

EDUCACIÓN PARA LA PROFESIÓN

ANTERIORMENTE DENOMINADA INGENIERIA

por Rosalind Williams

Rosalind Williams es directora del programa en ciencia, tecnología y sociedad del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Estados Unidos de Norteamérica.

Este artículo está adaptado hacia el "Retooling" - cambio de las herramientas - en donde una historiadora confronta el cambio tecnológico.

Prensa del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) 2002

Traducción del ingeniero civil Alejandro Marcelo Sobrevila sobre un artículo en *Mechanics* aportado por el Dr. Liberto Ercoli

Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

La ingeniería soporta una crisis de identidad. La misión de la ingeniería cambia, porque sus problemas principales no involucran ya solamente la conquista de la naturaleza, sino que ahora interviene en la creación y administración del hábitat creado por el hombre. Para adaptarse a este nuevo hábitat, los ingenieros tienen que reformarse, empezando por su concepto de la enseñanza de la ingeniería. Hoy, el cambio tecnológico, es algo que les afecta a los ingenieros mas que a cualquiera otra profesión.

Durante la mayor parte del siglo 20, la ingeniería habilitaba a sus miembros asumiendo el entendimiento que el interés de los estudiantes se centraba en la practica industrial a través de los fundamentos de las ciencias: leyes del movimiento, conservación de la energía, estructura atómica de la materia, electromagnetismo, leyes químicas, dinámica de los fluidos y demás.

En la década de los años 50 por ejemplo, el departamento de aeronáutica y astronáutica del MIT desplegaba su currículo como un árbol donde las ciencias básicas (Matemática, Física y Química) constituían las raíces profundas. Las ciencias aplicadas (Mecánica de fluidos, Termodinámica) como las de superficie, o de menos profundidad. Venían luego las ciencias de la ingeniería (Dinámica de los vehículos, Control de vuelo) como ramas y finalmente, los componentes de los sistemas del vehículo, como la copa o máximo punto.

Hoy, este modelo está siendo rápidamente desplazado por las mucho mas complejas interacciones de la "tecnociencia", un constante proceso de interacción en desarrollos

interdisciplinarios, donde los proyectos y no las materias, definen los términos de compromiso. Esto es, en parte, porque la ciencia mas dinámica hoy es la biología, que no descansa en principios básicos de la misma manera que lo hacen la física y la química. Mas generalmente, la relación entre ciencia e ingeniería no está mas reducida a un juego de ecuaciones confiables y ahora incluye todas las complejidades existentes entre las formas de vida y de la evolución.

Los participantes en la "*tecnociencia*", entran en lo que el historiador de las ciencias Peter L. Galison ha llamado "*trading zone*" (zona comercial, trato mercantil), un dominio intermedio donde los procedimientos deben ser coordinados localmente, aunque sus anchos significados choquen. En la ciencia, la unidad fundamental sigue siendo el descubrimiento, mientras en la ingeniería, la unidad fundamental de realización es resolver problemas. Así en la zona de transición de la tecnociencia, los ingenieros y científicos inventan maneras de comunicación a través de instrumentos, hábitos y palabras para coordinar un proyecto, a pesar de provenir de bases profesionales distintas. La vitalidad de las zonas de transición, tecnociencia u otras, se basa en la rotura de fronteras, manteniendo las cosas mezcladas, desarrollando muchas interfases, circulando con la corriente.

La corriente circula en ambas direcciones. En la zona de transición entre la biología y la ingeniería, por ejemplo, el desarrollo biológico genera una constante corriente de proyectos que involucran a ingenieros, especialmente mecánicos y químicos. Al mismo tiempo, los biólogos piensan mas y mas como ingenieros, dado que prueban sistemas y mecanismos, se ocupan del control de calidad y construyen grandes conjuntos. Los mejores de ellos suelen brindar conocimientos técnicos especializados sobre su investigación biológica.

Un factor importante en el éxito de la zona de transición - y más generalmente en el ascenso de esta mezcla de "*tecnociencia*" - es el rol que juega la tecnología de la información, al proveer un lenguaje común, legible y transferible. La mayoría de los departamentos de ingeniería se están convirtiendo, en mayor o menor medida, en departamentos de tecnología de la información aplicada. En la forma de un lenguaje digital común, la tecnología disuelve las conocidas fronteras de la ingeniería. También eleva a la ingeniería - otrora una de las profesiones con los pies más puestos sobre la tierra - desde su familiar suelo material, hasta cubrirla con una espectral luminosidad de ser.

Pocos ingenieros realmente hacen cosas para construir cosas. Los mas, trabajan con símbolos y modelos. En un sentido, todavía trabajan con máquinas, por supuesto, pero los significados tanto de ingeniería y maquinaria son redefinidos cuando las máquinas procesan información mas que materia. Para ver la evidencia uno solo necesita investigar las redefiniciones internas de los departamentos de ingeniería del MIT. Hoy, muchos miembros de la facultad de ingeniería no diseñan estructuras sino sistemas de software para administrar la construcción. Del mismo modo, en ingeniería mecánica, muchos ingenieros están usando computadoras y electrónica para asumir funciones que anteriormente desarrollaban sistemas mecánicos.

Otro costado de la ingeniería se confunde - en el mundo microscópico de la biología - con el etéreo reino del ciberespacio. Los ingenieros, que siempre se han considerado a sí mismos como hacedores, hoy algunos son profesionales de la lógica, sentados todo el día en la oficina, escribiendo. La ingeniería no es mas necesariamente ciencia aplicada. Ha desarrollado su propia ala teórica, con practicantes que realmente nunca construyen cosas y cuyo desarrollo los lleva mucho mas allá de los límites de la experiencia común.

Una tendencia igualmente fuerte y aparentemente contradictoria en la ingeniería es a mudar la enseñanza de la misma y algunas extensiones de desarrollo, a retornar a las realidades de la práctica industrial. En áreas maduras de la ingeniería no hay mucha más ciencia por explorar. En ingeniería civil, materiales como el hormigón y el acero son todavía esenciales para la construcción, pero ofrecen menguado interés para el desarrollo.

En esta situación los ingenieros de base académica tienen dos opciones. O bien pueden emigrar hacia áreas donde la ciencia es más excitante o bien poner énfasis en los hechos de la ingeniería que no son de base científica. Por ejemplo, como se diseñan las cosas, como se construyen, como trabajan las organizaciones, como se lleva la innovación al mercado, todo ello usualmente etiquetado bajo el rótulo de práctica.

Este movimiento de "*vuelta a la práctica*" puede ser llamado también movimiento de vuelta al mercado, en el sentido de renovada y directa atención a la rentabilidad. En el periodo de posguerra las políticas de gobierno protegieron a grandes sectores de la ingeniería práctica (defensa, construcción de carreteras, comunicaciones) de las presiones directas del mercado. El patrocinio del gobierno hizo las facultades menos relacionadas con los aspectos industriales. Alrededor de 1990 el aporte gubernamental para el desarrollo de la ciencia y la ingeniería, tanto en corporaciones como en universidades comenzó a disminuir en la mayor parte de las áreas, excepto la biología. Desde entonces, los ingenieros de base universitaria buscan revitalizar los vínculos con la industria como fuentes de soporte al desarrollo, así como empleadores de sus graduados.

El apoyo industrial para el desarrollo de la investigación en ingeniería ha sido fuertemente orientado hacia el mercado. Como el apoyo gubernamental ha disminuido, la industria ha comenzado a percibir una "*perspectiva sobre el valor agregado o recibido*" con relación a las inversiones en desarrollo. Deben ser justificadas en términos de "*línea de beneficios*" y del corto plazo. Algunos laboratorios de corporaciones orientados hacia la antigua misión, han desaparecido. Dado que la inversión en desarrollo ha disminuido o desaparecido, la consultoría se ha vuelto menos importante como puente entre la universidad y la industria. En su lugar, los negocios descubrieron que pueden sacar provecho de buenas ideas de desarrollo, invirtiendo y eventualmente comprando pequeñas empresas, que prestan mayor atención a las condiciones de venta, productividad y tiempo de desarrollo, que los laboratorios universitarios. Las universidades con fuertes departamentos de ingeniería, como el MIT, se han encontrado compitiendo no solamente con otros grandes centros de estudios, sino también con compañías principiantes, muchas de ellas conectadas a las universidades, a través de sus fundadores.

Hay dos grandes vías que los ingenieros definen como la "*vuelta a la práctica*". Un grupo de ellos continúa con renovado interés por el diseño, mientras que el otro dedica un nuevo énfasis hacia los grandes sistemas tecnológicos. Las interesantes diferencias sociológicas y psicológicas entre estos dos grupos pueden ser resumidas de este modo. Los orientados al diseño, se identifican con los emprendedores. Los orientados a los sistemas, con los "*managers*" (organizadores, gerentes) Algunos orientados al diseño, no importa su edad, tienen una suerte de calidad como "*jóvenes pícaros*". Ellos desafían lo que ven como establishment científico-ingeneril, asegurando que ellos hacen la ingeniería real, diseñando y construyendo cosas útiles que realmente funcionan. Por lo contrario, los defensores de los sistemas tecnológicos, se aproximan a ser experimentados

individuos, acostumbrados a trabajar fuera de sus departamentos e, incluso, fuera de la universidad. (En el MIT, ellos suelen colaborar con la Sloan School of Management)

Ambos, el movimiento de diseño y el de sistemas de ingeniería, buscan ser reconocidos como la identidad de la ingeniería: Para proclamar que hay cosas que hacen los ingenieros, que no hacen los científicos, ni los hombres de negocios. Finalmente, sin embargo, estos esfuerzos para reclamar cada identidad, solamente conducen a la pérdida de identidad de la ingeniería. En ambos movimientos, muchas personas que no son ingenieros, están actuando. Hoy en el diseño, ingeniería, programación, ciencia, lenguaje y arte, convergen. En relación con los sistemas tecnológicos, es aún más obvio que los ingenieros tienen que colaborar con políticos, científicos, economistas, abogados y jefes, solo para empezar. De hecho, el constante dilema para los ingenieros en el MIT y otras universidades, es si deben contratar a esos colaboradores como integrantes de las facultades, o tratar de conseguir otras escuelas y departamentos para contratarlos.

La buena noticia es que la enseñanza de la ingeniería está siendo más y más socializada. La mala noticia, es que esto está ocurriendo casi totalmente bajo la égida de los negocios. A pesar de los requerimientos de la currícula oficial, muchos estudiantes ven estas alternativas como un requerimiento de hecho. Los estudiantes están buscando una educación que esté socialmente atenta, hacia un sentido práctico. Están muy conscientes que necesitan saber como funciona la sociedad, lo cual no es necesariamente lo mismo que una educación que destaque las responsabilidades sociales.

Como resultado, la enseñanza de la ingeniería hoy se encuentra, como vimos en las humanidades, disputando un terreno donde colisionan intereses estratégicos. La mayoría de los estudiantes quieren una educación socialmente despierta, con un sentido práctico y técnicamente orientado. Defensores del diseño y de los sistemas quieren reorientar la enseñanza de la ingeniería fuera de las ciencias de la ingeniería, pero ninguno quiere renunciar a las fortalezas de la ingeniería como ciencia. Así, los límites entre ciencia e ingeniería, están siendo fusionados en la medida que las ciencias biológicas desafían la idea total de los "fundamentos".

El resultado es una confusión curricular. Todos los involucrados en la enseñanza de la ingeniería claman por dinamita, sin ponerse de acuerdo en donde poner la carga. Desde el punto de vista de las facultades, diseñar una currícula de ingeniería es uno de los problemas más difíciles de la ingeniería actual. Un integrante de una facultad bromeaba sobre si los requerimientos de grado del MIT, serian una función computable. A los profesores esto puede resultarles gracioso, pero son los estudiantes los que deben lidiar con múltiples demandas inconexas.

Lo que a los ingenieros se les obliga a aprender, sigue expandiéndose con el alcance y complejidad de un mundo híbrido. La ingeniería ha evolucionado hacia una "*Profesión del Todo*", con final abierto, en un mundo donde la tecnología ensombrece a la ciencia, al arte y a la organización, sin instituciones fuertes que definan su misión. Todas las fuerzas que tiran de la ingeniería en diferentes direcciones, hacia la ciencia, hacia el mercado, hacia el diseño, hacia los sistemas y hacia la socialización, agregan carga a la confusión curricular.

Inevitablemente, la profesión anteriormente conocida como ingeniería se multiplicará en una muy amplia variedad de grados, tipos y niveles, porque su compromiso con la tecnología ha crecido por encima de una sola ocupación. El futuro de la ingeniería reside en aceptar, más que en resistir esta multiplicidad.

En términos de educación, esto significa que el camino hacia el mas y mas dentro de la currícula de la ingeniería, corre exactamente en la dirección errónea. Pocos estudiantes quieren una carrera educacional que prácticamente lo abarca todo. Lo que ahora llamamos enseñanza de la ingeniería debería bajar las exigencias de entrada, mezclándose con un mundo mas grande, mas que intentando expandir su propio mundo. Los estudiantes están tratando de hacer esta mezcla por su cuenta, pero en muchos casos están tratando de volcar nuevo vino educacional en viejas vasijas.

El mas obsoleto contenedor institucional es el de la “*escuela de ingeniería*”. Su razón de ser es educar a los estudiantes para la ingeniería, definida como una profesión distintiva con su propia y bien definida identidad. Al disiparse esa identidad profesional en un proceso de desintegración expansiva, las escuelas de ingeniería deben evolucionar o buscar otra tarea. La segregación de la enseñanza de la ingeniería sirvió a su propósito en el siglo 19, permitiendo desarrollar una alternativa de educación. Ahora, esta segregación sabotea sus propósitos tanto de enseñanza de la ingeniería, como de educación superior, marginando a la ingeniería y privando al resto de la educación superior de sus beneficios. MIT todavía tiene el orgullo de no ser Harvard, pero los estudiantes de las dos instituciones son virtualmente indistinguibles en aptitudes, incluyendo resultados en lengua y matemática, base social, intereses y ambiciones. Harvard junto con otros colegios y universidades, está construyendo fuertemente su educación técnicamente orientada, para la cual hay una sólida demanda de los estudiantes.

La convergencia de una educación tanto tecnológica como en profesiones o artes liberales, es una tendencia profunda, de largo plazo e irreversible. Los estudiantes necesitan ser preparados para una vida en un mundo donde los elementos tecnológicos, científicos, humanísticos y sociales se encuentran mezclados. Esta mezcla no se dará si los estudiantes deben decidir si están concurriendo a una escuela de ingeniería en contraposición a una escuela de no-ingeniería. No importa cuan excelente sea la escuela de ingeniería, ni cuan diversa sea en lo racial y étnico, si atrae principalmente integrantes y estudiantes, quienes se mueven hacia una idea de solución técnica de los problemas, cuya educación no los preparará para las experiencias de la vida. Los estudiantes necesitan ser educados en un ambiente donde deban justificar y explicar su visión para la resolución de los problemas. Solamente un entorno educacional mixto, o híbrido, preparará a los estudiantes de ingeniería para manejar la vida “*tecnocientífica*” en un mundo híbrido.