



PRIMER CONGRESO PROFESIONAL DE LOS INGENIEROS DE MONTES

Sesión 7ª: La enseñanza forestal, investigación y nuevas tecnologías en la profesión.

Comunicación: La enseñanza de las matemáticas en la Ingeniería de Montes

Autor: Esperanza Ayuga Téllez. Doctor Ingeniero de Montes. Profesora de Estadística e Investigación Operativa del Departamento de Economía y Gestión Forestal.

RESUMEN

La evolución de las matemáticas a lo largo de la historia del hombre va unida íntimamente a la técnica. El peligro de que esta materia reduzca su presencia en los nuevos Planes de Estudios del Ingeniero de Montes hace que se planteen y se respondan, en esta comunicación, tres preguntas. ¿Por qué?, porque es una herramienta necesaria y formativa. ¿Cómo?, con más trabajo individual y menos cantidad de materia. ¿Por quién?, impartida por ingenieros.

1. Introducción.

Es conveniente recordar que un Ingeniero de Montes es, antes que nada, un **ingeniero**. La particularidad de éste es el ámbito de aplicación de su labor profesional: el **monte**. Para conseguir una buena preparación de los alumnos de ingeniería de montes hay que considerar que deberán realizar la labor que demanda la sociedad y estar preparados para adaptarse a los cambios en esa demanda usando las nuevas herramientas y tecnologías que puedan incorporarse al ejercicio habitual de su labor. Para ello, creo que es de vital importancia, resaltar y abundar en la enseñanza de las Matemáticas en la Ingeniería de

Montes. En esta comunicación me centraré en la evolución de las matemáticas y la tecnología, el ¿por qué?, ¿cómo? y ¿por quién? debe impartirse esta materia, en líneas muy generales.

2. Evolución.

Comencemos con algo de historia de las Matemáticas y de la Ingeniería de Montes ya que creo como Marquerie que, "Para encajar bien en nuestro sitio, lo mismo que cuando se aparca un coche, es preciso, a veces, dar marcha atrás".

Es curioso constatar, en el estudio de las Ciencias, el caso especial de las Matemáticas que evolucionó de forma destacada en los comienzos de la historia, quizá porque se basa en una capacidad sustancial del ser humano, la de imaginar. El hombre empezó a hacer matemáticas porque empezó a esquematizar y simbolizar.

Los principios fundamentales de las Matemáticas se desarrollaron en la Grecia Clásica. Los "Elementos" de Euclides no se han mejorado en lo sustancial hasta el siglo XIX, en cuanto a teoría. Las aplicaciones realizadas también fueron notables, en especial las de Arquímedes a la ingeniería bélica y agrícola. Las aplicaciones prácticas, principalmente a la Agricultura y la Economía, fueron la ocupación fundamental de los matemáticos desde entonces hasta el siglo XVII. La única técnica en este largo período que necesitó soluciones de las matemáticas fue la navegación, y gracias a ésta, se perfeccionaron la óptica y la mecánica de precisión.

La Mecánica y el Cálculo infinitesimal se amoldaron a la perfección, desarrollándose al unísono. Gracias al Cálculo se descubrió la existencia de Neptuno antes de verlo con los telescopios. Las medidas geodésicas potenciaron el estudio de la geometría de superficies, y los intercambios comerciales con el Nuevo Mundo permitieron unificar las medidas.

La revolución industrial se basó en las investigaciones de la termodinámica y la hidrodinámica, que no fueron posibles sin el estudio matemático. La matemática también postuló la existencia de las ondas electromagnéticas antes de ser detectadas

experimentalmente y han dado lugar a la comunicación inalámbrica, la teoría de la propagación luminosa y la mecánica relativista..

En el siglo XX, el motor de explosión ha permitido el desarrollo de la aviación que progresa gracias a la teoría de las ecuaciones en derivadas parciales y las funciones en variable compleja. Las teorías matemáticas de la relatividad y la mecánica cuántica son la base de la obtención de energía atómica. El cálculo operacional y la estadística son imprescindibles en las tecnologías de la información, computación y cibernética.

Como puede apreciarse en este pequeño resumen, a veces las matemáticas han impulsado avances en las ciencias, otras es la necesidad de la Técnica la que requiere nuevos conocimientos o desarrollos matemáticos, de tal forma que el progreso de la humanidad ha utilizado la unión de ambas: **Técnica y Matemáticas** para alcanzar los impresionantes medios de que disponemos en este siglo XXI.

Las Matemáticas han estado presentes en los Planes de Estudios de la Escuela de Montes desde sus comienzos, prácticamente de forma constante. Al comienzo, mediados del siglo XVIII, como una asignatura de primeros cursos, después en el año de selectivo, para ir aumentando su presencia hasta el momento actual en que se cursan Cálculo y Álgebra, en primero, y Ampliación de Matemáticas, en segundo.

La tendencia globalizadora actual ha llegado también a la enseñanza universitaria y las últimas normativas europeas tienden a equiparar diferentes países y titulaciones. Para nuestra Universidad Politécnica éste programa equivale a disminuir la preparación de sus alumnos ya que se reducen los años de estudio y también el número de horas semanales de clases. Resulta curioso que, cuando mayor es la información de que disponemos en el mundo actual, menos queramos comunicar a las nuevas generaciones. De forma más concreta, ¿hacia dónde se encamina la enseñanza de la profesión?. Con estos planteamientos los Ingenieros de Montes y los Agrónomos se convertirían en Biólogos, los Ingenieros de Minas en Geólogos, los Ingenieros Industriales en Químicos, etc. La Universidad Politécnica estaría así perpetrando su propio suicidio, perdiendo la propia identidad para ser una más de las Universidades que imparten títulos de Licenciaturas en el territorio Español.

Acaso sea esto lo que pretenden los profesores que han elaborado los Planes de Estudios de otras Escuelas de Ingeniería para hacerlas más atractivas. Debemos estar muy atentos ya que éste puede ser el objetivo de aquellos licenciados que, al amparo de su mayoría en los tribunales de las áreas de conocimiento pertinentes, se han instalado “de por vida” como profesores de asignaturas básicas en nuestras Escuelas, haciéndonos creer a la mayoría de profesores que los Ingenieros somos menos capaces que ellos de impartir esas materias. ¡Y luego, critican nuestro corporativismo y endogamia!. ¿Cuántos ingenieros son profesores de Física, Química, Matemáticas o Botánica en las Facultades?.

Estos mismos profesores que nos han desbancado de la enseñanza de materias básicas para nuestra profesión están dispuestos a que las asignaturas que imparten y que consideran tan importantes en sus Facultades, pierdan protagonismo en los Planes de Estudio, eliminando así molestas competencias de los Ingenieros en sus campos profesionales.

La actitud de los alumnos es mucho más sorprendente si se mira desde el punto de vista del interés profesional. Desde la perspectiva de un ingeniero es incomprensible el interés en suprimir horas de asignaturas como matemáticas, física, electrotecnia, mecánica o termodinámica, básicas para éste y que le capacitan para adaptarse a las nuevas tecnologías del mercado con la rapidez que da la versatilidad de su, hasta ahora, buena formación básica. Acaso sea más importante para los alumnos aprobar con facilidad la carrera que ser un buen profesional pero si no deseaban cursar asignaturas técnicas no debieron matricularse en la Universidad Politécnica.

3. ¿Por qué Matemáticas?, ¿cómo? y ¿por quién? .

Cualquier Ciencia, cualquier enseñanza, es a la vez que conocimiento, educación. No sólo deben enseñarse un conjunto de conocimientos sino también como utilizarlos, relacionarlos, obtener nuevas conclusiones, en definitiva enseñarnos a hacer más que a saber. Y esta es la esencia, el lema de nuestra Escuela de Ingenieros de Montes: “Saber es

hacer". Así los miembros de esta Escuela debemos fomentar una enseñanza práctica, dar un aspecto primordial a aquellas materias que nos permitan aplicar los conocimientos .

Sobre el aspecto formativo de las Matemáticas me gustaría comenzar con las frases de dos maestros de la Antigüedad, de aquellos que descubrieron las posibilidades del saber y fomentaron nuestras Ciencias actuales:

"Estas por consiguiente son las Matemáticas: dan vida a sus propios descubrimientos, despiertan la mente y purifican el intelecto, traen luz a nuestras íntimas ideas, destruyen el olvido y la ignorancia que nos son connaturales" Proclo.

"El estudio de la Aritmética y la Geometría, no sólo hará más esclarecida y útil vuestra vida para un sinfín de actividades humanas, sino más inteligente vuestro espíritu, y a vosotros más idóneos para dedicaros a la Medicina". Hipócrates.

Así las Matemáticas no pueden considerarse meramente como una herramienta utilizable en materias más técnicas, sino que es formadora de la mente. Enseña a esquematizar, simbolizar y aplicar el pensamiento lógico a la solución de problemas. La deducción nos prepara para ser rigurosos y los cálculos aritméticos nos proporcionan agilidad mental.

El objetivo fundamental que busca el ingeniero es la resolución de problemas que se le plantean en su experiencia profesional, relacionados con la cuantificación de la información que posee y con las decisiones que debe tomar a tenor de las leyes que rigen los fenómenos predecibles. La formación matemática constituye el mejor instrumento de trabajo no sólo para la comprensión conceptual de la tecnología y del funcionamiento de los procesos, sino, lo que es más importante, para potenciar la creatividad y la innovación a lo largo de su vida profesional.

Todo técnico debe conocer métodos de cálculo tales como: derivadas, áreas, volúmenes y soluciones de ecuaciones diferenciales, relacionados con conceptos físicos, así como su justificación.

La demanda, generalizada en la empresa privada, de una mayor especialización de los profesionales, exige al ingeniero que desarrolla su actividad en estas empresas una base

científica fuerte. Ésta permitirá al futuro especialista adaptarse fácilmente a los rápidos cambios que experimenta la tecnología, asimilando todas aquellas innovaciones que puedan presentarse. Una buena formación matemática le ayudará a convertirse en un especialista de calidad y no en un mero aplicador de una tecnología concreta y temporal de pronta obsolescencia.

Por todo lo dicho con anterioridad la enseñanza de las matemáticas es fundamental en un ingeniero, pero ¿cómo enseñarlas bien?. Es un tópico pedir que el profesor haga atractivas las matemáticas, sin duda esto debe ser así cuando el alumno de enseñanza primaria se enfrenta por primera vez a esta materia. Al alcanzar un primer curso de Universidad, nos parece lógico partir de la premisa de que el alumno de una ingeniería (que optó por la rama de ciencias) si no se siente atraído por las Matemáticas, al menos no es uno de sus detractores.

La matemática que utilizará en su vida profesional es la Matemática Aplicada. Ésta se caracteriza primordialmente por la búsqueda de modelos que expliquen el mundo físico que nos rodea con un grado de aproximación suficiente, delimitado por el problema concreto a estudiar. En consecuencia, se debe enseñar al alumno a construir estos modelos y validarlos con la realidad. La forma en que puede conseguirse es que el alumno se enfrente a estos problemas reales y les busque solución matemática. Es necesario un trabajo individual intenso y por ello, en clases que generalmente llegan a los cien alumnos, la única forma de conseguirlo es con más tiempo de dedicación.

Por otro lado, la forma en que actualmente se imparten las matemáticas en las aulas universitarias (teorema-demostración-corolarios-teorema-demostración-...) no resultan demasiado entretenidas, ni tampoco honestas. Sin descartar la importancia que para el desarrollo formativo tienen las demostraciones matemáticas, el excesivo énfasis en la forma analítica de la enseñanza matemática olvida una parte importante de cómo consigue el conocimiento el cerebro humano: la analogía con las imágenes y las figuras. Una pérdida importante en la utilización y desarrollo de los talentos naturales de los alumnos es consecuencia de la supresión de gran parte de la Geometría en los programas de enseñanza actual de las matemáticas.

El uso del ordenador con los actuales programas de matemáticas permite resolver automáticamente muchos de los problemas matemáticos tradicionales. Sin duda incluir esta herramienta en la enseñanza de las matemáticas puede aliviar de determinados contenidos la programación de temas de la asignatura: por ejemplo minimizar los métodos de integración y simplificar las operaciones con matrices, pudiendo disminuir la cantidad de contenidos actuales y dedicar más tiempo al esfuerzo individual del alumno.

La postura de los matemáticos en el mundo actual la muestra la autocrítica de Davis y Hersh (1988), matemáticos contemporáneos y de prestigio, que con simpática ironía describen al “matemático ideal” alejado de la realidad circundante, insensible a la incompreensión de su trabajo, orgulloso de que los alumnos no acaben de comprenderlo fácilmente y totalmente pagado de sí mismo. Su postura frente al alumno es la del maestro de una secta: se puede llegar a captar a un alumno al cabo de los años, imbuyéndole la forma de pensar y actuar frente de los matemáticos; si es incapaz de pensar como ellos se le suspende y se le hace abandonar; si tras superar las pistas de obstáculos que le ponen llega a la conclusión de que sus argumentos son oscuros o incorrectos, le consideran un chalado. En el mismo texto, se muestra cómo ve la actividad matemática un físico, un usuario de las matemáticas. Las describe como imprescindibles y útiles, una herramienta fundamental cuya importancia no reside en sí misma sino en lo que tienen de “poderosa herramienta de razonamiento en problemas complejos”.

Sin discutir que, en líneas generales, los que deben saber más matemáticas son los Licenciados en Ciencias Exactas, creo que aquellos que enseñen matemáticas en una ingeniería deben ser profesionales que usen las matemáticas, que les den su valor como herramienta de trabajo en la resolución de problemas ya que éste es la utilidad que se espera conseguir con el aprendizaje de esta materia en la Ingeniería de Montes.

La experiencia me ha demostrado que son muy pocos los Licenciados en Ciencias Exactas capaces de enseñar de esta forma (hay algunos, lo que seguro agradecen sus alumnos), siendo la mayoría de los ingenieros totalmente capaces de enseñar los temas de matemáticas que requiere la formación de otro ingeniero.

Para terminar y como resumen de lo anterior, la opinión de otro doctor en matemáticas, John Allen Paulos (1990): "Las matemáticas son demasiado importantes para dejárselas a los matemáticos" y la mía: la enseñanza de las matemáticas en la Ingeniería de Montes hay que dejársela a los ingenieros.

4. Conclusiones.

Parece lógico que las conclusiones de esta comunicación sean, siguiendo algunas de las reglas más generales de las matemáticas, claras y aplicables.

Las matemáticas son fundamentales en la formación de un Ingeniero de Montes por ello serían necesarios más créditos para las materias del área de Matemática Aplicada en los nuevos Planes de Estudios. Incluir más geometría y resolución individualizada de problemas con y sin ordenador, disminuyendo la gran cantidad de demostraciones. Que la enseñanza de las asignaturas de matemáticas la realicen ingenieros.

5. Referencias.

Davis, J.P. y Hersh, R. (1988): *Experiencia Matemática*. MEC y Labor, Barcelona.

Paulos, J.A. (1990): *El hombre anumérico*. Tusquets editores, Barcelona.

Puig Adam, P. (1958): La matemática y el hombre. En *Enciclopedia Labor*. Labor, Barcelona.