

## HABILIDADES Y DESTREZAS QUE LA MATEMATICA DEBE DESARROLLAR EN EL INGENIERO

---

QUILVIO CABRAL ACHECAR

Una de las preguntas que hacen con más frecuencia los estudiantes, cuando se les está ofreciendo alguna clase de matemáticas, está relacionada con el uso práctico que durante el desempeño de su carrera pueda tener el tema en cuestión. A mí, particularmente, me la han hecho en varias ocasiones y yo casi siempre respondo con alguna situación semejante: "¿Cuál sería la respuesta que un entrenador le daría a un pelotero si éste, durante sus sesiones de entrenamiento físico, le cuestionara sobre el uso que tendrá el ejercicio denominado "lagartija" durante un juego de Beisbol? Definitivamente un jugador no sale al terreno de juego a hacer "lagartijas" frente al público. Sin embargo este ejercicio le desarrollará la fuerza y agilidad necesaria para poder hacer un buen papel como pelotero. Asimismo un ingeniero es difícil que consiga un empleo para calcularle la derivada a funciones o para resolver tal o cual ecuación diferencial. Sin embargo las habilidades y destrezas que en el ingeniero desarrollan las matemáticas lo convierten en un profesional ágil de mente, con gran capacidad para plantear y resolver problemas, que le permitirá desempeñarse en la vida con soltura y pericia

Estamos muy conscientes de que el ingeniero necesita buenos y sanos conocimientos de matemática, tanto durante el período de sus estudios como durante su carrera profesional, pero de eso hablarán los ponentes que habrán de seguirme, de manera que nosotros expondremos algunas ideas sobre esas habilidades que la matemática desarrolla en el individuo y algunas sugerencias relacionadas con las mismas.

Todos sabemos que los conocimientos relacionados con la Ingeniería, al igual que con las demás ciencias, han ido avanzando en los últimos años a un ritmo acelerado. Los progresos tecnológicos, el aumento de conocimientos, las modificaciones en el ámbito de las prioridades, las necesidades cada vez más crecientes del hombre de hoy, hacen que debamos preparar para el mañana un profesional no sólo con conocimientos en su área específica, sino además preparado para poder asimilar los cambios del mundo actual y mantenerse más o menos al día en la rama profesional que haya escogido. Por ello, si bien hay que darle importancia a los conocimientos concretos que habrán de ofrecerse al estudiante, es también muy importante estudiar la forma de desarrollar en el futuro profesional una gran destreza, que le permita vivir actualizado y renovar sus conocimientos. He oído más de una vez la frase: "A la Universidad se viene, no sólo a aprender cosas nuevas, sino a aprender a aprender". Particularmente al ingeniero se le presentan en el ejercicio de su profesión situaciones muy complejas y problemas técnicos muy difíciles que requieren de él no sólo una gran capacidad, sino mucha habilidad, si es que quiere resolverlos racionalmente. Y no hay duda que la matemática es la asignatura que más ayuda a desarrollar esta destreza que le será indispensable en el futuro.

Sin embargo, hemos visto cómo en algunos casos se ha tenido en cuenta muy poco esta habilidad que la matemática debe desarrollar en el estudiante. Particularmente cuando se elaboran programas de estas asignaturas, casi siempre sólo se toman en cuenta los tópicos clásicos, es decir los conocimientos a transmitir. Sin embargo, debe tomarse en consideración no sólo esto, sino también las habilidades y destrezas que deseamos desarrollar en el estudiante y al preparar el programa introducir temas y sugerencias que ayuden al profesor a alcanzar este objetivo tan importante.

Esto de los programas es un aspecto, pues también existen otros factores que están impidiendo que los estudiantes ejerciten la mente. Y en este sentido deseo recordar que la mente se asemeja mucho al cuerpo en lo que a obtener agilidad se refiere. Sólo haciendo ejercicios mentales se puede obtener una gran destreza para plantear y resolver problemas. Pues bien, creo que algo que está contribuyendo a atrofiar la mente de nuestros estudiantes es el uso indiscriminado de las calculadoras de mano. Da realmente pena ver cómo cada día los estudiantes dependen más de esta máquina. Antes, cuando para realizar cálculos numéricos se usaba la regla de cálculo, al menos el punto decimal de las operaciones se lo tenían que colocar, pues la regla que existe para ello casi nadie la usaba. Ahora, con las calculadoras, ni es hay necesidad de hacer. Particularmente yo he notado esta dependencia y no permito a mis estudiantes de matemática usar las calculadoras, ni en las prácticas, ni en los exámenes. Me he encontrado con estudiantes que en un examen parecían no saber multiplicar números decimales sencillos. Pero lo que más me ha preocupado fue el caso de una estudiante

que, cuando avisé que no permitiría el uso de las calculadoras en un examen, pues no pondría en el mismo operaciones numéricas complejas, ni exigiría una gran precisión en los resultados, me dijo que su problema era que no se sentía segura sin su calculadora de mano. ¡Es increíble este estado de dependencia! Algunas veces le hago esta comparación a mis estudiantes: "No hay duda de que un carro le brinda grandes y buenos servicios a su propietario: Llevarlo rápida y cómodamente a su lugar de trabajo cuando éste está lejos de su casa, de paseo a otras ciudades, etc. Pero si se llega al extremo de necesitar su carro también para ir a comprar una caja de cigarrillos al colmado que está frente a su casa, entonces es la hora de analizar su estado de dependencia de ese vehículo".

Entiendo que usando la calculadora en la resolución de algunos problemas de matemática se aprende a saber "cuándo hay que sacarle la punta al lápiz". Es decir, se le acostumbra a trabajar "con los pies sobre la tierra" en lo que a precisión se refiere. Y esta habilidad, que consiste en poder determinar el nivel de aproximación que un determinado problema requiere, es básico para el ingeniero, pues en el ejercicio de su profesión va a necesitar con mucha frecuencia de esta habilidad. Definitivamente un ingeniero que no tenga una idea del grado de precisión con que debe obtener los resultados de un problema, no sólo está perdiendo su tiempo realizando cálculos innecesarios, sino que corre el riesgo de desubicarse de la realidad y esto es, en cierto grado, hasta peligroso, pues tenemos un profesional que debe resolver problemas que involucran muchas variables valiosas, tanto desde el punto de vista económico como de vidas humanas.

Trabajar de esta manera, es decir, sin calculadora y con una buena orientación del profesor, le puede ayudar también a trabajar intuitivo los resultados. Un ingeniero no puede trabajar bien sin tener ese sentido de intuición, que le permita ver hacia dónde va. Antes de iniciar el proceso de resolución de un problema, debe tener una idea del resultado, de manera que cuando llegue al mismo, éste le sirva para confirmar la idea original que tenía. Yo diría que una de las cualidades básicas de un ingeniero es ésta y la matemática le ayuda a desarrollar este sentido.

Pero hay algo que ha estado ocurriendo en la enseñanza de la matemática en los últimos años en nuestras universidades que a mí, particularmente, me ha preocupado: Cada vez son menores los temas de Aritmética, Geometría y Trigonometría que se enseñan en las escuelas de ingeniería. Hace unos años se ofrecían asignaturas de un año completo de Geometría Métrica, de Trigonometría, de Geometría Analítica y de Geometría Descriptiva. Actualmente la primera y la segunda ya ni se enseñan y de las dos últimas se ofrecen algunos temas, mezclados en los programas regulares de Cálculo y Dibujo. Muchas veces me he preguntado si los responsables de elaborar los planes de estudio que formaron a nuestra generación estaban tan equivocados al hacernos estudiar durante

nueve meses y medio cursos completos de Geometría Analítica y de Trigonometría. Yo creo que quizás exageraban un poco, pero que no estaban totalmente equivocados, porque pienso que no debe ser que un ingeniero se gradúe sólo con los conocimientos de Geometría Métrica y de Trigonometría que recibió en el segundo y tercer año respectivamente del bachillerato. Entiendo que estas asignaturas, aparte de ofrecer conocimientos muy importantes para la carrera y posteriormente para el desarrollo profesional del ingeniero, son ideales para fomentar sus habilidades en el manejo de las figuras geométricas que son básicas para este tipo de profesionales.

Por ello deseo someter formalmente a la consideración de todos ustedes esta inquietud, que se estudie con detenimiento la cantidad de Aritmética, de Geometría Métrica, de Geometría Descriptiva y de Trigonometría que se les ofrece a los ingenieros durante su formación. Con relación a esto mismo me he hecho siempre esta pregunta: ¿Le vale de mucho a un ingeniero haber recibido conocimientos de Series de Fourier o de las Funciones de Bessel sin tener claros, maduros y firmes conceptos de Geometría y Trigonometría del espacio? Yo estoy seguro que muchos de ustedes, al igual que yo, han visto a ingenieros "empujar" un esquema estructural espacial a un esquema estructural plano, para quitarse de encima el problema de tratar con una figura espacial, a pesar de la gran economía y seguridad que puede significar analizar una estructura en su forma real. Esto de ofrecer temas sofisticados en detrimento de los fundamentales y sencillos me recuerdan unas recomendaciones de Descartes en sus Reglas para la Dirección del Espíritu: "Conviene dirigir toda la fuerza del espíritu a las cosas más sencillas y fáciles de entender y detenerse en ellas largo tiempo, hasta acostumbrarse a intuir la verdad con claridad y distinción".

En otro orden de cosas, deseamos señalar que no tenemos la menor duda de que a los estudiantes de Ingeniería hay que darles muchos ejercicios. Pero no ejercicios cualesquiera. Entendemos que los más apropiados para desarrollar en ellos cierta habilidad y destreza son aquellos en los que durante el proceso de su solución puedan irse autoevaluando, es decir, chequeando si la "cosa" va bien o mal y que los resultados les "digan" algo. Nos explicamos mejor: Nos parece que estos ejercicios deben presentar respuestas, que se puedan comprobar gráficamente en los casos que sea posible, que puedan ser comprobadas por otro método o que se puedan intuir. Para ello es imprescindible un profesor consciente de que no sólo debe enseñarle cosas al estudiante, sino ser su guía para que vaya entrenándose en efectuar razonamientos lógicos, en organizar sus ideas, ordenarlas y poder desarrollar un proceso deductivo que le permita ir evaluándose en el camino y llegar a un final razonable. Nadie debe iniciar la resolución de un problema de matemática o de lo que sea, sin antes establecer criterios de autoevaluación para ser usados durante el proceso de resolución del mismo. Sería algo semejante a salir de Santiago para Montecristi sin mapas, sin orientación alguna y sin tener referencia de los lugares o cosas que

supuestamente debe encontrarse en el camino para que durante el viaje pueda saber si va o no por el camino correcto. Sería bueno saber que si pasa por Navarrete la cosa va bien, pero que si es La Vega, el camino no es el correcto. Asimismo debe tener una idea al menos de Montecristi, para que cuando llegue, no sólo lo sepa porque haya recorrido la cantidad de kilómetros requeridos, sino porque haya visto algo que le confirme que llegó al lugar deseado. Sería una pena darse cuenta de que ése no era el camino correcto luego de haber recorrido los kilómetros de lugar y haber llegado a otro sitio.

Entendemos, pues, en sentido general, que la educación matemática de los ingenieros debe ser preferencialmente formativa en todo lo posible, de manera que pueda dejar en ellos la habilidad necesaria para que puedan usar correctamente los métodos matemáticos en el ejercicio de su profesión. Nos parece que las exageraciones del refinamiento teórico resultan incompatibles con los propósitos de la educación de estos profesionales que habrán de pasarse la vida planteando y resolviendo problemas concretos en sus trabajos. Una sobrecarga indebida de información, que el futuro ingeniero no tendrá oportunidad de utilizar, no contribuye esencialmente a su mejor capacitación.

Es muy importante tener presente que, aunque un ingeniero debe tener una fuerte formación matemática, no es, ni será nunca un matemático. El ingeniero es un profesional esencialmente práctico, que trabaja con problemas de la vida real bien concretos y definidos, con respuestas con sentido y a las que debe llegar no sólo por el camino bien definido y rígido que traza con razonamiento puramente matemático, sino por el que le señale su buen juicio y la intuición que debe tener siempre sobre esa respuesta final. La matemática para el ingeniero es y debe ser un instrumento que él debe manejar con sumo ingenio, aunque no necesariamente tenga conocimientos profundos de ella.

Finalmente deseo exponer mis ideas en lo que entiendo es muy importante en la educación matemática de un ingeniero de esta época: la llamada matemática moderna. En este sentido debemos decir que tal denominación es en cierto modo convencional, pues realmente se refiere a ideas y doctrinas que fueron elaboradas, en su mayor parte, hace ya muchos años. Lo esencialmente nuevo es el movimiento de los últimos tiempos para sustituir la matemática tradicional por otra que se adapte mejor a los adelantos científicos de la época. Por ejemplo, la introducción de las computadoras en prácticamente todos los campos de la ciencia y muy particularmente en la ingeniería. Estas máquinas, algunas de las cuales son manuales, son instrumentos ideales para que los estudiantes realicen ejercicios numéricos que les ayuden a agilizar su mente, ya que realizar un programa para una computadora, por sencillo que ésta sea, es un ejercicio muy bueno para desarrollar habilidades.

Otra de las cosas que deseo destacar de la matemática moderna

es su lenguaje y simbolismo, por el gran valor que tienen cuando se requiere presentar un razonamiento. Este nuevo "idioma" de la matemática permite expresar con mayor precisión nuestras ideas, plantear mejor nuestros problemas y obtener soluciones por un camino más lógico.

Por un buen acoplamiento de las matemáticas moderna y tradicional es que debemos luchar, con miras a obtener mejores resultados en la educación matemática de nuestros estudiantes, pues de una manera u otra, ésta debe ser nuestra meta final.