

CUANDO SEA GRANDE QUIERO SER INGENIERO... PERO DICEN QUE LA CARRERA ES MUY DIFICIL

PROPUESTA PARA QUE ESTE DESEO PUEDA SER REALIDAD MÁS FÁCILMENTE

(IDEAS TOMADAS DE TRABAJOS PUBLICADOS EN LA REVISTA "THE BRIDGE" DE LA

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING" DE U.S.A.)

INTRODUCCIÓN.-

La mayoría de los niños nacen "ingenieros". Los vemos cuando junto con sus primeros pasos y sus primeros juegos tratan de construir torres de cubos o tienden a modificar el significado sus juguetes adaptándolos a su imaginación.

Este don lo van perdiendo en parte porque el mundo que los rodea no está preparado para motivarlos adecuadamente. Y en particular cuando recorren las etapas de Enseñanza Primaria y Secundaria ya que los responsables en orientarlos no tienen a su vez la formación adecuada.

En U.S.A. existe un intento de corregir esta falta mediante un programa (STEM para K12) destinado a la enseñanza durante los 12 años (equivalentes a nuestra Primaria y Secundaria) en el que se trata de desmitificar e Interrelacionar S (Science), T (Technology), E (Engineering) y M (Mathematics).

Entendemos muy interesante adaptar esta idea a nuestra enseñanza K12 desarrollando un programa que podríamos denominar CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática).

La complejidad del problema tanto desde el punto de vista de su organización como de su puesta en práctica (formación adecuada de los docentes y peor todavía, resistencia al cambio) nos lleva a analizar distintos enfoques que posiblemente tras un estudio profundo nos pueda acercar a una solución.

ENFOQUE 1.-

- a) Enfatizar el concepto de "diseño" en Ingeniería mediante el planteo de un problema sencillo de la vida común y ayudar al estudiante a resolverlo. En general el problema nos llevará a:
 - a1) descubrir que puede haber varias soluciones
 - a2) la comparación de las mismas necesitará de conocimientos sobre tecnologías, ciencia y hasta matemática.
 - a3) además el proceso será probablemente iterativo por lo que las aplicaciones de ciencia, tecnología y matemática pueden repetirse y hasta variar en su contenido
 - a4) todo ello implica estímulos al razonamiento, a la habilidad para reconocer los problemas y el descubrimiento de los caminos prácticos.
- b) Por lo tanto esta forma de enseñar incorpora:
 - b1) conocimiento general
 - b2) interpretación de la matemática como algo amigable
 - b3) considerar a la ciencia como algo cercano y fácil de aplicar
 - b4) considerar la tecnología como algo muy amplio y no sólo relacionado con electrónica y computación
- c) Promueve hábitos de razonamiento:
 - c1) lo que ayuda al estudio de matemática y ciencias
 - c2) permite interpretar la tecnología como algo relacionado con la realidad pero que está fundamentada en el razonamiento y la ciencia
- d) Problema:
 - d1) la definición de los programas es muy compleja
 - d2) la definición de los programas requiere consenso de partes que en nuestro país están generalmente enfrentadas

- d3) ¿el programa debe ser el mismo para todos los centros de enseñanza o debe variar de acuerdo a la zona del país donde se aplica?
- d4) el tema de la preparación del personal docente es complicado porque el nivel de conocimientos en matemática y ciencias en general es posiblemente muy bajo

e) Soluciones:

- e1) introducir estas ideas renovadoras paulatinamente en los programas actuales
 - e1.1) tratar de interesar al docente asegurándole el apoyo necesario ante sus carencias
 - e1.2) formar un grupo conocedor del tema para preparar los programas y los ejemplos a desarrollar de manera que el docente no tenga problemas en su desarrollo en clase
- e2) introducir nuevos cursos en el programa curricular
 - e2.1) solución que permite aliviar el trabajo de los docentes en actividad ya que estos cursos se podrían desarrollar con docentes preparados previamente
 - e2.2) ello exige el aumento del número de docentes y su grado de preparación lleva a pensar en que deberían ser estudiantes avanzados de ingeniería y/o ciencias
 - e2.3) al agregar cursos extracurriculares es posible que aumente la duración de la preparación del estudiante a menos que se encuentre la manera de compensar los tiempos de enseñanza quitando temas en algunas materias
 - e2.4) introducir cursos opcionales relacionados con CTIM pero ello implica que la difusión de esta forma nueva de encarar la enseñanza K12 no sería general perdiendo por lo tanto parte de su importancia
- e3) modificar los programas desde el principio entrelazando las materias con CTIM
 - e3.1) para ello se debería definir un período de prueba actuando sobre un número limitado de centros de enseñanza
 - e3.2) la selección de estos centros de enseñanza plantea un problema de criterio (¿al azar?, ¿según el nivel de los alumnos?, ¿según el nivel socio-económico?)
 - e3.3) y de acuerdo a lo anterior cómo se debe realizar la generalización (¿como un todo?, ¿de acuerdo al nivel de los alumnos?, ¿de acuerdo al nivel socio-económico?)
 - e3.4) la preparación de los docentes plantea problemas muy parecidos

f) Ventajas:

- f1) los egresados luego de los 12 años de preparación tendrán menos problemas al cursar la Facultad porque llegan mejor preparados y con mayor conocimiento de la realidad
- f2) esa misma preparación previa les facilitará el ingreso al mundo del trabajo
- f3) finalmente estarán mejor preparados para enfrentar la vida del siglo XXI

ENFOQUE 2.-

Los niños muestran interés por el conocimiento desde muy temprana edad (con menos de un año muestran interés por las cosas que le rodean). Y de a poco entran a experimentar con los objetos que tienen a la mano y van sumando habilidades. La formación que reciben posteriormente depende de la formación de sus padres (casi siempre alejada del razonamiento científico) y de la que reciben luego en la escuela y liceo (casi totalmente alejada del razonamiento científico en la escuela y liceo excepto en contadas asignaturas en el nivel secundario)

Si partimos del concepto equivocado "Ingeniería no es lo mismo que Ciencia ni Tecnología es lo mismo que Electrónica y Computación" podemos tratar de elaborar un camino que deje bien claro que "Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática" son cosas diferentes pero que actuando conjuntamente permiten explicar lo que ocurre en el mundo material.

Para ello se propone un programa que abarca todas las edades hasta la terminación de los cursos de Secundaria y que pretende hacer ver a la Ingeniería como algo accesible

Para ello propone:

- a) promover la publicación de literatura técnica dedicada a los niños introduciendo conceptos elementales explicativos de lo que ocurre en los cuentos
- b) tratar de entusiasmar al estudiante modificando los programas de enseñanza de las asignaturas relacionadas con Ingeniería, Ciencia, Tecnología y Matemática desarrollando problemas de aplicación en la vida diaria que interesen al tiempo que los introducen en CTIM
- c) entrenar convenientemente a los educadores de los primeros niveles etéreos
- d) aumentar paulatinamente el número de escuelas con preparación adecuada a estas ideas
- e) dado que el trabajo a realizar es muy complejo se deberá controlar la efectividad del sistema hasta llegar a la "mejora continua del mismo"

Un camino posible es plantear un problema y al analizarlo definir qué campo de la Ingeniería se aplica, de allí saltar a estudiar la base científica que lo explica y luego de profundizar en los conceptos adquiridos elaborar un diseño que permita resolver el problema mencionado.

Esquemáticamente el proceso es:



CAMINOS A TRANSITAR

- I) Dar a conocer la relación entre Ingeniería y Tecnología
 - a) qué es Ingeniería, qué es Tecnología, qué hacen los Ingenieros
 - b) cuáles son los diferentes campos de la Ingeniería
 - c) la Ingeniería está relacionada con casi toda actividad humana
 - d) los problemas en Ingeniería tienen casi siempre múltiples soluciones
 - e) la relación recíproca entre Sociedad e Ingeniería
 - f) cómo la Tecnología afecta la vida (aspectos positivos y negativos)
 - g) existen Ingenieros de todas las razas y de ambos sexos
- II) Explicar cuáles son los requisitos para ser Ingeniero
 - a) tener habilidad para desarrollar procesos de diseño
 - b) saber aplicar los conocimientos de Matemática y Ciencias físicas
 - c) tener creatividad
 - d) tener capacidad de razonamiento
 - e) saber aprender a partir de errores cometidos
 - f) conocer importancia y propiedades de los diferentes materiales al resolver los problemas
- III) Mostrar la relación del Ingeniero con el mundo
 - a) indicar cómo el Ingeniero colabora con la Sociedad
 - b) trabajar con temas de la realidad y mostrar cómo la actividad y la información que maneja el Ingeniero son importantes
 - c) los temas que se comentan deben corresponder a tareas que pueden desarrollar Ingenieros de ambos sexos así como de diferentes razas
 - d) los proyectos presentados deben tener un espectro amplio de caminos de solución y más de una solución posible
 - e) es preferible que la variedad de soluciones posibles comprenda tanto aspectos cualitativos como cuantitativos
 - f) la aparición de errores debe tomarse como necesaria y propia del proyecto y que impulsa a efectuar mejoras en el estudio y diseño posterior
 - g) los trabajos deben estar armados para que el estudiante vaya entendiendo los problemas en forma progresiva y sin llevarlo a la aplicación de fórmulas cuyo origen desconoce
 - h) se debe asumir que el estudiante no tiene conocimientos previos de la terminología a utilizar ni del tema en cuestión

- i) los problemas a plantear cuando impliquen la realización práctica de una solución deben manejar materiales de bajo costo y fácil obtención
- j) importa que el trabajo sea realizado en equipo y no en forma individual
- k) se debe crear un ambiente que permita a todos emitir su opinión la que será analizada por el equipo
- l) interesa que los problemas planteados lleven a que los estudiantes deban realizar en algún momento trabajos manuales
- m) la finalidad debe ser que el estudiante desarrolle su habilidad para plantarse soluciones posibles del problema y su posterior elección de la que estime como la mejor

EJEMPLOS

PROBLEMA	TEMA	CAMPO DE INGENIERÍA	LIBRO DE CUENTOS
Diseño de molinos de viento	Clima	Mecánica	Leif catches the wind (Dinamarca)
Diseño de filtros de agua	Agua	Hidráulica y Ecología	Saving Salila's turtle (India)
Los sonidos de los animales	Sonido	Acústica	Kwame's sound (Ghana)
La polinización	Insectos y plantas	Agronomía	Mariana becomes a butterfly (República Dominicana)
Diseño de alarmas	Electrónica	Electrónica	A reminder for Emily (Australia)
Máquinas maravillosas	Mecánica	Mecánica	Aihsa makes work easier (USA)

Si se analiza cada ejemplo se observa que:

- a) se toma como base un cuento (son ejemplos de diferentes culturas) que introduce un tema relacionado con algún aspecto de Ingeniería
- b) en todos ellos el personaje es un ser humano (niño en estos casos) que se enfrenta a un problema real
- c) el docente introduce el proceso de diseño de Ingeniería correspondiente y lleva al estudiante (o mejor al grupo de estudiantes) a desarrollar la o las soluciones posibles
- d) se busca después introducir trabajo manual equivalente al que debería desarrollar el Ingeniero aplicando las tecnologías adecuadas
- e) se debe explicar a los alumnos los conceptos científicos que avalan los resultados obtenidos, las propiedades de los materiales utilizados y su facilidad de obtención así como los fundamentos matemáticos utilizados en el desarrollo del estudio
- f) de esta manera se profundiza en el concepto de interrelación entre Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática y el proceso de elaboración realizado



ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Después de cinco años de experiencia y sucesivas revisiones del programa con sus respectivas modificaciones y el consiguiente análisis por parte de expertos en educación se puede asegurar:

- a) es imprescindible efectuar pruebas continuadas del sistema
- b) esas pruebas deben incluir la totalidad del universo adaptado al sistema

- c) los niños y jóvenes demuestran estar más capacitados en desarrollar razonamientos matemáticos y científicos que lo que se pensaba inicialmente
- d) pueden comparar los diferentes diseños propuestos y justificar su posición con criterio cierto
- e) se ha encontrado que el sistema llega positivamente a todos los estudiantes incluidos en él, tanto a los estudiantes que inicialmente no estaban demasiado interesados como a los que tienen predisposición natural a CTIM
- f) es común que los estudiantes sigan trabajando en los problemas planteados aún fuera del horario de clase
- g) se puede asegurar que la percepción y concepción de los estudiantes acerca de Ingeniería y Tecnología es mejorada con la aplicación del sistema
- h) no se percibe mayor diferencia en el interés que demuestran estudiantes provenientes de diferentes razas o clases sociales
- i) se percibe cierto miedo en los educadores que todavía piensan que Ingeniería es sólo para los estudiantes muy inteligentes
- j) es importante que los educadores realicen los mismos ejercicios que luego desarrollarán en clase y es aconsejable que lo hagan trabajando en grupo
- k) la experiencia obtenida indica que los docentes que han trabajado de acuerdo al sistema tienden a cambiar su modo de encarar la forma didáctica en que dictaban sus clases con anterioridad

CONCLUSIÓN

Poder educar una generación que entiende qué es Ingeniería y Tecnología y la importancia que tienen en nuestra sociedad requerirá del esfuerzo, energía, creatividad y talento de educadores, formadores de educadores, ingenieros, estudiantes y sus familiares próximos.

Al desarrollar material curricular accesible, perfectamente probado y de alta calidad y con el apoyo de programas de formación docente adecuados se piensa que se podría llegar a que Ingeniería, Ciencia, Tecnología y Matemática (pero especialmente Ingeniería) sean consideradas de otra manera por el conjunto de nuestra Sociedad favoreciendo así al aumento del número de estudiantes y egresados en una profesión que cada vez se hace más imprescindible para el bien de la Humanidad.

ENFOQUE 3.-

PRIMEROS PROBLEMAS A RESOLVER

Son los que se relacionan con la elaboración de los programas para preparación del personal docente y que luego incidirán en la preparación de los programas de estudio y generación de ejemplos de aplicación

- a) definir cuáles son los conceptos básicos intrínsecos de Ingeniería
- b) definir cuáles son los conocimientos específicos necesarios para enseñar Ingeniería
- c) definir los modelos realmente efectivos que favorecen el desarrollo profesional

Una vez definidos estos elementos se estará en condiciones de elaborar los programas desde el punto de vista didáctico

- a) diseño de los programas que favorecen el desarrollo profesional
- b) los programas deben necesariamente incluir los conocimientos básicos necesarios para el Ingeniero
- c) se deberá preparar un sistema de trabajo que impulse la pedagogía especializada en el tema
- d) se deberán tener en cuenta las experiencias previas (reconociendo sus virtudes y defectos) para mejorar el sistema en forma iterativa

ALGUNOS TEMAS A INCLUIR EN EL SISTEMA

- a) el proceso de diseño tanto en Ingeniería como en Tecnología y en Ciencias
- b) el impacto de la Ingeniería, Tecnología y Ciencias sobre la Naturaleza
- c) el desarrollo tecnológico a lo largo del tiempo (historia, presente y especialmente futuro)
- d) las herramientas y recursos que manejan Ingeniería, Tecnología y Ciencias

- e) las áreas en las que influyen Ingeniería, Tecnología y Ciencias (comunicación, construcción, fabricación, transporte, energía, biotecnología, etc)

A modo de ejemplo el estudio de los recursos que maneja Tecnología son entre otros.

- a) materiales (sintéticos, biológicos, etc.)
- b) energía en sus diversas formas
- c) forma de manejo de estos recursos (costos, seguridad, ecología, política, etc.)
- d) ejemplos explicativos a desarrollar (energía nuclear, manejo de residuos, etc.)

En cuanto a experiencias realizadas caben destacar

I) Temas tratados a nivel de liceo en 2001 (Massachussets) sobre Tecnología e Ingeniería

- a) diseño en Ingeniería
- b) utilización de materiales, herramientas y máquinas
- c) Tecnologías en comunicación
- d) Tecnologías de fabricación
- e) Construcción
- f) Tecnologías en transporte
- g) generación de energía en base a fluidos
- h) generación de energía en base a sistemas térmicos
- i) energía eléctrica
- j) Tecnologías en Bio-ingiería

II) Temas tratados en otras experiencias durante 2001

- a) Tecnologías en Construcción
 - a1) explicar principios teóricos (Matemática, Resistencia de Materiales) y sus efectos en la construcción de edificios, puentes, etc.
 - a2) cálculo de resultantes en sistemas de fuerzas
 - a3) identificar y explicar el uso apropiado y seguro de herramientas manuales, equipos mecánicos e instrumentos de medida
- b) Tecnologías en generación de energía hidráulica
 - b1) explicar las diferencias entre los sistemas hidráulicos y neumáticos
 - b2) analizar y calcular el efecto de un sistema hidráulico cuando suministra fuerza
 - b3) reconocer la relación entre la velocidad de un fluido y la sección del conducto por el que circula (flujo laminar)

Acad. Ing. Conrado Rossi