

A LA BÚSQUEDA DEL EQUILIBRIO EN LA UTILIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA NUEVA EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

ÉRIK CASTAÑEDA DE ISLA PUGA

El avance tecnológico en el siglo XX fue vertiginoso y, todo parece indicar, seguirá siendo sumamente acelerado. Es posible que la comercialización de la computadora haya desencadenado estos avances. En el pasado pocas personas podían vanagloriarse de haber leído todos los libros editados en la época, pero en la actualidad no sólo esto es imposible sino que no existe ser humano que pueda alcanzar los más recientes descubrimientos en las novedades computacionales. Es frustrante que se compre un equipo con lo más adelantado y que, cuando mucho, un mes después ya le digan a la persona que su equipo está obsoleto, o cuando menos atrasado. Todo esto tiene una relación directa con la labor docente. Es extremadamente complicado determinar los conceptos que hemos de enseñar a nuestros estudiantes para que se conviertan en ingenieros capaces de resolver los problemas de nuestro País con los recursos más adecuados, sin que estos conceptos sean atrasados o que los conduzcan a una dependencia con países más adelantados, los *creadores* de la tecnología. Esto es lo que he llamado el *equilibrio* deseado para la utilización racional de los recursos tecnológicos.

Es común que cuando se presenta una nueva situación a una persona, la primera reacción sea de rechazo si la aceptación trae consigo un esfuerzo; sin embargo, si se acepta el cambio y, sobre todo, se domina, puede entonces revertirse la forma de actuar de la persona y ahora intentará imponer ésta a otras personas que rechazarán el cambio. Esto se ve claramente con los cambios tecnológicos. Cuando surge una innovación, por ejemplo **el correo electrónico**, al conocer alguno de esta maravilla, quizás su primer comentario es de rechazo. Esgrimirá que tiene suficiente con los medios de comunicación tradicionales, como el correo normal, el teléfono, etc. Sin embargo, si esta persona es capacitada para utilizar el correo electrónico, al dominarlo, ya no se resistirá sino que es posible que se vaya al otro extremo y no querer usar más los otros medios y tratar de que otras personas hagan lo mismo. Si tiene un poco de autoridad sobre otros, lo más probable es que imponga el uso de este nuevo correo. Esta situación descrita de manera simplista, puede tener consecuencias deplorables si se trata de una imposición en el ámbito académico. Es innegable que las calculadoras electrónicas, ahora tan comunes, siguen siendo una herramienta extraordinaria. Cuando estudiaba mis asignaturas de la Facultad, contábamos con la regla de cálculo para efectuar las operaciones aritméticas. Si se requería de mayor aproximación, como en el caso de topografía, era necesario utilizar tablas para los valores trigonométricos y *a mano* todas las demás operaciones, como adiciones o multiplicaciones. Veíamos con envidia a los afortunados compañeros que poseían en su casa o que podían tener acceso a una calculadora de esa época, aquellas que tenían una manivela con la que se movían rodillos. Lógicamente, cuando llegaron las primeras calculadoras electrónicas, con la posibilidad únicamente de efectuar las cuatro operaciones fundamentales, las veíamos como tesoros inapreciables. Ya es historia el explosivo desarrollo que tuvieron estas herramientas. Me voy a referir a dos situaciones relativas a ellas: la primera es una anécdota en la oficina en donde trabajaba. Un compañero, ingeniero joven también entonces, adquirió una calculadora HP-25. Para aquellos que la hayan conocido, sabrán que se trataba de unas de las primeras calculadoras programables. Podían programarse alrededor de veinte pasos, lo que equivalía a tener en la memoria la secuencia de una fórmula, quizás no muy grande. Ni soñar todavía con memoria permanente. Cada vez que se apagaba la calculadora se borraba la memoria, así que había que reprogramarse al prenderla. Aun con esas limitaciones, la calculadora la veíamos como una maravilla. Mi compañero se dio a la tarea de programar la expresión que permitía obtener una orientación en un estudio topográfico. En ese entonces, para lograr la aproximación requerida, se usaban unas hojas en donde se anotaban los datos de campo, se seguían unos pasos especificados, para los que se tenía que utilizar tablas con un número considerable de cifras significativas. Entre estas tablas se tenían las de logaritmo seno o logaritmo coseno. Todo esto con el único objetivo de alcanzar esa aproximación aprovechando propiedades de los logaritmos para sumar en vez de multiplicar o restar en lugar de dividir; es bien sabido que se tiene más error en las

segundas operaciones que en las primeras. Pues bien, el jefe de la oficina al tener los resultados del trabajo y no recibir las formas sino sólo los resultados de la orientación, exigió las multicitadas formas. Se le explicó y se le mostró la calculadora. El ingeniero montó en cólera y el asunto llegó hasta autoridades muy altas pues la negación al cambio alcanzó extremos desagradables. Finalmente no logramos la aceptación del empleo de la calculadora. Claro que el tiempo obligó a aceptar esas calculadoras y las que siguieron pero esta es una muestra de lo que puede pasar con alguien que se resiste al cambio y tiene autoridad. Ese es un extremo.

El otro extremo lo podemos tener si a un niño desde la primaria le proporcionamos una calculadora para evitarle el trabajo de hacer sus operaciones fundamentales, las cuales todavía no aprende. El argumento podría ser que al existir estas herramientas, ¿para qué tiene que aprender a hacerlas *a mano*? Obviamente le estamos haciendo un daño en vez de ayudarlo. Es un extremo pero quizás no está muy lejos de la realidad. ¿Cuántos de nuestros alumnos se ven inermes si se les obliga a hacer un examen sin calculadora? Por supuesto, cuando abandonamos la regla de cálculo, los que se oponían argumentaban que con ella se aprendía a *tener una idea del valor al que se debía llegar*. En parte era cierto pues con la necesidad de colocar el punto decimal, se tenía que conocer el orden del resultado; sin embargo, las calculadoras nos ahorran esa determinación del lugar en donde debe estar el punto decimal, pero el tener idea del orden del resultado puede y debe lograrse por otros medios y no aferrarnos a un instrumento que fue de mucha ayuda pero que cayó en la obsolescencia.

Estas reflexiones las hago porque estamos otra vez en disyuntivas similares. Hasta dónde debemos aceptar los cambios y a partir de cuándo. Vamos a suponer que se modifican los planes y programas de estudio y se decide que, dado que existen paquetes de computación que permiten obtener el producto escalar o el producto vectorial de dos vectores, se quita de los programas respectivos la enseñanza de esas operaciones; sólo se mencionan y se enseña a los estudiantes el uso del paquete para la obtención de los resultados. Al continuar con sus estudios, los alumnos llegarían al Cálculo. Allí se les presentaría el operador nabla, el cual es de tipo vectorial y puede aplicarse a una función escalar, con lo que se obtiene un vector llamado gradiente; o puede aplicarse a una función vectorial en forma de producto escalar, obteniéndose la divergencia; o puede aplicarse en forma de producto vectorial para tenerse el rotacional, pero el alumno no sabría multiplicar, sólo sabría usar un paquete y éste no acepta los símbolos. Sigamos con la suposición de que el paquete acepta los símbolos. El alumno aplica el paquete y ve el gradiente, la divergencia y el rotacional que le da como resultado el paquete. Como continuación, el estudiante llega, por ejemplo a hidráulica. Allí tendrá que aprender los conceptos de derivadas direccionales de campos vectoriales. De nueva cuenta supongamos que ya se cuenta con un paquete sofisticado que le resuelva el problema sin tener que efectuar operaciones. Así continuaría su *formación* hasta llegar a ser ingeniero. Ahora supongamos que al llegar al lugar de trabajo, la oficina que lo contrata no tiene el paquete que él aprendió a usar. El paquete de la empresa es posiblemente más sofisticado pero el nuevo ingeniero no lo conoce. Para su empleo tendría que conocer la teoría en la que se basa o que alguien le enseñe a usarlo. Pregunto ¿eso es ingeniería?

Vayamos ahora al otro extremo. A pesar de los avances tecnológicos, supongamos que los nuevos planes y programas de estudio se elaboraran con la idea de que el uso de nuevas herramientas inhibe el aprendizaje, así que el alumno no conocería el empleo de éstas durante toda su carrera. Al egresar se encontraría que casi todo el trabajo que se le va a presentar lo debe elaborar con herramientas que él desconoce. Cualquier trabajador con un mínimo de experiencia lo superaría en este manejo. Obviamente los egresados estarían en desventaja con otros ingenieros de otras instituciones, quizás hasta con egresados de escuelas para técnicos.

En resumen, los planes y programas de estudio deberán elaborarse buscando el equilibrio y deberán prever la adaptación continua, según se vayan presentando los adelantos tecnológicos. En lo personal creo que las asignaturas de las ciencias básicas, cuando menos en sus primeros temas, deben comprender todo el aspecto teórico requerido por los futuros ingenieros. Quizás hasta reforzarlo. Conviene dirigir una mirada hacia los países con una ingeniería de primer nivel. No me refiero solamente a los Estados Unidos. Ellos no crean su ingeniería, en general la compran. En cualquier lugar del mundo en donde surge un ingeniero con talento, ellos le ofrecen su apoyo no solo económico sino hasta la nacionalidad. En términos generales los ingenieros que destacan en Estados Unidos no son oriundos de ese lugar. Me refiero a otros países como

Francia, Alemania, Japón, Canadá, etc. Lugares en donde se han tenido los más recientes avances. Por ejemplo, la red de redes, o como se le conoce, *la autopista de la información*, surgió en Europa hace ya más de una década. Es allí donde debemos conocer lo que se les está enseñando y cómo se les está enseñando. En lo que respecta a las ciencias de la ingeniería. Mi idea es que los profesores deben enseñar los conceptos apoyándose en lo teórico de las ciencias básicas. En muchos casos, sólo se les menciona que tal o cual resultado se obtiene de una ecuación diferencial, sin siquiera presentarla y analizarla, para ver en qué hipótesis se basó. Finalmente, los profesores de las asignaturas de la ingeniería aplicada deberían apoyarse en lo anterior y presentar no sólo los manuales o paquetes, sino analizarlos. El estudiante debe aprender su uso, pero también debe conocer sus alcances y limitaciones. Es más, lo ideal es que el ingeniero pueda crear sus propias herramientas tecnológicas o adaptar las que ya existen a los casos que se les presentan.

Finalmente, lo que presento son ideas, pero es muy sencillo hablar de los problemas, lo difícil es resolverlos. Propongo que el H. Consejo Técnico de esta Facultad, o los respectivos cuerpos colegiados de otras instituciones de enseñanza de la ingeniería, formen grupos interdisciplinarios que se den a la tarea de buscar ese equilibrio. Podría no ser un solo grupo. Quizás uno por las ciencias básicas, otro por las ciencias de la ingeniería y otro más por las de la ingeniería aplicada. Con autoridad suficiente para convocar a sus miembros, subdividir la tarea, posiblemente por asignaturas o grupos de asignaturas afines y finalmente para decidir sobre sus conclusiones. En resumen, yo no sé cuál es el equilibrio pero estoy seguro que no existe una persona que lo conozca. Hay que unir esfuerzos e ideas y las comisiones que propongo deben estar conformadas por personas de diversas filiaciones, ideas y tendencias. Solamente así podrá tenerse la concepción precisa de ese equilibrio.

--- 0 ---

