de búsqueda y reconocimiento de rostros.

Sesión 11. Cálculo diferencial

- ¿Cómo construir un medidor de flujo de combustible?
- Cambios instantáneos y tasas de cambio. Distancia y velocidad, alturas y pendientes.
- El método de Newton-Raphson para determinar el punto de equilibrio de un circuito electrónico.
- Derivadas parciales para modelado de respuestas de transistores.

Sesión 12. Cálculo integral

- ¿Cómo construir un disparador de chorros de agua?
- Impulso, cantidad de movimiento y energía cinética.
- Integrales de línea y el trabajo mecánico.
- La integral de Riemann en energía cinética, momento de inercia y centro de masa.
- Visualización de curvas y superficies con programas de computadora.

Sesión 13. Ecuaciones diferenciales

- Dinámica de partículas y circuitos eléctricos.
- Controlador PID para la temperatura de un horno.
- Multiplicadores de Lagrange en optimización de costos.
- Transformadas de Laplace en las respuestas transitorias y de Fourier para análisis de señales.

- Métodos numéricos para simulación de circuitos electrónicos.

Sesión 14. Cálculo vectorial

- Campos vectoriales en la naturaleza y en el diseño en ingeniería.
- El teorema de la divergencia en diseño de represas, flotación de barcos, transferencia de calor, conservación de cantidad de movimiento.
- El teorema de Stokes en las ecuaciones de Maxwell y en telecomunicaciones.

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA

Sesión 15. Diseño

- ¿Cuál es la importancia del tema?
- ¿Cuáles son los recursos accesibles para desarrollar la unidad didáctica?
- ¿Cuáles son los conocimientos, entendimientos y habilidades que adquirirán los estudiantes al finalizar el período de instrucción?
- ¿Cómo se evaluarán los resultados de aprendizaje?
- ¿Cuáles son las actividades que realizarán los estudiantes para cumplir las metas?
- Selección, planificación, preparación y desarrollo de las unidades didácticas.

Sesión 16. Evaluación

- Revisión de los logros y reajuste de las actividades de acuerdo a los avances individuales.
- Rediseño y refinamiento de las unidades didácticas.
- Reporte de los resultados, problemas, soluciones y temas para investigar.
- Presentación pública (conferencia, página WEB) de los resultados y aprendizajes.
- Reflexiones a partir de los comentarios y evaluaciones de otros docentes y estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Gilbert Strang, *Calculus*, <http://ocw.mit.edu/resources/res-18-001-calculus-online-textbook-spring-2005/textbook/>
- Klaus Weltner, Wolfgang J. Weber, Jean Grosjean, Peter Schuster. *Mathematics for Physicists and Engineers: Fundamentals and Interactive Study Guide* (2009).
- Andrei D. Polyenin, Alexander V. Manzhirov. *Handbook of Mathematics for Engineers and Scientists* (2007).
- Harold Cohen. *Complex Analysis with Applications in Science and Engineering, Second Edition* (2007).
- Bill Goodwine. *Engineering Differential Equations: Theory and Applications* (2011).
- Hiroyuki Shima, Tsuneyoshi Nakayama. *Higher Mathematics for Physics and Engineering* (2010).
- Thaddeus H. Black. *Derivations of Applied Mathematics* (2012).
- K.F. Riley, M.P. Hobson, S. J. Bence. *Mathematical Methods for Physics and Engineering, Third Edition* (2006).
- Tai L. Chow. *Mathematical Methods for Physicists: A concise introduction* (2000).
- John Bird. *Engineering Mathematics, Fourth Edition* (2003).
- Sean Mauch. *Introduction to Methods of Applied Mathematics or Advanced Mathematical Methods for Scientists and Engineers* (2003)
- Philip J. Davis, Reuben Hersh, Elena Anne Marchisotto. *The Mathematical Experience Study Edition* (1995)
- Israel Kleiner. *Excursions in the History of Mathematics* (2012)
- *Engineering Applications in Differential and Integral Calculus*, Int. J. Engng Ed. Vol. 18, No. 1, pp. 78±88, 2002
- Greatest Engineering Achievements of the 20th century, <http://www.greatachievements.org>
- Grand Challenges for Engineering, www.engineeringchallenges.org
- Class Central, <http://www.class-central.com>. Class Central is a free online course aka MOOC aggregator from top universities like Stanford, MIT, Harvard, etc. offered via Coursera, Udacity, edX, Canvas Network, & others.
- National Academics Press, <http://www.nap.edu>.
 - Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (2011).
 - Learning Science Through Computer Games and Simulations (2011).
 - Promising Practices in Undergraduate Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education: Summary of Two Workshops (2011).
 - Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century (2005).
 - The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century (2004).
 - How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition (2000).
- Resources in Science and Engineering Education, Richard Felder, <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public>
- Teaching Teaching & Understanding Understanding, www.daimi.au.dk/~brabrand/short-film