



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL



ENSEÑANZA APRENDIZAJE EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA

Óscar A. Cuanalo Campos, Félix Sosa Contreras

**Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
Puebla, México**

Resumen

La Geotecnia es una rama de la Ingeniería Civil que tiene por objetivo estudiar las propiedades físicas y mecánicas del terreno para garantizar que las obras que se construyan tengan un comportamiento adecuado desde el punto de vista estructural y de servicio. A diferencia de otras materias dentro de la ingeniería, los materiales que integran el subsuelo no tienen propiedades constantes y por ende pueden variar tanto en dirección horizontal como vertical; lo anterior hace que la enseñanza en esta área sea un tanto difícil y es deseable que el profesor que imparte las materias tenga una buena dosis de experiencia dentro de su área de especialidad.

En este artículo se presenta el currículo del Área de Geotecnia y los diferentes proyectos y obras dentro de esta especialidad, además se hace una reflexión sobre los métodos de enseñanza - aprendizaje de la ingeniería geotécnica, describiendo los diferentes actores involucrados y los factores que pueden tener influencia en dicho proceso. Se incluye la forma tradicional como se enseñaba en esta área del conocimiento (proceso antiguo) y a la vez se presenta una breve descripción de los métodos de enseñanza en el contexto de la era digital actual. También se hace referencia a los cambios obligados en el proceso enseñanza-aprendizaje tomando en cuenta la nueva cultura digital enmarcada en la globalización y en las competencias en el ámbito internacional. Finalmente se hace un análisis de conclusiones sobre las ventajas y desventajas de utilizar las nuevas tecnologías de la información digital TIC's en el proceso enseñanza aprendizaje.

Palabras clave: geotecnia; enseñanza – aprendizaje; competencias

Abstract

Geotechnics is an important subject of Civil Engineering, its aim is to study the physical and mechanical properties of soils so that engineering structures have an appropriate behavior from structural and service point of view. Unlike other subjects in civil engineering, the subsoil materials do not have constant properties and therefore they can vary both horizontally and vertically; this makes teaching in this area somewhat difficult and it is desirable that teachers have a good deal of experience within their speciality.

In this article, the Geotechnics Area curriculum is presented and the different projects and works within this specialty, as well as a reflection on the teaching - learning methods of geotechnical engineering describing the different actors involved and the different factors that can affect this process. Besides it includes the traditional way as it was taught in this area of knowledge (old process), at the same time a brief description of teaching methods in the context of the digital age (current process). Reference is also made to the changes required in the teaching-learning process, taking into account the new digital culture framed in globalization and international competencies. Finally, a conclusions analysis about the advantages and disadvantages of using new digital information technologies in the teaching-learning process is made.

Keywords: *geotechnics; teaching – learning; competencies*

1. Introducción

El comportamiento de los suelos y sus propiedades físicas y mecánicas están influenciadas directamente por su origen y proceso de formación. Así se tienen los suelos residuales producto de la meteorización de rocas debido a los agentes físicos, químicos y orgánicos, pudiendo variar entre la roca muy alterada con comportamiento típico de un suelo, la medianamente alterada con comportamiento mixto entre suelo y roca, y la roca sana. Además, están también los suelos transportados por los agentes de erosión (agua, viento, glaciares y la gravedad), los cuales producen una gran variedad de secuencias estratigráficas, con espesores, propiedades y comportamientos que difieren considerablemente de un lugar a otro.

En el caso de los elementos estructurales de concreto o de acero, sus propiedades, y parámetros físicos y mecánicos están bien definidos; el primero a partir de la dosificación de sus materiales constitutivos (agregados, agua y cemento) que tienen influencia directa en su resistencia a la compresión simple, que es uno de los principales parámetros utilizado en el diseño de estructuras de concreto; y el segundo a partir de su composición química (fósforo, carbono, magnesio, azufre y silicio), que influyen en su límite o resistencia a la fluencia, que también es un parámetro utilizado en el diseño estructural.

1.1 Currículo del Área de Geotecnia del Programa de Ingeniería Civil

En la tabla 1 se presenta el currículo de las materias que se imparten en el Área de Geotecnia, las cuales pueden variar en los programas de Ingeniería Civil dependiendo de la Institución

Educativa que las oferte. Los programas académicos tienen su distribución de materias por periodos, los cuales pueden ser por cuatrimestres con clases en verano, o por semestres (Tabla 1).

Tabla 1. Currículo de materias del Área de Geotecnia del Programa de Ingeniería Civil

Periodo	Materias de Geotecnia			
5	Geología			
6	Comportamiento de suelos			
7	Mecánica de Suelos	Vías Terrestres	Pruebas de Mecánica de suelos	Optativa
8	Diseño Geotécnico de cimentaciones	Pavimentos	Laboratorio de Vías Terrestres	Optativa

1.2 Campo de aplicación de la Ingeniería Geotécnica

- Diseño y construcción de cimentaciones
- Diseño y construcción de túneles
- Diseño y construcción de presas
- Excavaciones profundas
- Inestabilidad taludes y laderas (fenómenos de remoción de masas)
- Construcción de caminos y carreteras
- Mejoramiento de suelos
- Evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos geotécnicos
- Exploración y muestreo in situ
- Empleo de geosintéticos en obras geotécnicas
- Interacción suelo-estructura
- Instrumentación geotécnica
- Muros de tierra mecánicamente estabilizada
- Supervisión, control de calidad y laboratorio geotécnico
- Ingeniería geotécnica forense

2. Proceso enseñanza aprendizaje

2.1 Definición del proceso

El proceso enseñanza aprendizaje es todo el conjunto de actividades, estrategias y acciones docentes y/o académicas encaminadas a transmitir el conocimiento a un conjunto de alumnos o individuos en determinado tema, asunto o materia.

2.2 Actores involucrados

En el aula este proceso de enseñanza aprendizaje involucra a dos actores principales:

- a) El profesor que enseña o trata de transmitir el conocimiento y

b) Los alumnos que asisten y estudian para aprender sobre el tema de interés.

2.3 Factores que influyen en el proceso

Desde luego este proceso enseñanza aprendizaje puede ser influenciado por los siguientes factores:

- El catedrático (perfil y grado de preparación, experiencia profesional dentro de su especialidad, vocación, experiencia docente, habilidades de expresión y oratorias, didáctica, etc.)
- El alumno (grado de preparación, motivación personal, interés en el tema, deseo de aprender, valores agregados, estado de ánimo, etc.)
- La institución (modelo educativo institucional, programa académico, instalaciones, biblioteca, laboratorios, investigación, publicaciones, redes temáticas, etc.)
- La familia (estabilidad emocional y económica, valores morales, etc.)
- La sociedad (compañeros, amigos, pareja, entorno, etc.)

3. Métodos de enseñanza

Uno de los principales retos que tiene el Profesor en el proceso de enseñanza aprendizaje es el poder transmitir de manera eficiente los conocimientos y experiencias en el tema de estudio, aplicando las tecnologías disponibles para lograr que los alumnos adquieran las competencias requeridas en su futuro profesional. Otro reto será el establecer los criterios que permitan evaluar de manera justa el grado de aprendizaje de los alumnos sobre el tema, y además revisar y autoevaluar si los procedimientos, estrategias o acciones utilizadas fueron las adecuadas y dieron un porcentaje alto de alumnos que realmente adquirieron los conocimientos y por ende acreditaron satisfactoriamente la materia al final del curso (Gijbels, *et al*, 2005). Es común que se tengan que realizar autoajustes o autocorrecciones en el proceso durante el periodo de desarrollo del mismo en función del avance observado en el desempeño de los alumnos durante el periodo de clases, ya que cada grupo es un ente personal con atributos y características individuales.

A continuación, expondremos según la experiencia de los autores, la manera en la cual se desarrolló el proceso de enseñanza a lo largo del tiempo.

3.1 Método Tradicional (antiguo)

Hace unos 50 años el método enseñanza se basaba en transmitir el conocimiento a partir de las experiencias de los mejores profesionistas que trabajaban en las diferentes dependencias de gobierno, las cuales eran las formadoras de los mejores expertos en el área de ingeniería; estos profesores eran invitados a las universidades públicas para impartir cursos basados en los diferentes proyectos desarrollados en el país. El catedrático generalmente exponía los temas de estudio en el pizarrón y utilizaba un libro de texto como apoyo para su materia o apuntes realizados por ellos mismos. Los cálculos se realizaban a mano o utilizando la regla de cálculo (Faber Castell) que permitía hacer operaciones un poco más elaboradas mediante

aproximaciones y simplificaciones mentales, para obtener los valores o las cantidades objeto de análisis. El método era fundamentalmente conductivista, donde el profesor realizaba la mayor parte del trabajo intelectual y los alumnos eran espectadores pasivos (Rojas, *et al.*, 2013).

El alumno tenía que poner en juego la mayoría de sus sentidos y desarrollar al máximo su capacidad mental para realizar los cálculos de algún problema específico, generalmente debía copiar a mano en su libreta todo lo que el profesor exponía en el pizarrón. Se podría decir que el proceso enseñanza aprendizaje era un tanto difícil por qué los medios para hacerlo eran limitados.

3.2 Método de Transición

Hace unos 40 años empezaron a aparecer las primeras calculadoras de bolsillo (Texas Instrument), las cuales permitían hacer operaciones en un dispositivo que desplegaba los resultados en forma digital; estas calculadoras realmente facilitaron la realización de las diferentes operaciones. Casi al mismo tiempo aparecieron las primeras computadoras para realizar cálculos más elaborados o más sofisticados requiriendo para su empleo un lenguaje de programación y de tarjetas con puntos perforados para habilitar los programas de las computadoras, luego las computadoras de escritorio, los discos de vinil blando para guardar información, los discos cuadrados y los CD's. Toda esta variedad de dispositivos ayudó en gran medida a hacer más eficiente la manera de guardar y transmitir la información y los conocimientos en ingeniería.

3.3 Actual (era digital)

Actualmente la presencia de más universidades públicas y privadas en el país, obliga a las instituciones a ser más competitivas y eficientes en el proceso enseñanza aprendizaje, utilizando un modelo curricular basado en competencias y utilizando mejores equipos y dispositivos electrónicos para el desarrollo del mismo; además la mayoría de los profesores y alumnos dispone de una Laptop, Tablet, memorias USB (memoria flash para guardar información) y los famosos smartphones que cuentan con un sistema operativo, aplicaciones y conexión a internet, habilitados con redes Bluetooth y Wi Fi para comunicación inalámbrica; estos últimos dispositivos permiten hacer casi cualquier cosa (hablar por teléfono, enviar mensajes, hacer cálculos, tomar fotos, guardar información, enviar emails, oír música, reproducir y grabar videos, noticias, etc., etc.); podemos decir que estos últimos son aparatos muy inteligentes.

El impresionante avance en las tecnologías de la información y comunicación pone a disposición tanto de profesores y alumnos una gran cantidad de información sobre los diferentes temas de la ciencia y tecnología, utilizando el Internet como herramienta fundamental, facilitando el proceso de enseñanza aprendizaje. En el aula el profesor cuenta con su computador conectado a internet, una pantalla o cañón para desplegar sus presentaciones, un pizarrón y además bibliografía digital o impresa de los diferentes temas a estudiar. Adicionalmente y para facilitar el aspecto administrativo de los programas, se tienen aplicaciones como el blackboard para pasar lista, el unisoft para subir contenidos de programas, videos, tareas, archivos, calificaciones, etc. No podemos dejar de mencionar el empleo de software especializado para resolver problemas

dentro de la ingeniería; en geotecnia podemos mencionar los programas Plaxis, Geo, Slope, Stress, SAF, etc. (Figura 1).

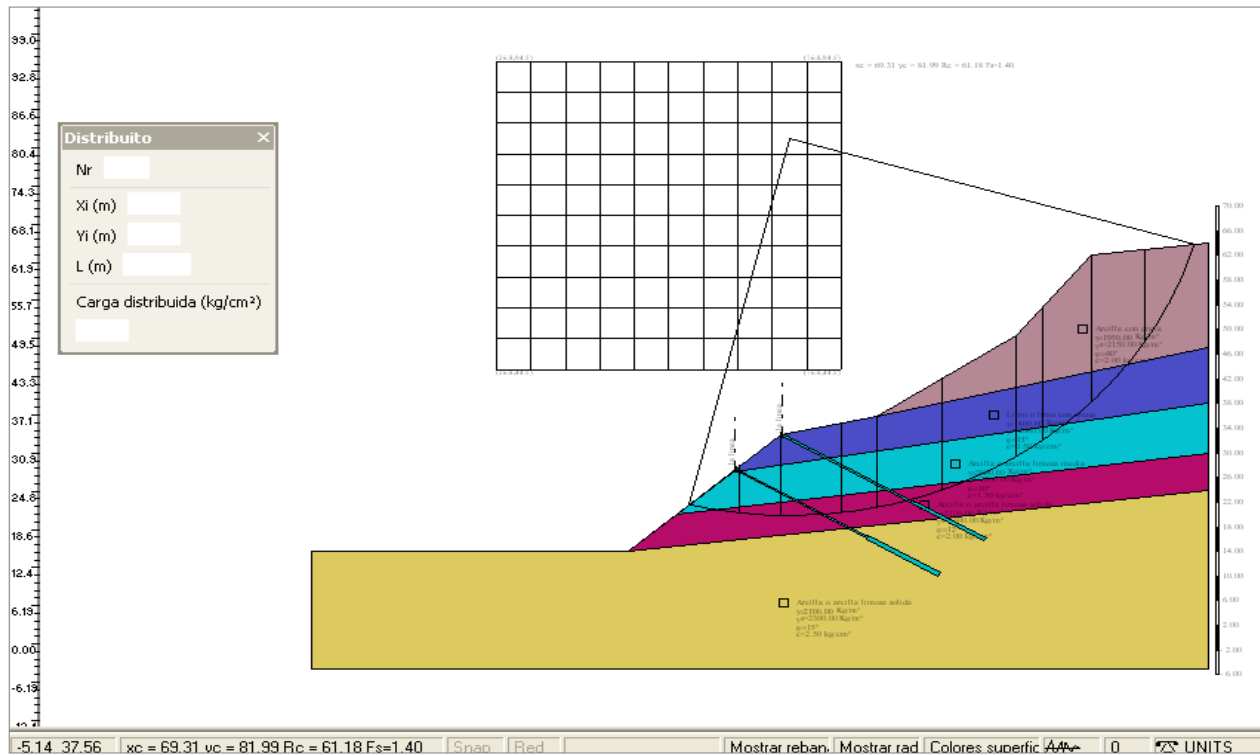


Figura 1. Análisis de estabilidad de un talud utilizando el programa Geostru Slope (Cuanalo, et al., 2015).

Realmente esta era digital ha facilitado grandemente el proceso enseñanza aprendizaje, al optimizar el tiempo utilizado en las diferentes estrategias del proceso (presentación de teoría, solución de ejemplos numéricos, revisión de bibliografía, investigación de temas, realización de proyectos o trabajos, etc.). Al mismo tiempo ha habido un cambio de actitud o comportamiento de profesores y alumnos para ajustarse a las nuevas tecnologías de la información y a las exigencias que actualmente impone la internacionalización; es decir estamos inmersos en un mundo globalizado (López M.M., 2013).

4. Cambios experimentados en el proceso

4.1 Motivaciones y hábitos de estudio

Conviene evaluar el entorno del estudiante de la carrera de Ingeniería Civil porque es el actor principal en este artículo, corresponde estudiar sus motivaciones para aprender y sus hábitos de estudio. A través de este estudio, se podrán diseñar estrategias de enseñanza-aprendizaje que nos ayuden a reducir las posibles deficiencias académicas de los alumnos en distintos semestres y se logró disminuir los porcentajes de deserción y reprobación de las materias, específicamente en el área de Geotecnia.

Existen diversas investigaciones sobre el tema de hábitos de estudio realizadas con estudiantes de nivel superior donde concluyen que los estudiantes a parte de no tener los conocimientos previos y necesarios que requiere el curso, tampoco poseen hábitos y actitudes propias para el estudio, así como la escasa disciplina, falta de concentración, falta de organización de su tiempo, poca planificación de actividades académicas y problemas emocionales (Acevedo. et al, 2015; Reyes y Obaya, 2008). Existen autores que afirman que el problema de la falta de motivación y la formación de hábitos de estudio tiene que ver con otros factores.

4.2 Globalización, cultura digital y educación.

La globalización implica un proceso de cambio y transformación; es decir, el mundo de hoy ya no es como el de ayer y, por otro lado, involucra la idea de que los países, regiones o localidades están más enlazados. Esta globalización tiene impacto directo en la forma de vida de los individuos, en los aspectos cultural, social, política y económica, internacionalizando las prácticas, costumbres, ideologías, teorías, etc.

4.3 Competencias genéricas y específicas.

Las competencias genéricas son atributos compartidos que se pueden generar en cualquier carrera y que son considerados importantes para la sociedad, además de ser comunes para todas o casi todas las carreras y las específicas son las que se relacionan con cada área temática. Es importante introducir a los profesores de Ingeniería Civil, específicamente a los del área de Geotecnia a la temática de los estudios en base a competencias y motivar las modalidades y metodologías de estrategias de enseñanza que facilitan su desarrollo. Las competencias es el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que se integran a las características personales como capacidades, rasgos, motivos, valores y experiencias personales.

Bajo este contexto se deben desarrollar perfiles profesionales en términos de competencias genéricas y específicas del área de Geotecnia, impulsar la innovación, intercambiar información sobre el desarrollo del currículo con otras universidades para crear convergencias. Así también desarrollar enfoques de enseñanza, aprendizaje, evaluación y calidad en los programas de estudio.

5. Uso de tecnología digital en la enseñanza de la Ingeniería Geotécnica

La forma en la que se transmite el conocimiento y se imparten los cursos de la Ingeniería Geotécnica es fundamental para el desempeño de los estudiantes del área, así como la percepción que tienen de los mismos y el cómo les impactan. Y es ahí donde entra la tarea del uso didáctico de las tecnologías de la información y de la comunicación ya que apoyan el proceso enseñanza aprendizaje de la Geotecnia.

5.1 Ventajas y desventajas

Ventajas. Las clases se vuelven más prácticas e innovadoras, permite la posibilidad de enviar tareas por medios electrónicos, estar actualizados con la basta información que existe en la red, se pueden presentar contenidos más dinámicos que desarrollan una capacidad de abstracción mayor en el alumno, así como el diseño de materiales didácticos novedosos en lugar de tradicionalistas (Sosa. *et al*, 2019), facilita la evaluación de los estudiantes con evidencias de aprendizaje y puede favorecer el trabajo colaborativo.

Desventajas. Si no existen aprendizajes previos los estudiantes pueden experimentar frustraciones, requieren conocimiento y actitud por parte del profesor respecto a la actualización, la calidad de la información que se encuentra en la red puede ser deficiente, requiere de equipos para ser utilizados por los alumnos a los cuales se requieren dar un mantenimiento preventivo y correctivo, pueden inducir a la sustitución de los profesores, mayor distracción, existe una mayor facilidad de acceder al trabajo de otros alumnos, la desigualdad de acceso fuera de la clase para los alumnos y la privacidad de los mismos.

5.2 Proceso educativo y las TIC's

Las tecnologías de la información y de la comunicación es el conjunto de técnicas, desarrollos y dispositivos que vienen derivados de las nuevas aplicaciones en soportes de información y en los canales de comunicación. Los principales tipos de TIC's son las redes que se refieren a la telefonía fija, banda ancha, telefonía móvil, las terminales como los navegadores de Internet, sistemas operativos, reproductores, y los servicios en las TIC's como el correo electrónico, banca online, videojuegos, etc.

Las características de las TIC's son la inmaterialidad que se refiere a la conversión de información tradicional a la digitalización, la instantaneidad que se refiere al acceso y transmisión de información de forma instantánea, interactividad e innovación.

5.3 Resultados del aprendizaje

Los resultados esperados en cuanto al aprendizaje son variados, se puede obtener una mayor motivación en los alumnos, generando interés en la materia, eso se transforma en un mayor nivel de cooperación, una potenciación de la creatividad, una mejora en la comunicación e induce en el alumnado un pensamiento crítico, además de una multiculturalidad.

6. Conclusiones

Para garantizar un proceso enseñanza-aprendizaje de calidad en la formación de los alumnos en el área de la Ingeniería Geotécnica es deseable que los catedráticos tengan suficiente experiencia en su especialidad, que posean dominio y habilidades didácticas en las nuevas herramientas tecnológicas de la información y comunicación, las cuales permiten al alumno un nivel alto de autonomía para mejorar su aprendizaje basado en las competencias que necesitará

en su futuro profesional. Además, es muy importante que los docentes tengan vocación, gusto y cariño por la enseñanza.

7. Referencias

- Acevedo, D., Torres, J. D. y Tirado, D. F. (2015). Análisis de los Hábitos de Estudio y Motivación para el Aprendizaje a Distancia en Alumnos de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena (Colombia). En Revista Formación Universitaria, 8. pp. 59-66. Consultado el 12 de junio 2019 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373544192007>
- Cuanalo, C. O., Polanco, S. G. and Rivera, P. J. (2015). Landslide at Sunuapa 401, Chiapas México (Hydrocarbon Exploration Well); Risk Reduction by Stabilization Construction. Engineering Geology for Society and Territory. Volume 2, Springer, pp 2067- 2070.
- Gijbels D., Van De Watering G., Dochy F. and Van Den Bossche (2005). The relationship between students' approaches to learning and the assessment of learning outcomes. European Journal of Psychology of Education. Vol. XX, N° 4 pp 327-341.
- López M. M. (2013). Las Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la evaluación formativa. Memorias RIEI, IX Seminario Internacional Educación de ingenieros: ciencia, tecnología, medio ambiente y sociedad. San José, Costa Rica.
- Reyes S. L. y A. Obaya (2008). Hábitos de Estudios de los Alumnos de Ingeniería Agrícola y su impacto en el rendimiento obtenido en un curso de Química Básica, en Revista Información Tecnológica, Vol 1(5), Chile. Consultado el 7 de junio de 2019. <http://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v1n5/art05.pdf>
- Rojas S. A., Díaz S.I. y Martínez H.J. (2013). Perspectivas para el aprendizaje a nivel superior en el siglo XXI. Memorias RIEI, IX Seminario Internacional Educación de ingenieros: ciencia, tecnología, medio ambiente y sociedad. San José, Costa Rica.
- Sosa, F., Villagrán, M. y Sánchez, J. (2019). Mejora del proceso enseñanza aprendizaje de la Geotecnia utilizando una pantalla dinámica desarrollada con la tecnología Kinect® de Microsoft. Proceedings of the 16th Pan-American Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Cancún, México.

Sobre los autores

- **Óscar A. Cuanalo Campos:** Ingeniero Civil por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Maestro en Ingeniería por la Universidad Nacional Autónoma de México, Doctor en Ciencias por la Universidad Central de las Villas, Cuba. Profesor – Investigador de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. oscarandres.cuanalo@upaep.mx
- **Félix Sosa Contreras:** Ingeniero Civil por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Maestro en Ingeniería por la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. felix.sosa@upaep.mx

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)