

El ingeniero del futuro ¿cómo formarlo?

Nota: Este Artículo fue escrito el 30/01/93, es decir algo más de 10 años atrás para esta fecha. Curiosamente hoy hablamos en la UNIMET de un cambio de paradigma de carreras algo parecido a lo aquí propuesto, pero cuyos detalles aún no están claros ni aún han sido influidos por factores ajenos a la institución. Al releer estas viejas notas he caído en la cuenta de su posible vigencia hogaño. Me limito a transcribir, casi verbatim, lo que dije hace diez años, pudiendo añadir que sigo pensando igual y que creo haber contribuido en algo a la creación de textos y metodologías locales, y a haber logrado alguna vigencia de lo que aquí se dice sobre el lenguaje ingenieril. También debo decir que hemos logrado avances en el uso de la computación, a veces por vías laterales, cuando los obstáculos, casi siempre artificiales, han aparecido. También me he convencido de que las palabras del Príncipe de Salina dichas en la novela IL GATTOPARDO siempre se cumplen.

La pregunta del encabezado es la que mucha gente se plantea en muchas ocasiones y que no puede tener respuestas únicas.

Personalmente nunca olvidaré una larga discusión sostenida sobre este tema en un congreso de la IA-BSE, Asociación Internacional de Puentes y Estructuras, acaecida en Lausanne, Suiza, en la futurística sede del prestigioso Politécnico de Lausanne en 1982. Esa discusión versó sobre el tema de qué debemos enseñar al ingeniero del año 2000, es decir a los alumnos de hoy.

Quizá haya sido ese un contexto aparentemente alejado del nuestro y de la errónea imagen que tenemos de Suiza como un país de Banqueros y de Relojeros, y al cual falsamente asociamos una carencia de aportes culturales o científicos; sin pensar que las dos mayores industrias de Suiza no son ésas, sino la Industria Química, en especial la de las medicinas, y la exportación de servicios de todo tipo, muy importantes entre ellos la prestación de Servicios de Ingeniería a otros países, como un rentabilísimo producto de exportación, que bien pudiéramos prestar en Venezuela con precios más competitivos y con la ventaja de poder ofrecer ingenieros de todas las razas y colores a aquellos que, o nos consideran a su mismo nivel, o no nos temen por poderosos ni por ricos, es decir a quienes nos tendrían más confianza.

No voy a hablar mucho de la falsa imagen de Suiza como país que no ha hecho aportes cultura-

Mario Paparoni M.

Profesor de la Universidad Metropolitana.

Decanato de Ingeniería.

les, pues es una imagen tan falsa y tan arraigada que movió a los suizos a poner a Saussure, a Bernoulli, a Borromini, a Piaget, a Calvino y a Zwingli y a otros más como ellos en sus Billetes de Banco, muy apreciados por cierto, y no sólo por lo bien impresos que están.

Todo ello a raíz de una conocidísima frase de Orson Welles, quien una vez dijo que, en medio de todo el desorden político renacentista, Italia había producido unos cuantos genios que cambiaron al mundo, mientras que Suiza, con toda su organización y orden sólo había inventado el reloj cucú, pues los bancos ya los habían inventado otros y las quemadas de herejes también.

Volviendo a esa discusión, en la que según mis recuerdos intervinieron Fritz Leonhardt, Riccardo Morandi, Franco Levi, Julio Ferry Borges, Richard Walther, Giorgio Macchi y otros gruesos calibres de la Ingeniería Civil Europea, se llegó al consenso completo sólo en dos cosas importantes, la primera es que nadie sabe con certeza qué debe saber ese ingeniero, pues cada uno de ellos debe enfrentarse a experiencias muy diversas (*si no es hijo de papá*), la segunda no fue más que la reafirmación de un principio muy viejo, el decir que si alguien sabe algo, lo sabe bien y ese algo puede servir para algo, pues que lo enseñe, sin preocuparse mucho si está o no dentro del cartabón de un programa de una materia. Tiene esto un valor particular viniendo de la Especialidad más antigua de la ingeniería y quizá la más conservadora de todas ellas.

Podríamos también apelar a otra imagen de moda, la ecológica, pues si hablamos con la nuestros alumnos, la mayoría de ellos no saben lo que quieren, no saben lo que les gusta o apasiona dentro de una profesión, o bien ven un horizonte tan uniforme y tan desprovisto de señales de atracción, que terminan lanzándose por lo que para la mayoría de la gente es lo más atractivo, ponerse en el tope de la escala alimenticia, el lugar de los predadores, pues ellos tienen que vivir de las energías que concentran otros que están por debajo y además, pueden vivir violando la Termodinámica, es decir haciendo producir a algo que no tiene ni fines fijos, ni precisa de ideas nuevas, es decir, meterse en el mundo del dinero, en donde parece haber juegos en que siempre se gana mucho, sin aportar gran cosa fuera del saber mover algunas piezas, y soportar algún eventual desastre cubrible con buena lengua..

No debemos olvidar que una profesión, cualquiera que sea, se debe nutrir principalmente de la pasión

que se sienta por ella, no del alimento forzado que supuestamente con desagrado del comensal se le suministre en clase.

Puesto de otra manera, el buen profesional lo es, en gran parte, porque él mismo ha de plantearse sus preguntas y buscarse sus respuestas como ser inteligente que gusta de lo que hace, no como el resultado de haber asimilado una interminable sucesión de rutinas, que llamamos métodos y ejemplos, que son los que tendemos a enseñar por inercia durante muchos años, hasta que alguien nos haga caer en la cuenta de que nos hemos quedado atrás.

En mi campo, las Estructuras, esto es evidente y se refleja en el rechazo o, literalmente, el asco que los estudiantes sienten por estas materias, en donde parece que no se puede crear nada nuevo, ni se puede sintetizar, todo se reduce a la aplicación de una selva de fórmulas, normas o diagramas de flujo, destinadas a dar respuestas tan trascendentales como la de cuántas cabillas he de poner, sin pensar siquiera en si lo estoy haciendo bien y por qué.

A riesgo de parecer gringófilo, en lugar de querer aplicar el know-how deberíamos querer aplicar el know-why, pues el primero es obsoleto con rapidez, el segundo simplemente se perfecciona con el tiempo, pues la verdad o la lógica siempre perduran.

¿Cómo podemos llegar a algo práctico en esto? Diría que por muchas vías, quizá la primera sea volver al concepto antiguo que daba por sentado que si alguien enseñaba algo era por ser culto, es decir que además de hablar del tema de sus charlas, debía transmitir indirectamente otras cosas, por ejemplo las humanidades, las cuales no deben ser materias separadas numeradas, sino parte del quehacer diario.

Lo ideal sería, en Ingeniería, que los profesores transmitieran conceptos y valores universales, además de un lenguaje preciso y cuidado, haciendo ver a los alumnos la necesidad que tiene un ingeniero de saber otras cosas distintas de las pertinentes a su carrera, por ejemplo el cultivo de otros idiomas, los hábitos de lectura, la forma de consultar un manual, y por qué no, el dominio temprano de todos aquellos programas o herramientas de computación que inevitablemente sustituirán a las herramientas de dibujo, a los planos de tamaño y dobleces inmanejables, a la pesadilla de un archivo que nunca estará al día, y que además permiten ganar en pocos meses la experiencia y la sensibilidad fenomenológica que antes nos llevaba años adquirir.

Esto obviamente no existe a nivel mundial, pues no se le dan al educador los medios de vida para que pueda vivir dignamente de su profesión, así sea ésta a veces un refugio para quienes temen enfrentar la vida y el medio exterior, decidiendo aceptar labores no remunerativas pero sí relativamente estables y seguras, lo que los gringos llaman "low stress activities".

No significa esto la creación de una casta sacerdotal, encerrada en sus templos y sin contacto con la realidad, significa simplemente devolver al educador el respeto en que antes se le tenía, y que se reflejaba en una cierta deferencia social hacia él.

Es más, creo que en ciertas disciplinas, por no decir en todas, debería exigirse del profesor universitario, como requisito para alcanzar las mayores categorías, el que demuestre que lo llaman como Consultor. Si no lo llaman quiere decir que no tiene mucho que ofrecer a la profesión o a la sociedad.

Una de las mejores señales de desarrollo en una cultura, es precisamente el uso de disciplinas básicas, hablo de la Matemática, la Química y la Física, para el mejoramiento de cosas aparentemente frívolas, como una buena pelota de golf, unos esquís superrápidos, un nuevo bate de beisbol, ¿por qué no? una mejor trampa para ratones o una nueva manera de enlatar los tomates, en especial si el sabor de lata ha pasado ya a la categoría de un condimento más, como se descubrió hace ya muchos años en el MIT, cuando analizaron ciertos jugos envasados en vidrio, los cuales no se vendían, precisamente por no tener el sabor a lata al que el público se había ya acostumbrado.

No olvidemos que la mayoría de las bebidas alcohólicas que hoy se conocen fueron el resultado de las elucubraciones de monjes alquimistas que supuestamente buscaban algo distinto a una nueva manera de beber caña, es decir que fueron el resultado de aplicar a cosas prácticas el conocimiento de disciplinas pretendidamente etéreas.

La segunda vía sería el reconocer, humildemente, que ninguna universidad del mundo puede capacitar a un individuo como profesional, es decir como ejerciente inmediato de un oficio. Lo único que una universidad puede darle es la formación del por qué y cómo hará las tareas que se le encomienden.

Ello quizá signifique que las carreras de 5 años que ofrecemos con la intención de crear profesionales "acabados" deba sustituirse en Venezuela por una carrera básica de 4 años, o hasta de 3 en algunos casos, sin pretensiones de que el egresado conozca a fondo el oficio, seguida luego de un período

de especialización, sea profesional, sea científica, con los niveles que se requieran.

Obviamente las escalas de sueldos que pague la industria deben ser progresivas, para estimular la superación profesional por etapas.

También debería haber un examen profesional, a nivel de los Colegios o Sociedades Profesionales, cuando dejen de ser instrumental político y se conviertan, a través de una participación voluntaria y masiva de sus miembros, en instrumentos para la creación de normas y la divulgación del conocimiento profesional, a cargo de los mismos profesionales, los cuales son hoy casi totalmente pasivos en estos campos.

Por experiencia propia, como revisor de muchos proyectos, puedo decir que prácticamente todos aquellos que debieron rechazarse, algo así como el 80% de los presentados para obtener su financiamiento, lo fueron por incompletos, no por incorrectos.

Ello ocurre porque se ha creado la idea de considerar que un proyecto consiste solo en todo aquello que un programa de computación pida para procesar el problema y que sólo lo que el programa vierta como resultados son los datos del proyecto, y no aquello que la obra verdaderamente demande.

He visto resolver estructuralmente un rancho con 600 páginas de números provenientes de un sofisticado programa de elementos finitos, y he visto procesar pórticos de concreto armado cuyos nodos tenían medidas del orden de los 5 cm. Obviamente el proyectista nunca se preguntó qué le pasa a una cabilla que es empujada por un lado del nodo y tirada del otro cuando todo lo que esa cabilla tiene para anclarse es una longitud equivalente a pocos diámetros.

En tercer lugar, hablemos de los pensa. A lo largo de mi carrera en la UCV creo haber utilizado algo así como la tercera parte del tiempo de comisiones y Consejos para discutir cambios de Pensa, con el resultado de tener que volver a jugar con los mismos profesores y, creo, con los mismos conocimientos.

Las discusiones se tienen en salones cerrados, con la vociferación de opiniones de todo tipo, pero curiosamente, quienes deciden o preparan esos pensa, o no enseñan, o no practican, o enseñan sólo una pequeña parte de él, es decir es como si se escribiese por varios autores el libreto de una obra teatral que será interpretada por desconocidos (no necesariamente malos actores), sin un director que los ponga de acuerdo, aunque porciones o parlamentos de la obra sí tengan sentido.

Tuve la suerte de poder estudiar en Europa, bajo el sistema feudal del profesor-rey rodeado de sus caballeros sirvientes, y pude estudiar también en los Estados Unidos, en el MIT, donde más o menos cada profesor da lo que dé su gana mientras dure su puesto, ligado a los avatares del tipo de investigaciones o conocimientos que se financien en ese momento, pero, eso sí, lo que se dé debe ser nuevo, original y avanzado y, además, se entrega por escrito.

En Venezuela, en donde recibí mi formación básica de ingeniería, después de haber tenido en bachillerato excelentes profesores y excelentes pertinencias de los temas tratados, al llegar a la Universidad tuve que inicialmente engullir una tortilla de todos los sistemas, mezclada con otra tortilla de notaciones, unidades e idiomas diferentes en los textos usados, lo cuál fue nuestra pesadilla de estudiantes, pero esas experiencias nos vinieron muy bien en la madurez, cuando la impredecibilidad sobre el tipo de tareas que nos tocaron nos mostró que las destrezas que tuvimos que desarrollar para sobrevivir la carrera nos vinieron como anillo al dedo.

¿Qué me ha servido más de todo ello? Curiosamente, los anticuados sistemas feudales, responsables de la enseñanza de temas o metodologías obsoletas o hasta fósiles, pero como ese sistema imponía una notación uniforme, un lenguaje uniforme, un estilo de exámenes uniforme y unas vejaciones o estímulos uniformes, produjo un entrenamiento mental que me hizo ver que la ingeniería es una cosa coherente, que ciertos conocimientos, los de estática y dinámica elementales por ejemplo, no tienen especialidad, que si llamamos a las cosas siempre del mismo modo siempre nos entenderemos mejor, en otras palabras, algo así como la vieja gramática de Bello, o los viejos textos de G.M. Bruño, que nos enseñaron a clasificar el lenguaje en paradigmas de modos, tiempos y casos, y que nos daban reglas quizá arbitrarias pero que no nos hacían dudar, comparadas con las modernas gramáticas, que nunca se ponen de acuerdo en cómo deben decirse las cosas o para qué sirven los tiempos verbales o el modo subjuntivo, hoy imposibilitado de ser usado para su propio fin, el poder crear diferencias sutiles entre lo que fue, lo que es, lo que puede ser y lo que esperamos que sea. O el haber acabado con las concordancias en nuestra lengua, la cual al poseer una sintaxis relativamente libre, necesita de esas concordancias para poder expresarse correctamente, pues si el idioma inglés puede prescindir de ellas es porque ha pagado el precio de una sintaxis extremadamente rígida.

Es cierto que sólo las ciencias, disciplinas o materias fósiles, y por lo tanto muertas, como la Geometría Proyectiva, El Latín, El Griego, El Derecho Romano, Las obras del Siglo de Oro, El estudio de antiguas herejías como el Arrianismo, el Nestorianismo, el Catarismo o su atribuido padre, el Mazdeísmo, o el estudio de la Teoría del Flogisto, los Voltímetros hechos con Patas de Rana, como los que usó Galvani, admiten claros e inequívocos pensa, en donde hay contenidos prefijados, secuencias cronológicas, reglas inmutadas, principios de aplicación o conducta bien determinados, ellas sí admiten Pensa claros y completos, indudables e indiscutibles, además de perdurables en el tiempo, como los dientes de los animales primitivos.

Querer hacerlo con Ciencias en constante movimiento, o con conjuntos de metodologías particulares obsoletas, o con tecnologías de punta, que cambiarán en un pestañear, es simplemente una locura.

Hagámonos entonces los siguientes propósitos:

Pongámonos de acuerdo en una serie de materias que podemos llamar principistas, o bien de cambios lentos y progresivos, es decir las Matemáticas Básicas; la parte ya clásica de la Física; la Estática; la Dinámica elemental que sólo nos enseña en qué difieren los fenómenos estáticos de los dinámicos (selectividad, amplificaciones, coordenadas temporales y frecuenciales, conducta de ondas, etc.); el Análisis Dimensional elemental, la Estadística Ingenieril, etc. , recordando de paso que la diferencia entre un matemático y un Ingeniero estriba sólo en que el primero está obsesionado por la Existencia y la Unicidad de las soluciones y el segundo por la búsqueda de la vía más sencilla y rápida de no equivocarse mucho.

Pongámonos de acuerdo sobre cómo llamar las cosas de un modo uniforme, recordemos que tanto en la Biblia como en el Corán, eso fue lo primero que le pidió o le impuso Dios al hombre, antes de crear a Eva. Digámoslo en Español cuando se pueda crear un término preciso, en Inglés que sea inglés (no el mal inglés que se usa como lingua franca ahora), en Alemán de Alemania, no en Spanglish, en Deutschenglish, o bien, como pasa con los conceptos de Torque, Par y Momento; de Dirección y Sentido; de Unidad y Magnitud; de Numeral y Número; de Dimensión y Medida; de Esfuerzo y Tensión; de Rango y Gama; con usos y reglas enseñadas de formas poco claras o francamente incorrectas (las pseudo-traducciones), que crean enormes confusiones en las mentes de los estudiantes.

Estimulemos el uso de Manuales (o de sus versiones de calculadoras), que hoy ningún estudiante lleva consigo porque le fastidia cargarlos, o porque dicen que son muy caros (menos que una noche de Discoteca), volvamos a los textos fijos pero claros y completos, si no los hay en el mercado vamos a escribirlos, siendo naturalmente pagados para ello (como labor pertinente o con descargas temporales de actividades docentes), y dejemos a las materias profesionales y a las de tecnologías de punta toda la libertad para que el profesor dé lo que él crea necesario y coherente con lo ya visto, pues sólo él sabe (si ha ejercido la profesión o el oficio) lo que realmente se usa o se necesita, y recordando que la resolución de problemas como materia sólo se justifica si va acompañada de una teoría unificadora de lo que se resuelve.

Esto sólo se puede lograr a cabalidad separando (no eliminándolo) el Ciclo Profesional del Ciclo Básico, el cual debe ser aprobado COMPLETO, con diploma, toga, birrete, apretón de manos, abrazos de oso, si es necesario, antes de dejarlo seguir hacia el Ciclo Profesional. Y, además, si no fuera por el temor a las ingerencias políticas, no se debería permitir el Ejercicio Profesional PLENO (Con firma responsable de la completitud y pertinencia de los servicios suministrados), sin un examen por parte de sus futuros pares. Esto último existe hasta en las Islas Caribeñas de influencia Inglesa, y funciona.). A veces dudo de esto pues he conocido a profesionales con Licencia profesional en USA que no conocen p. ej. los caminos de las cargas en una estructura, aunque sepan analizarla y diseñarla de acuerdo a las Normas LOCALES. (Miami). No es posible, p. ej. aceptar que en Venezuela algunas universidades de tierras calientes argumentan que no es necesario para ellas enseñar ingeniería sísmica, por ser zonas de baja amenaza, olvidando que sus graduados pueden ejercer en todo el país y que más del 80% de la población vive en zonas sísmicas donde han ocurrido sismos destructores históricamente documentables.

Estoy tentado de seguir escribiendo sobre otros temas que creo indispensable tratar, uno la enseñanza y la aplicación del pensamiento sistémico (systems approach), que es la única manera de poder manejar el enorme caudal de información que se genera en la era actual y en el futuro, y la segunda, la absoluta necesidad de computarizar nuestras universidades, en especial con redes internas que permitan el acceso controlado a programas y bancos de datos, con el objetivo de formar, por decir desde la

cuna, a nuestros ingenieros en lo que es la realidad actual de la profesión.

El número de Banqueros, de Ejecutivos de Finanzas, de Piratas Corporativos, de Improvisados metidos a Políticos, de Contratistas Aficionados a la Construcción en tiempos de abundancia solamente, y de otras subespecies por el estilo, pronto alcanzará en Venezuela el punto de Saturación. Ninguna de estas carreras produce cosas exportables, es decir divisas, operando muchas veces al contrario.

No nos hemos aplicado aún a la exportación de productos puramente cerebrales, como estudios, proyectos, programas de computación, métodos de autoenseñanza o de enseñanza a distancia (para la exportación), etc., que podrían dar frutos más rápidos y mejor distribuidos entre la población que la industria pesada, o la reorganización de la agroindustria, y muchas cosas más que hasta ahora hemos hecho porque podíamos limitarnos a repetir, con desfase, lo que otros habían ya hecho antes, y porque, además, generaban jugosos contratos que no se obtenían precisamente de la libre competencia ante un mercado, sino a través de una restringida red de contactos, cuyo conocimiento y manejo ha sido la fuente del poder alcanzado por muchos grupos.

Tenemos también un mercado natural grande para esos servicios que no implican el manejo de grandes cantidades de masa, en muchas naciones que están por debajo de nosotros, y que muchas veces hablan nuestro idioma, con idiosincrasias parecidas a las nuestras, y con formas de trato personal posible que no se parecen en nada a la arrogancia que algunas veces los países desarrollados aplican en relaciones de este tipo.

Para poder hacerlo es necesario contar con una materia prima indispensable, el ingeniero competente y versátil, que desgraciadamente no puede ser un producto masivo, destinado a ofrecer, a través de una carrera devaluada, una vía demagógica hacia un falso ascenso social, si éste ha de fundarse sobre valores devaluados, y no en el éxito de los más capaces, no importa de qué clase social vengan.

Si tenemos que decir que ese producto deseable es una Elite, no importa, lo será efectivamente como resultado de habido superar pruebas duras,

Mario Paparoni M.

(Este escrito fue completado inicialmente el 31 de Enero de 1993, la versión aquí presentada sigue en un 95% la versión original, pues, aparte de algunos cambios destinados a clarificar ideas, y a la que fue inicialmente noventa implementación de las computadoras, aún no utilizadas plenamente como herramienta ordinaria de la enseñanza, todo lo demás o ha avanzado sólo parcialmente o ha retrocedido, o ya no existe, diluyendo así el paradigma que hace años queríamos alcanzar de una manera rápida y con nuestros propios medios. No sabemos aún si el cambio que ahora está en marcha será lo acertado ni tampoco si hemos tenido que hacer de la necesidad virtud).