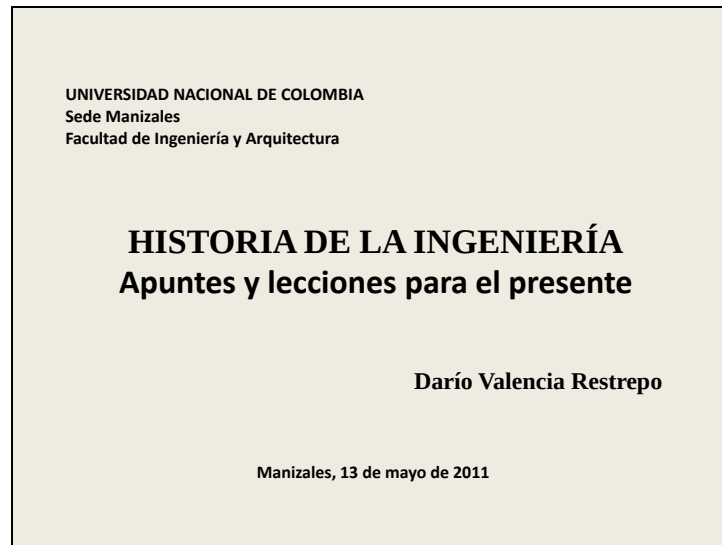


“La mejor manera de predecir el futuro es construirlo”
Peter F. Drucker

“En el futuro la fama durará 15 minutos”
Andy Warhol

**“El compositor es un artesano. He tenido que trabajar
duro; cualquiera que trabaje igual de duro, llegará igual
de lejos.”**
Johann Sebastian Bach



Se ha dicho que “no es el hombre para la historia, sino la historia para el hombre”. Entonces no debemos ver la historia como apenas objeto de contemplación, más bien aprovecharla para entender cómo hemos llegado al actual estado de cosas.

Echaremos una mirada somera a la historia de la ingeniería para sacar lecciones para el presente, en particular qué debemos conservar de la tradición y cuáles cambios son imperativos de inmediato.

Pero a la vez trataremos de vislumbrar cambios que se han iniciado, no plenamente aprovechados en todo el proceso educativo, y que deberán intensificarse en el futuro de corto o mediano plazo.

Trataré de ser breve para que tengamos oportunidad de escuchar sus inquietudes, críticas, sugerencias o preguntas.

Diapositiva 3

**A la memoria de
Gabriel Panesso Robledo y Alfonso Ramírez Rivera,
maestros en la preparación de futuros ingenieros.**

**LA CONFERENCIA CON DIAPOSITIVAS Y
GUIÓN PUEDE ENCONTRARSE EN
www.valenciad.com**

**Basta dar clic en el hipervínculo
“Conferencias con diapositivas y guión”
que aparece en la primera pantalla**

TRES REFERENCIAS SOBRE LA HISTORIA DE LA INGENIERÍA

- Harms, Baetz y Volti, *Engineering in Time: The Systematics of Engineering History and Its Contemporary Context*, Imperial College Press, Londres, 2004. (Ver el texto del prefacio en www.worldscibooks.com/etextbook/p316/p316_preface.pdf).
- Poveda, Gabriel, La ingeniería en Colombia, revista digital Lámpsakos, No. 1, 2009. (Ver texto completo en www.funlam.edu.co/lampsakos/n1/n1a5.pdf).
- Valencia, Asdrúbal, Breve historia de la ingeniería, Revista Facultad de Ingeniería, No. 20, Universidad de Antioquia, Medellín, 2000.

Sobre la historia de la ingeniería en general, sugerimos este texto de la editorial del Imperial College, cuyo contenido se adapta bien a un curso de pregrado.

Con respecto a Colombia, en donde la bibliografía es escasa, puede leerse este trabajo de Gabriel Poveda Ramos en la revista digital cuya dirección se cita.

Incluimos también un artículo del ingeniero Asdrúbal Valencia, profesor de la Universidad de Antioquia, quien presenta una visión del papel social de la ingeniería, muestra luego la evolución desde la ingeniería primitiva hasta la ingeniería del siglo XX, para finalmente ocuparse de un panorama nacional.

REFERENCIAS

En www.valenciad.com

- Ensayo “La educación en ingeniería” en el libro *Estado actual de la ingeniería*. Ver texto en <http://www.valenciad.com/Libros/SAI.pdf>
- Libro *Doctorado en ingeniería para Antioquia*
- Conferencia “La ingeniería del futuro”
- Conferencia “Peter Santa María y la Escuela de Minas”
- Conferencia “La hidroelectricidad en Antioquia”

En estas referencias indicamos algunos de los textos y conferencias que se encuentran en el sitio de internet antes mencionado y que tienen relación con nuestro temario.

Las tres primeras se refieren a la educación y práctica profesional en ingeniería, en tanto que la cuarta se ocupa de una parte de la historia de la Facultad de Minas, de Medellín, y la última de los proyectos hidroeléctricos, bien reconocidos por su importancia para el desarrollo y para el encuentro interdisciplinario.

REFERENCIAS

En www.valenciad.com

- Columna de prensa “120 años de ingeniería” (2007).
- Columna de prensa “La universidad y las dos culturas” (2010).
- Columna de prensa “Colombia y el cambio climático” (2006).
- Columna de prensa “Los límites del planeta Tierra” (2009).

En el mismo sitio de internet ya indicado pueden verse unas columnas de prensa, entre las cuales una que pone de presente la necesidad de un acercamiento entre científicos y técnicos, de una parte, y humanistas y artistas, de la otra. Es el tema de las dos culturas, introducido por C. P. Snow en 1959.

Más adelante desarrollaremos los temas mencionados en las dos últimas columnas citadas.

REFERENCIAS

- Iiyoshi y Vijay Kumar, *Opening up Education*, The MIT Press, Cambridge, USA, 2008.
- Stross, R., *Planet Google*, Free Press, New York, USA, 2008.
- Murray, Pamela, *Dreams of Development – Colombia's National School of Mines and its Engineers, 1887-1970*, The University of Alabama Press, Tuscaloosa, 1997.



Ahora tres referencias más.

Las dos primeras se refieren a la educación abierta y a la famosa empresa Google, en tanto que la tercera es un extraordinario complemento de los dos libros muy conocidos sobre la historia de la Facultad de Minas, a saber:

-*Ética, trabajo y productividad en Antioquia*, de Alberto Mayor Mora.

-*Origen, desarrollo y realizaciones de la Escuela de Minas de Medellín*, de Peter Santa-María Álvarez.

La historiadora Pamela Murray presenta una ilustrativa visión del devenir de la institución, un enfoque que señala las relaciones de la misma con aspectos sociales y culturales de la región y el país, y una aproximación al papel de la ingeniería y la técnica en el desarrollo colombiano. De particular atractivo es el bello capítulo sobre la participación de las mujeres en los estudios de ingeniería. Un extenso aparte de este libro puede encontrarse en Google Books.

REFERENCIAS

Retos de la ingeniería

- “Grand Challenges for Engineering”, NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING, USA, 2009, en <http://www.engineeringchallenges.org/>
- Salazar y Torres, *Retos de la ingeniería en Colombia*, CÁTEDRA ERNESTO GUHL, Editorial Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Bogotá, 2001.

Estas dos referencias tienen particular interés para esta exposición pues se refieren a los retos que enfrenta la ingeniería en los Estados Unidos y en Colombia según, respectivamente, la Academia Nacional de Ingeniería y diferentes autores que se ocuparon del tema en varios ensayos editados por Luz Amanda Salazar y compilados por Jaime Torres Sánchez. A ambas publicaciones nos referiremos más adelante.

Anotemos que la segunda referencia contiene algunos elementos históricos, presentados por Jorge Arias de Greiff, sobre la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional en Bogotá.

REFERENCIAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

- Meadows et al, *Limits to Growth*, Club de Roma, 1972. (Ver <http://limitstogrowth.net/>)
- Turner, G., A comparison of The Limits to Growth with thirty years of reality, www.csiro.au/files/files/plje.pdf Csiro, 2008.
- Rockström et al, A safe operating space for humanity, revista Nature, No. 461, 2009. Ver www.environment.arizona.edu/files/env/profiles/liverman/rockstrom-etc-liverman-2009-nature.pdf

La gran responsabilidad de los ingenieros con respecto al cambio climático nos obliga a mencionar algunas referencias que tratan el tema.

Hace casi cuarenta años apareció un libro auspiciado por el Club de Roma cuya visionaria conclusión señalaba que de mantenerse las tendencias de consumo energético y de población el mundo se dirigiría a una catástrofe. Fue recibido con muchas críticas y descalificaciones, en particular porque se encontró un problema en los programas utilizados.

Pero transcurridos treinta años, una evaluación mostró que los modelos predijeron con bastante aproximación lo ocurrido tres décadas después, lo que constituyó una reivindicación del mencionado trabajo.

Sobre la tercera referencia hablaremos más adelante.

REFERENCIAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

- Mesa, Oscar J., *¿A dónde irá a caer este globo? – Acerca del futuro de la Tierra*, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2006. Ver libro completo en: www.docentes.unal.edu.co/ojmesa/docs/mesa_globo_todo.pdf
- Poveda, G. y Pineda, K., Reassessment of Colombia's tropical glaciers retreat rates, revista Advances in Geosciences, No. 22, 2009. Ver texto en <http://adv-geosci.net/22/107/2009/adgeo-22-107-2009.pdf>

Para el caso colombiano citamos en primer lugar un significativo libro del profesor Oscar J. Mesa Sánchez, de la sede Medellín de la Universidad Nacional. El texto completo se encuentra en la indicada dirección de internet.

Y en segundo lugar, Poveda y Pineda, investigadores de la Escuela de Geociencias y Medio Ambiente de la Facultad de Minas, estudian la progresiva desaparición de glaciares tropicales en el país.

DOS REFERENCIAS RECIENTES EN COLOMBIA

- Alvear Sanín, José, *Historia del Transporte y la Infraestructura en Colombia 1492 – 2007*, Ministerio del Transporte, Bogotá, 2009. Ver texto completo en:
http://web.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/Libro_historia.htm
- Poveda Ramos, Gabriel, *Carreteras y locomotoras*, Fondo Editorial Universidad Eafit, Medellín, 2010.



Han salido a la luz pública dos monumentales libros muy relacionados con el progreso y los problemas de importantes campos de la ingeniería en Colombia.

El primero de ellos presenta un recorrido crítico con visión de país por los avatares de nuestro desarrollo en los diferentes modos de transporte, sustentado en abundante documentación, datos, tablas, mapas y gráficos, al igual que en pertinentes citas procedentes de una ingente bibliografía. Se sugiere tener en cuenta las correcciones que se encuentran en <http://valenciad.com/Index/AlvearErratasLibro.pdf>

El segundo se convertirá, sin duda, en la narración clásica de uno de los capítulos más apasionantes de la vida de nuestra nación. Es del caso destacar la minuciosidad y el rigor en el tratamiento del tema, el acopio y análisis de una voluminosa información relacionada con todas y cada una de las líneas férreas construidas en el país, y la forma convincente como demuestra la trascendencia que para el país tuvo este medio de transporte.

REFERENCIAS

Sobre grandes proyectos de la ingeniería heroica

- McCullough, D., *The Great Bridge*, Simon & Schuster, New York, 2001.
- McCullough, D., *The Path Between the Seas*, Simon & Schuster, New York, 1977.
- Valencia, Darío, La central hidroeléctrica Guadalupe I, en el libro *Viaje del tiempo* (www.valenciad.com/Libros/ViajeDelTiempo.pdf), págs. 126-129, Medellín, 2004.



Y, finalmente, me permito recomendarles dos estimulantes lecturas, relacionadas, podríamos decir, con la ingeniería heroica. Ambas fueron escritas por el distinguido autor David McCullough.

La primera se refiere a la construcción del puente de Brooklyn iniciada en 1870 y cuya inauguración tuvo lugar en 1883. De interés es saber que el ingeniero antioqueño José María Villa, quien había iniciado estudios de ingeniería en la Universidad de Antioquia y luego se graduaría en el Stevens Institute of Technology (New Jersey, Estados Unidos), trabajó como ingeniero ayudante en dicha obra, y que la experiencia le sirvió para dirigir la construcción del importante Puente de Occidente, cerca de Santafé de Antioquia, entre 1887 y 1895. Dicho puente colgante fue declarado monumento nacional.

La segunda tiene relación con el gigantesco proyecto para comunicar los dos océanos a lo largo del istmo de Panamá, lo cual se logró hacia comienzos del pasado siglo. Es bueno que ustedes estudien los acontecimientos que llevaron al despojo que sufrió Colombia con motivo del proyectado canal. Y ya a nuestra escala, mencionamos la central hidroeléctrica Guadalupe I, inaugurada en 1932 después de vencer múltiples obstáculos y a pesar de encontrarse el mundo en plena Gran Depresión. Su capacidad inicial fue de

10 MW, un tamaño notable para su época, y tuvo tres adiciones posteriores, cada una también de 10 MW. Fue tal el efecto de disponer de energía barata y confiable, que se estima que la producción industrial de Medellín entre 1934 y 1945 creció a tasas anuales vecinas al 8%. La revista Credencial Historia, en su No. 116 de 1999, la incluyó entre las más grandes realizaciones de la ingeniería nacional en el siglo XX.



Aquí vemos una panorámica del puente de Brooklyn, sobre el East River (el río del este) que comunica a Manhattan con Brooklyn en la ciudad de Nueva York. Cuando se terminó, era el puente colgante más largo del mundo. Su longitud es 1.825 metros.

Diapositiva 15



Vemos ahora una imagen del Puente de Occidente.

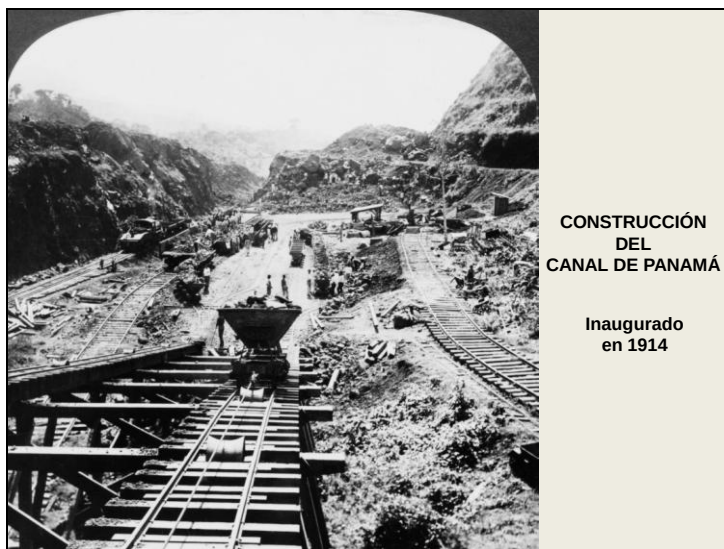


Puente de Occidente

**Cables y estructura de madera
sobre el río Cauca**



Diapositiva 18



Una foto durante la construcción del canal.



La ampliación de la capacidad del Canal de Panamá constituye una de las grandes obras de ingeniería del siglo XXI, ya que aumentará en un 40% la capacidad de tránsito de mercancías de las actuales vías marítimas que unen el Atlántico con el Pacífico.

La construcción se inició en 2007, años después de que Panamá recuperara la soberanía sobre el canal, y deberá culminar en 2014.



Vemos el famoso salto del río Guadalupe, situado en la vecindad de los municipios antioqueños de Guadalupe y Carolina.

A la derecha se encuentra la caída natural del agua. A la izquierda, en paralelo, las llamadas tuberías de presión que llevarán el agua hacia la denominada casa de máquinas.

Aguas abajo, vemos las aguas descargadas al lecho del río después de su eventual aprovechamiento por turbinas.

OBJETIVOS DE LA PRESENTACIÓN

- Esbozar aspectos históricos de la ingeniería en Europa y Estados Unidos, así como en Colombia.
- Señalar los atributos tradicionales del ingeniero y la necesidad de un nuevo paradigma.
- Discutir por qué son necesarios cambios inmediatos en su formación actual. La cuestión ética.
- Presentar visiones de futuro para considerar cambios actuales o en proceso con respecto a la formación.
- Comentar sobre los retos de la ingeniería en Estados Unidos y en Colombia.
- Destacar la responsabilidad de los ingenieros en la lucha contra el cambio climático.

Un apretado resumen de los objetivos de esta presentación.

CONTENIDO

- 1. Visión y paradigmas de la historia de la ingeniería**
 - 2. Atributos tradicionales y otros requeridos en la formación del ingeniero. Un nuevo paradigma.**
 - 3. Preparación del nuevo profesional**
 - 4. Internet y la educación abierta**
 - 5. Los retos de la ingeniería en Estados Unidos y en Colombia**
 - 6. El cambio climático**
 - 7. La universidad del futuro**
- Apéndice: El método CDIO**

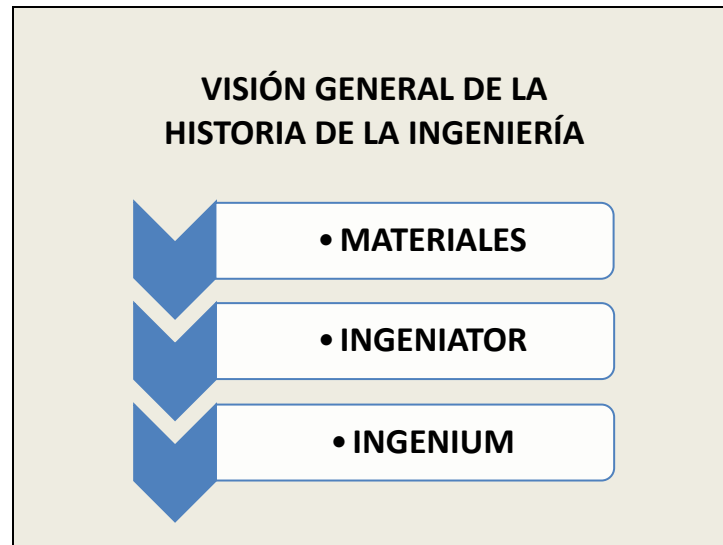
Vemos en la pantalla el contenido de esta exposición.

Por considerarlo de especial interés, hemos incluido un apéndice para comentar una tendencia pedagógica reciente, conocida con el nombre CDIO, un acrónimo de las actividades Concebir, Diseñar, Implementar, Operar.

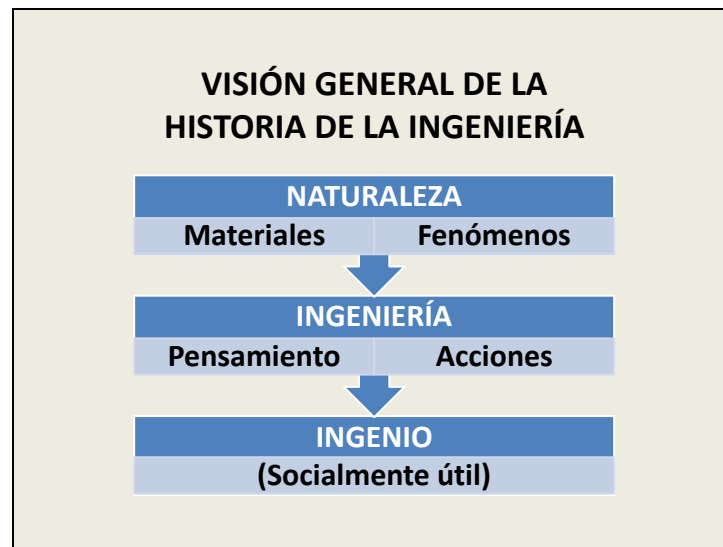
CONTENIDO

1. Visión y paradigmas de la historia de la ingeniería
 2. Atributos tradicionales y otros requeridos en la formación del ingeniero. Un nuevo paradigma.
 3. Preparación del nuevo profesional
 4. Internet y la educación abierta
 5. Los retos de la ingeniería en Estados Unidos y en Colombia
 6. El cambio climático
 7. La universidad del futuro
- Apéndice: El método CDIO

Iniciamos con el primer punto.



Tomaremos ahora algunas ideas del ya citado libro de Harms et al. En la antigua Roma existieron personas innovadoras, diestras e imaginativas que con algún conocimiento mecánico y de las propiedades de los materiales produjeron dispositivos para determinados propósitos, muchas veces mediante ensayo y error. Esos artefactos u objetos de utilidad se conocieron como ingenios (productos del ingenio de las personas). Quien realizaba estos ingenios fue llamado ingeniator. Hoy admiramos grandes trabajos de esa ingeniería precursora en calzadas, puentes, acueductos, edificios públicos, etc. Bastaría mencionar esa maravilla que es el panteón romano.



Cuando ya existe la profesión de ingeniería como tal, podemos extender y enriquecer el diagrama anterior, tal como aparece en la diapositiva. El pensamiento y la acción del ingeniero aprovechan la existencia de materiales, al igual que las leyes y fenómenos de la naturaleza, para producir toda clase de ingenios socialmente útiles. Vemos que ya ingenio denota no solo un artefacto o aparato mecánico sino una construcción, un producto, un proceso óptimo, un algoritmo... hasta una idea estratégica.

VISIÓN GENERAL DE LA HISTORIA DE LA INGENIERÍA	
PREHISTORIA	Primeros descubrimiento de dispositivos (~1'000.000 a. C. a ~10.000 a. C.)
ANTIGÜEDAD	Interés social en dispositivos (~8.000 a. C. a ~500)
MEDIOEVO	Promoción social de dispositivos (~500 a ~1400)
RENACIMIENTO	Organización para la producción de dispositivos (~1400 a ~1800)
EXPANSIÓN	Impacto ambiental de dispositivos (~1800 a ~1940)
INGENIERÍA MODERNA	Mayor alcance de dispositivos (~1940 a ~1990)

Vemos aquí una sintética presentación de cómo a lo largo de la historia ha venido cambiando la importancia y el interés social de los dispositivos o ingenios.

En la prehistoria aparecen las primeras herramientas y se descubre el fuego. En la antigüedad del nomadismo se pasa a los asentamientos y empieza la civilización. Aparecen la agricultura, el metal y las ciudades. Se inventa la rueda.

Durante el medioevo surgen las catedrales y los castillos, avanza la mecanización y aparecen los molinos de viento.

El renacimiento da origen al aprendizaje organizado y a las especializaciones, se llevan a cabo las exploraciones y se aprovecha la energía del vapor.

Ya más cerca a la actualidad, en la denominada expansión, observamos la electrificación, la aparición de la industria pesada y el automóvil, y un mayor desarrollo de la técnica.

La ingeniería moderna propicia el aprovechamiento de la energía nuclear y la exploración espacial, hace posible el computador y empieza a ocuparse con creciente interés del ambiente.

Termina esta evolución con la ingeniería de nuestro tiempo, tal como veremos enseguida.

INGENIERÍA CONTEMPORÁNEA (1990 –)

- Los cambios en la educación
- La continua evolución de los dispositivos
- Nuevos criterios de diseño
- Focos de interés no tradicionales
- Crecimiento y desarrollo



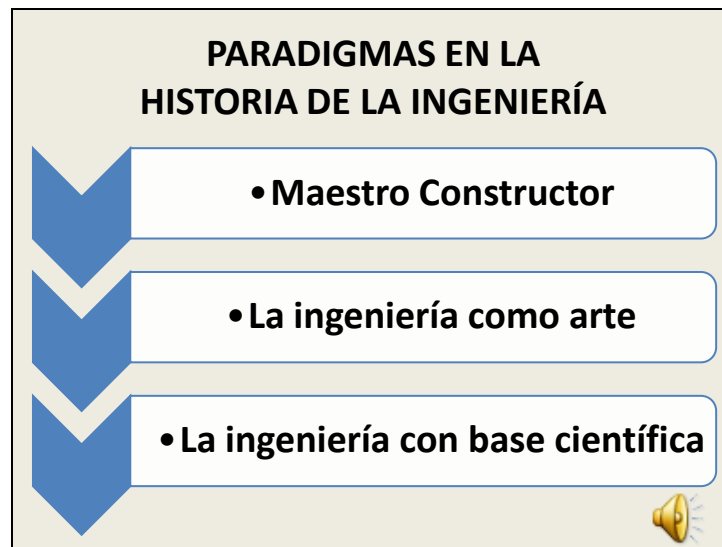
Señala el libro citado las actuales tendencias, que resumimos como aparece en la diapositiva.

En primer lugar, la educación en ingeniería continúa en completo desarrollo. Hay un mayor énfasis en la confiabilidad y adaptabilidad de los dispositivos, una aceptación general de su base científica, en especial de los métodos matemáticos de optimización y simulación, una gran atención a los impactos ambientales y más preocupación por los efectos sociales de la práctica profesional.

Todo lo anterior se expresa en unos criterios de diseño que van más allá de la resolución meramente técnica de los problemas, lo cual incluye preservación de la naturaleza, conservación de recursos, consideración de aspectos económicos y procesos de consulta con comunidades y grupos de interés.

Con referencia a la economía, el libro insiste en una distinción entre el crecimiento (un aspecto cuantitativo) frente al concepto más deseable de desarrollo (un aspecto cualitativo).

Sin embargo, para nuestro propósito preferimos otra visión más sintética y reciente, la que aparece en seguida.



Vamos a hablar de tres paradigmas que se han dado en la historia de la ingeniería. Hasta fines del siglo XVIII no existía la profesión como la conocemos hoy; se construía intuitivamente, con base en ensayo y error, y a la manera de los artesanos según la tradición de maestros y aprendices.

El arquitecto y el ingeniero se confundían en el maestro constructor y éste trabajaba en el sitio de la obra. Planos y especificaciones eran mínimos. Podría decirse que el espacio se organizaba para actividades humanas mediante edificaciones de esqueleto y cobertura.

Debido a las exigencias de la revolución industrial, y gracias a la aparición de las primeras escuelas de ingeniería en Francia, primero de carácter militar y luego civil, empieza a perfilarse la profesión como un arte, es decir como un oficio especializado que exigía destrezas y habilidades muy elaboradas.

Este segundo paradigma dura más o menos hasta la segunda guerra mundial. Se formalizan planos y especificaciones. Las edificaciones

incluyen ahora tuberías, ductos, cableados. Al ingeniero civil se suma el ingeniero mecánico.

Posteriormente se da un gran énfasis en la fundamentación científica de la profesión, con el aprovechamiento de las ciencias exactas y naturales. Se desarrollan las llamadas ciencias de la ingeniería, como la hidráulica, la resistencia de los materiales, las estructuras, etc. Se acelera la creación de nuevas ramas de la ingeniería. Es el tercer paradigma.

Los planos y las especificaciones son cada vez más numerosos, detallados y refinados. Empiezan a aparecer las redes electrónicas en los edificios y el software cobra importancia. La acción individual cede el paso a los grupos de trabajo, a veces distribuidos geográficamente.

**UN MAESTRO CONSTRUCTOR POR EXCELENCIA:
PHILIPPO BRUNELLESCHI**

- Un gran “capomaestro”
- La plaza del “duomo” en Florencia
- El baptisterio y el “campanile”
- Santa María de la Flor y la cúpula de Brunelleschi
- Ver detalles e imágenes de la construcción en:
www.valenciad.com/Columnas/200913.pdf
www.valenciad.com/Columnas/200914.pdf

Unas pocas palabras sobre el que puede considerarse el maestro constructor por excelencia.

Filippo Brunelleschi nació en Florencia en 1377, recibió entrenamiento como orfebre y escultor, y en 1401 había sido designado maestro en el arte de la seda. No debe olvidarse que en aquella época no existía la diferencia de hoy entre artista y artesano.

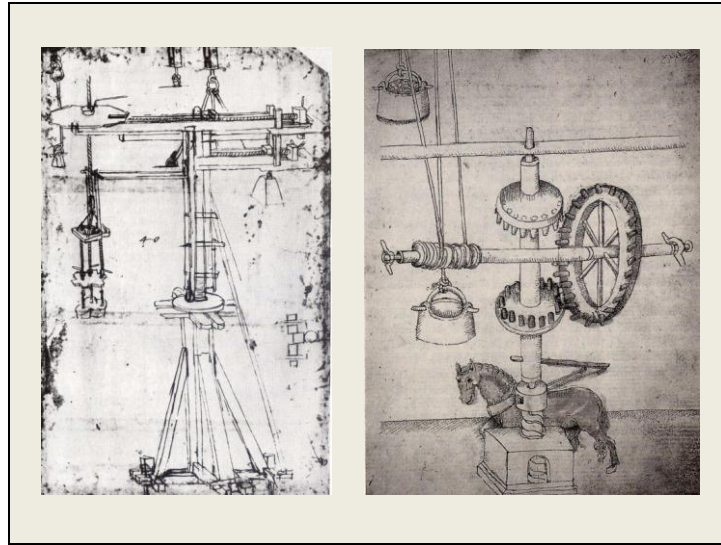
En 1418 Filippo estaba ya construyendo con ayuda de dos excepcionales escultores, Donatello y Nanni di Banco, un modelo en ladrillo de la cúpula, que llamó poderosamente la atención. La construcción de la misma se inició en 1420 y después de vencer numerosas dificultades el domo fue terminado e inaugurado en 1436, siempre bajo la dirección de Brunelleschi, designado *capomaestro* para el efecto.



Al llegar y recorrer a Florencia el visitante percibe la omnipresencia de la cúpula de Brunelleschi que cubre el crucero de la catedral mencionada y se alza con tal majestad que “las graciosas colinas toscanas de los alrededores la reconocieron de inmediato como hermana”. La plaza del *duomo* (catedral en italiano) alberga un hermoso conjunto compuesto por la catedral de Santa María de la Flor y dos edificaciones separadas de ella que son el *campanile* (campanario) y el baptisterio.



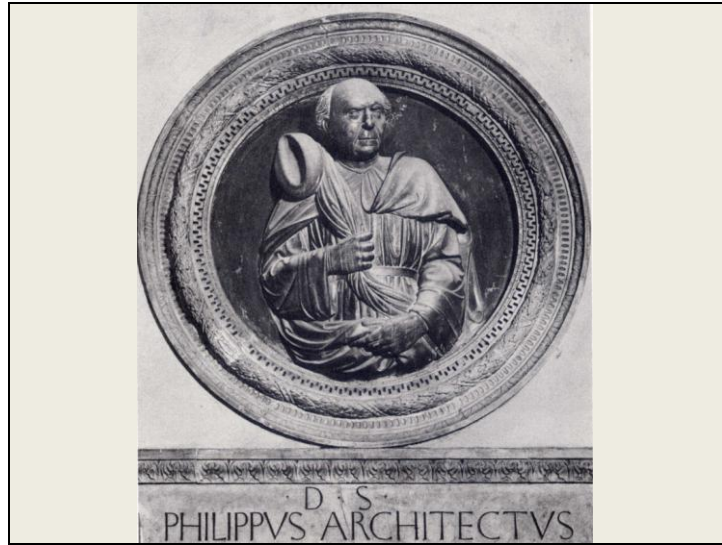
Es sorprendente que Filippo construyera una cúpula apuntada sin centrado o cimbra, o sea, sin una armazón que soportara el peso de la cúpula durante la construcción puesto que ella no podría sostenerse por sí misma antes de la colocación de la clave en lo alto de la estructura. Se consideraba obvio emplear una armazón de madera para tal propósito, la cual debía apoyarse en el lejano suelo del crucero o sobre una pila de tierra de considerable altura, procedimiento este último empleado en la construcción de algunas cúpulas de estilo románico.



Uno de los problemas más serios en la construcción de estructuras de gran altura como la cúpula se origina en la necesidad de elevar y colocar con exactitud bloques de piedra y mármol. El domo de la catedral tenía en su base 43 metros de diámetro y dicha base se encontraba a 55 metros del suelo. Por ejemplo, Filippo se vio en la necesidad de subir hasta alturas semejantes centenares de bloques de arenisca, cada una con un peso de 1.700 libras inglesas, para lo cual diseñó “máquinas no conocidas hasta entonces”.

Entre las grúas y otros equipos diseñados para resolver el asunto, algunos de los cuales serían de mucho interés posterior, se encuentran dos bien documentados: uno para colocar bloques denominado el *Castello*, dibujado más tarde por Leonardo da Vinci y erróneamente atribuido a él; y el otro una grúa que podía ser accionada por un caballo, tal como se aprecia en un dibujo de Taccola.

Estos ingenios nos llevan a considerar a Brunelleschi también como un precursor de la ingeniería mecánica.



Después de la muerte y entierro de Brunelleschi en la catedral que tanta gloria le debía, su discípulo e hijo adoptivo Andrea il Buggiano fue encargado de realizar esta efigie en mármol del gran *capomaestro*, en la cual aparece con indumentaria de los antiguos romanos. Sus facciones muestran la determinación reconocida por las biografías cuando hablan de la total devoción e insistencia en sus causas, la hostilidad hacia los rivales y la superioridad sobre sus críticos.



Una rápida mención histórica de la ingeniería en Colombia, para destacar dos proyectos de gran repercusión.

Los vestigios prehispánicos muestran la existencia de conocimientos técnicos aplicados a diferentes construcciones, laboreo de minas, trabajo metalúrgico, obras hidráulicas, etc. Por su parte, las construcciones militares de Cartagena, las catedrales, las minas, los caminos y puentes son testimonio de los avances ingenieriles de los españoles durante la colonia.

Posteriormente, a partir de la Independencia, aparecen los desarrollos dignos de mención en la ingeniería militar, los mapas, las vías de comunicación, el trabajo minero.

Pero la ingeniería como profesión, según el investigador e ingeniero Gabriel Poveda, surge entre nosotros hacia mediados del siglo XIX. Ello se debió principalmente a las labores del Colegio Militar, la prédica de don Lino de Pombo, la iniciación de la Comisión Corográfica y la

apertura de obras públicas por los presidentes Tomás Cipriano de Mosquera y José Hilario López.

Agregaríamos dos hitos: la creación en 1860 de la Oficina Central del Cuerpo de Ingenieros de la Nación, una especie de embrión de los posteriores ministerios de obras públicas, y la creación en 1887 de la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

A continuación, haremos breves menciones de tres instituciones pioneras.

EN COLOMBIA: APUNTES HISTÓRICOS

- **EL COLEGIO MILITAR (*Bogotá, 1847*):**
“Se estableció para formar oficiales científicos de Estado Mayor, ingenieros de artillería, caballería e infantería, e ingenieros civiles.”
- **FACULTAD DE INGENIERÍA de la Universidad Nacional de Colombia (*Bogotá, 1859*):**
“Construyendo país con ingenio propio”
- **ESCUELA NACIONAL DE MINAS (*Medellín, 1887*):**
“Un proyecto exitoso”



Un antecedente fundamental para el desarrollo de la ingeniería en Colombia fue la creación, durante la administración de Tomás Cipriano de Mosquera, del Colegio Militar, el cual confería los títulos de ingeniero militar y de ingeniero civil. Lino de Pombo, primer colombiano que recibió el título de ingeniero en el exterior, como profesor de matemáticas del colegio insistió siempre en la necesidad de conservar un alto nivel académico.

La Facultad de Ingeniería de nuestra universidad en Bogotá, cuyo sesquicentenario se cumplió hace poco y la cual podemos considerar como heredera de lo hecho por el Colegio Militar, contribuyó decisivamente a la construcción de país mediante estudios pioneros en geografía, geodesia y astronomía que permitieron un mayor conocimiento de nuestro territorio; a la mejora de los mapas que procedían de la Comisión Corográfica, mediante la posición geográfica de diferentes lugares del país determinados por métodos astronómicos (un aspecto básico para la prospección de vías de comunicación); y a la delimitación de fronteras, muy en especial con respecto a la con Venezuela después del laudo arbitral de la reina de

España. En todo ello se destaca la participación, como orientado y guía, de su egresado el ingeniero civil Julio Garavito Armero.

¿Por qué fue exitoso hace casi 125 años el proyecto de la Escuela de Minas, el de don Tulio Ospina y otros pioneros, el de la “ciencia útil”, el del lema hoy plenamente vigente de “Trabajo y Rectitud”?. Porque ese proyecto fue consciente del valor de la ciencia y la técnica, y de la importancia de aplicarlas al desarrollo de un país en trance de modernización y tan necesitado de profesionales que propiciaran su despegue industrial. Además de la tradicional importancia de la minería en el país y en la región, otros antecedentes de significación para la creación de la escuela fueron la Escuela de Artes y Oficios, de Medellín, y la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Antioquia.

**UNA FIGURA EMBLEMÁTICA DE LA INGENIERÍA
COLOMBIANA: JULIO GARAVITO ARMERO**

- Un ingeniero entre dos paradigmas
- Profesor de matemáticas e ingeniero civil
- Director del Observatorio Astronómico Nacional (1893-1920)
- Su nombre en un cráter de la luna.
- Múltiples intereses
- Los cuadernos
- Biografía escrita por Jorge Arias de Greiff



Ya mencionamos este nombre cuando hablamos de sus aportes a la geodesia cartográfica y a la delimitación de fronteras. Ahora lo presentamos también como un estudioso y un profesional que se encuentra entre los paradigmas de la ingeniería como arte y la ingeniería con base científica. Ello obedece a una tradición que venía desde el Colegio Militar, vigente en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional en ese entonces, y según la cual los estudios de ingeniería debían prestar atención a la formación en ciencias, especialmente en matemáticas. Julio Garavito obtiene en esa facultad doble titulación en 1891: profesor de matemáticas e ingeniero civil, algo establecido por dicha facultad en 1888. Desde 1893 hasta su muerte en 1920 fue director del Observatorio Astronómico Nacional. Desarrolló un método para determinar la latitud de un lugar con instrumentos usuales del ingeniero. Debemos resaltar sus estudios de mecánica celeste sobre los cometas, los eclipses y los movimientos de la Luna. Este último trabajo mereció que su nombre fuera dado en 1970 a un cráter que se encuentra en la cara oculta de la luna. Hay en el mencionado observatorio unos cuadernos de Garavito estudiados por Clara H. Sánchez (ver http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_31/119/253-266.pdf), en los cuales

se ponen de presente sus múltiples intereses, sobre todo en matemáticas pero también con relación a economía. En algunos aspectos se muestra como una persona al tanto de diferentes avances científicos del momento. Sin embargo, su talante conservador lo llevó a rechazar la teoría de la relatividad, algo no tan extraño en su tiempo dados los aspectos contraintuitivos de dicha teoría. Menos excusable es su rechazo de las geometrías no euclidianas, ya en ese entonces aceptadas por la comunidad científica. Sin embargo, sus apreciaciones sobre la economía del país fueron novedosas en su momento y de cierto acento social.

Existe una excelente biografía de este personaje, escrita por el profesor, ingeniero y ex director del Observatorio Jorge Arias de Greiff, la cual hace parte de la biblioteca que el Metro de Medellín ofrece a sus usuarios. Y en la biblioteca Luis Ángel Arango hay una semblanza escrita por José Eduardo Rueda Enciso

(www.banrepcultural.org/blaavirtual/biografias/garajuli.htm).



Vemos un retrato de Julio Garavito que se encuentra en el Observatorio Astronómico Nacional y su efigie en nuestro billete de 20.000 pesos puesto en circulación en 1996. Es de interés que observen el reverso de dicho billete.

También existe una estampilla de 4 centavos emitida en 1949.

CONTENIDO

1. Visión y paradigmas de la historia de la ingeniería
 2. Atributos tradicionales y otros requeridos en la formación del ingeniero. Un nuevo paradigma.
 3. Preparación del nuevo profesional
 4. Internet y la educación abierta
 5. Los retos de la ingeniería en Estados Unidos y en Colombia
 6. El cambio climático
 7. La universidad del futuro
- Apéndice: El método CDIO

Pasamos ahora al segundo punto.

2. ATRIBUTOS TRADICIONALES DEL INGENIERO

- Apego a la realidad
- Sentido de lo cuantitativo
- Capacidad de modelar
- Puente entre la ciencia y la tecnología
- Potencial como innovador y líder para la industria

Estas son algunas de las cualidades tradicionales del ingeniero, todavía plenamente vigentes, pero que deben adicionarse con los nuevos atributos que se mencionarán más adelante.

ATRIBUTOS ADICIONALES DEL NUEVO INGENIERO

- Orientador de la tecnología
- Sentido de grandeza y de liderazgo
- Capacidad interdisciplinaria
- ¡Saber leer, escribir y comunicar!
- Percepción de las relaciones entre lo técnico, administrativo, político, económico, ambiental...
- Un profesional de la síntesis y de la integración

Perdónenme ustedes que incluya saber leer, escribir y comunicar. Es lamentable el mal uso del lenguaje en Colombia, inclusive entre los profesionales (éste es un síntoma adicional de la degradación nacional, porque como dice un lema de la academia colombiana de la lengua: “La patria es la lengua”).

Otro problema del ingeniero, reconocido internacionalmente, es su poca habilidad para comunicar, para sustentar en público sus puntos de vista y para debatir en un encuentro interprofesional. Añadiríamos, es fundamental saber discutir sin pelear.

UN CUARTO PARADIGMA

PARADIGMAS ANTERIORES:

- Maestro Constructor
- La ingeniería como arte
- La ingeniería con base científica

Un nuevo paradigma
MAESTRO INTEGRADOR



Habíamos visto tres paradigmas en la historia de la ingeniería. Ahora con base en los atributos tradicionales que se deben conservar y los adicionales, se propone un nuevo paradigma: el de “Maestro Integrador”. Cuando se reconocen las diferentes dimensiones que ofrece un determinado problema relacionado con la profesión, surge la necesidad, además del esfuerzo analítico tradicional, de la síntesis o integración para llegar a soluciones que respondan a la visión multidimensional. O sea, separar para analizar, y reunir para sintetizar o complejificar, de modo que el problema aparezca en su contexto natural. Pienso que la visión reduccionista, aquella que nos concentra exclusivamente en nuestra tarea aislada, destruye la solidaridad y la responsabilidad. Podría decirse entonces que el pensamiento sintético o complejo lleva consigo una misión ética. Esto exige trabajo interdisciplinario, en el cual, pienso yo, el ingeniero puede tener una posición de preponderancia en razón de ciertos atributos que le han sido tradicionales, como vimos antes, y otros que le exige la nueva situación. Pero para ello es fundamental que nuestra profesión establezca una diálogo fructífero con otras profesiones y disciplinas, diálogo

en el cual el punto de vista del nuevo ingeniero (por ejemplo cuando habla de óptimos) puede ser uno de los más determinantes.

Tal vez podríamos señalar que el tercer paradigma antes mencionado, el de la ingeniería con base científica, se instala plenamente en el país hacia principios de la segunda mitad del siglo XX, y que el paradigma propuesto, el de Maestro Integrador, estaría apenas despegando en algunas facultades.

OTRAS CONSIDERACIONES

- La universidad debe estar centrada en la investigación, lo cual enriquecerá la docencia y la extensión.
- Interacción de lo científico y técnico con lo humanístico y artístico
- Necesidad de ir más allá de los modelos que miran los fenómenos en forma determinística, estática, lineal, gaussiana o reduccionista.
- Lidiamos con sistemas complejos, con frecuencia autoorganizados, adaptativos o emergentes.
- Necesidad de superar la visión ideal de nuestro territorio



Pero a lo anterior agregamos ahora otras consideraciones que también merecen atención inmediata.

La Universidad Nacional y otras universidades ya han reconocido la investigación como eje de la vida académica.

En su libro clásico “Las dos culturas”, C. P. Snow se ocupó de la distancia, hostilidad a veces, que existe entre científicos e intelectuales de letras. En efecto, la rígida separación entre las diversas disciplinas y profesiones que por lo general está presente en el proceso educativo constituye un empobrecimiento intelectual, es fuente de incomprensiones, no propicia el diálogo e impide la visión integradora que es necesaria para la solución de los graves problemas de nuestro tiempo.

Con respecto a los modelos, es bueno comentar que la linealidad o el comportamiento gaussiano pueden constituir apenas una primera aproximación a un fenómeno; y que nuestra visión determinística nos impide con frecuencia apreciar que estamos ante situaciones de riesgo e incertidumbre, y que podríamos darnos por bien servidos si sólo tuviésemos estimaciones de probabilidad.

Todo proyecto de importancia exige hoy múltiples miradas, de modo que reducirlo a sus aspectos técnicos es inapropiado. Por ejemplo, tenemos una

visión idealista de nuestro territorio y nuestros recursos que nos lleva a adoptar medidas unidimensionales frente a una realidad compleja.

CONTENIDO

- 1. Visión y paradigmas de la historia de la ingeniería**
 - 2. Atributos tradicionales y otros requeridos en la formación del ingeniero. Un nuevo paradigma.**
 - 3. Preparación del nuevo profesional**
 - 4. Internet y la educación abierta**
 - 5. Los retos de la ingeniería en Estados Unidos y en Colombia**
 - 6. El cambio climático**
 - 7. La universidad del futuro**
- Apéndice: El método CDIO**

Tercer punto.

3. PREPARACIÓN DEL NUEVO PROFESIONAL

- Fuerte formación básica
- Flexibilidad curricular
- Trabajo en grupos interdisciplinarios
- El estudio de casos y la realización de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas o proyectos con el método CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar, Operar)
- Necesidad del posgrado (maduración personal y acción investigativa)
- Uso intensivo de la informática



Quiero destacar que los atributos deseables para el nuevo ingeniero, antes mencionados, deben promoverse por muy diversos medios. Nosotros los profesores tenemos la tendencia a resolver inquietudes curriculares mediante la creación de nuevos cursos. Tal vez más correcto sería averiguar por aquello que podemos suprimir, cómo no recargar los pénsumes con cúmulo de cursos.

Hay que aprovechar los seminarios y grupos de trabajo para el encuentro interdisciplinario, aprender a trabajar en equipo, desarrollar la creatividad y buscar la solución a situaciones y problemas nuevos. Dichas actividades pueden además proporcionar un medio excelente para que profesores y estudiantes aprendamos a discutir sin pelear, a comunicar con efectividad y a hacer presentaciones.

El estudio de casos concretos y la realización de proyectos proveen unos mecanismos muy aptos para la integración de conocimientos. Además, el análisis de casos históricos pertinentes permite abordar

con efectividad aspectos relativos a la ética profesional, como por ejemplo los conflictos de interés y la competencia desleal.

Otros objetivos se pueden lograr con base en un ambiente cultural en el campus, con actividades extracurriculares, clubes, centros, etc.

Dejamos para el apéndice del final lo relativo al método CDIO.

LA CUESTIÓN ÉTICA

- Pérdida de aprecio social por la ingeniería
- El deterioro en la contratación de infraestructura
- La ética profesional
- Los códigos y los comités de ética
- Lo que puede hacer la universidad



Antaño la ingeniería tuvo una preponderancia que compartía con las profesiones de medicina y derecho. Es natural que el surgimiento de múltiples disciplinas y profesiones, así como la existencia de un país cambiante, explique parcialmente la pérdida de importancia de la ingeniería; pero es necesario agregar que para nada ayudó cierto reduccionismo a lo técnico, en desmedro de miradas hacia lo social. Debemos señalar una grave situación que se ha acentuado en los últimos años. Observamos las crecientes denuncias en el país sobre los llamados carruseles de contratistas en obras públicas y sobre la competencia desleal, que ponen la mira en algunas firmas de ingeniería. Así mismo, es inaceptable que se emprendan obras sin diseños o sin diseños completos, como también lo es que se acepten especificaciones de baja calidad que afecten la estabilidad de las obras.

Es ya común en las licitaciones ofrecer precios bajos para ganar la competencia y desde el primer momento proponer cambios e iniciar reclamaciones para subir ingresos o bajar costos que traten de compensar la baja propuesta. La lucha contra la corrupción se convierte en un objeto primordial de nuestra actual profesión.

Nunca como antes cobran entonces importancia la ética profesional y, en particular, los códigos de ética que deben expedir y aplicar las sociedades gremiales.

No es del caso, como creen algunos, que la universidad establezca cursos formales de ética, aunque no sobraría volver sobre autores como Aristóteles, Kant y Savater. En primer lugar, es fundamental el ejemplo que directivos y profesores proporcionen a los estudiantes. Y en segundo lugar, el estudio y análisis de casos delicados del pasado, con ejemplos concretos, permite ver la ética en acción. Puede obtenerse conclusiones y grandes lecciones con respecto a los conflictos de interés, las relaciones peligrosas entre funcionarios y contratistas, las licitaciones amañadas, etc.

CONTENIDO

- 1. Visión y paradigmas de la historia de la ingeniería**
 - 2. Atributos tradicionales y otros requeridos en la formación del ingeniero. Un nuevo paradigma.**
 - 3. Preparación del nuevo profesional**
 - 4. Internet y la educación abierta**
 - 5. Los retos de la ingeniería en Estados Unidos y en Colombia**
 - 6. El cambio climático**
 - 7. La universidad del futuro**
- Apéndice: El método CDIO**

Sigue ahora el cuarto punto.

4. INTERNET Y LA EDUCACIÓN ABIERTA

- La típica polémica de algunos colombianos
- Un cambio en las tareas del profesor
- Nuevo material de enseñanza



Al considerar el uso del internet en el trabajo docente, ya empezó una típica polémica colombiana: algunos dicen que eso no sirve para nada y otros que eso va a sustituir completamente a los profesores. Por ejemplo, el anterior director del Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), Darío Montoya, afirmó que es necesario desbaratar el salón de clases y que lo fundamental es el aprendizaje en red, es decir, con ayuda de internet tal como se practica en dicha entidad.

Sea lo primero decir que este comentario obedece a la tradición de inventarse dicotomías donde no existen, pues el salón de clases e internet se complementan de una manera extraordinariamente útil. Es verdad que el profesor tradicional consume casi la totalidad del tiempo de clase proporcionando información básica, la cual por lo general está mejor en libros o en sitios escogidos de la red, de modo que no hay tiempo suficiente para la crítica y la discusión de los temas presentados, todo lo cual lleva a una presencia exagerada del docente y a una lamentable pasividad del estudiante. Ese tipo de salón sí debe desaparecer.

La tecnología actual permite al profesor señalar a los estudiantes con anticipación a la respectiva clase la información básica que podrán encontrar, además de la proporcionada por libros, en sitios de internet

generales o establecidos por el propio profesor con sus presentaciones, documentos, notas de clases y ejercicios. La clase se convierte entonces en un escenario para que el profesor discorra sobre aspectos centrales y difíciles, efectúe las grandes síntesis del temario, responda inquietudes, calibre el progreso del grupo y facilite la discusión y los aportes de los estudiantes. Lo anterior no es una propuesta sino una actividad ya corriente en muchas universidades del mundo y de Colombia.

4. INTERNET Y LA EDUCACIÓN ABIERTA

- La típica polémica de algunos colombianos
- Un cambio en las tareas del profesor
- Nuevo material de enseñanza
- La extensión del campus universitario
- Un ejemplo profesional

El campus, como lo conocemos hoy, va a cambiar, pero seguirá siendo un escenario para comunicar el conocimiento tácito, para el diálogo cara a cara, para el encuentro en un corredor o en una cafetería. Pero internet y los multimedios en el computador constituyen una oportunidad para descargar al profesor de una tarea rutinaria, de modo que el docente pueda dedicar más tiempo a los pequeños grupos de estudiantes, al trato interpersonal, a la crítica y a la síntesis.

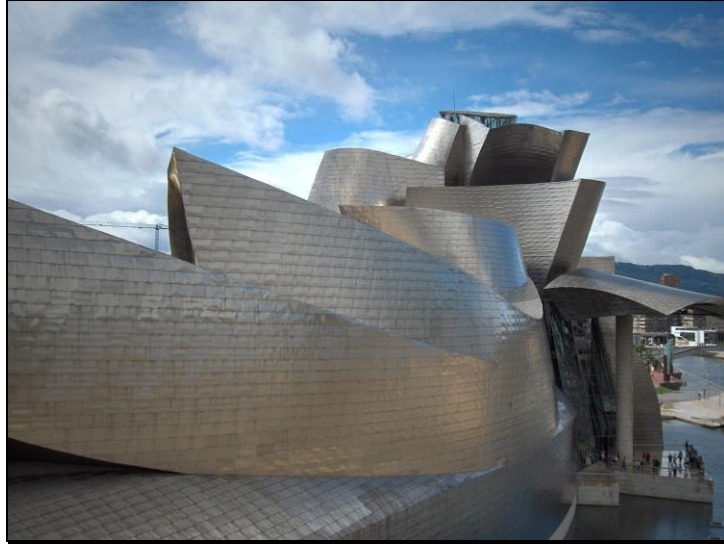
La práctica profesional también está cambiando gracias al mundo digital. Veamos el caso del famoso museo Guggenheim, de Bilbao.



Vemos una imagen del museo Guggenheim que se encuentra en la ciudad vasca de Bilbao, cuyo diseño estuvo a cargo del gran arquitecto canadiense Frank Gehry y que fuera inaugurado en 1997. Situado al pie de la ría de dicha ciudad, se ha convertido en uno de los símbolos de la arquitectura de nuestro tiempo.



La obra impulsó significativamente el desarrollo económico de la ciudad y contribuyó a una renovación urbana. Fue tal el aumento del turismo que el número anual de visitantes ha llegado a superar el de aquellos que concurren al museo del Prado, en Madrid, uno de los más importantes del mundo.



El edificio se caracteriza por una serie de volúmenes interconectados, de formas retorcidas y curvilíneas, en unos casos recubiertos de piedra caliza y en otros por una delgada capa de titanio.

EL MUSEO GUGGENHEIM DE BILBAO

- Interacción entre arquitectos, ingenieros, fabricantes y constructores.
- Digitalización de la geometría de la estructura
- Interacción entre modelos físicos y digitales
- Utilización de programas CAD/CAM
- Localización y alineamientos



El diseñador del edificio se encontraba en Santa Mónica, California, el cliente en la ciudad de Nueva York, fabricantes en Bilbao y Venecia, y los constructores, por supuesto, en Bilbao. ¿Cómo interactuaban cuando no se encontraban frente a frente? Por internet.

La geometría de la estructura fue digitalizada en tres dimensiones, y puesta en internet. Para no perder el sentido volumétrico y escultórico, se elaboró un modelo físico de resolución creciente, el cual, a su vez, permitió refinar la digitalización del mismo.

Las posibilidades y limitaciones de los fabricantes fueron aprovechadas y tenidas en cuenta desde el principio. En vez de planos y especificaciones en papel, los fabricantes utilizaban programas de computador del tipo Cad/Cam (es decir, diseño y fabricación asistidos por computador) que les permitían fabricar y cortar piezas.

La localización y los alineamientos en el sitio de la construcción del museo se definían mediante rayos laser controlados por un computador que aprovechaba los modelos proporcionados por el Cad en tres dimensiones.

**ELEMENTOS PARA
UNA INGENIERÍA DEL FUTURO**

- ¿Se acabarán los planos y las especificaciones tradicionales?
- Un código virtual para la construcción
- Los laboratorios

RECOBRAR INTERACCIONES
Arquitecto - Ingeniero Constructor
Ingeniero Civil - Ingeniero Mecánico



Experiencias como ésta nos sugieren que en el futuro muy posiblemente desaparecerán, en gran medida, los planos y las especificaciones del diseño ingenieril, tal como los conocemos hoy. Serán digitalizados y aparecerán en internet, lo cual favorecerá la interacción ingeniero – arquitecto - cliente-constructor.

Las interacciones en el caso de museo Guggenheim nos dan la oportunidad para hablar de una significativa interacción que en gran medida se ha perdido.

El arquitecto y el ingeniero se confundían en la misma persona en el pasado, pero ahora lamentablemente andan bastante divorciados. Una de las profesiones de mayor importancia para el futuro es la del arquitecto urbanista, quien tendrá la responsabilidad primordial de ayudarnos a salir del caos en que hemos convertido las ciudades.

El ingeniero, con sus capacidades sistémica, de modelar y de cuantificar, así como con su eventual función de maestro integrador, podrá formar un equipo excepcional con ese arquitecto mencionado.

Hay otra experiencia muy característica de la llamada era digital: en algún caso se ha conformado, mediante un software especializado, una imagen virtual de un código de construcción. Un diseñador o calculista de una

nueva estructura, con una imagen virtual conformada con el mismo software, puede contrastar con la del código si la estructura propuesta cumple o no las especificaciones correspondientes.

Otra posibilidad de la mayor importancia se relaciona con los denominados “colaboratorios”, un atractivo nombre. Mediante laboratorios virtuales, científicos situados en puntos distantes interactúan con modelos y bases de datos (a veces alimentadas por datos de campo que llegan a la red en tiempo real), de modo que la colaboración cara a cara sólo se hace necesaria, y sólo posible muchas veces, de tanto en tanto.

LA EDUCACIÓN ABIERTA

- Limitaciones de la educación formal
- La cultura del aprendizaje
- Las comunidades de aprendizaje
- Aprender, compartir y participar.
- Web 2.0



Es bien difícil proporcionar educación formal, en todos los niveles, a todo el mundo. De otra parte, los cambios son tan vertiginosos que debemos permanecer estudiando y actualizándonos toda la vida, fuera de las aulas. Aquí entonces tiene su oportunidad, con la ayuda de las nuevas tecnologías de la información, la educación abierta.

Como la capacidad de aprender tendría que ser uno de los resultados principales del proceso educativo, es imprescindible crear una cultura del aprendizaje. La era digital ha permitido que internet facilite la creación de comunidades y redes sociales de todo tipo. ¿Por qué no estimular la creación de comunidades de aprendizaje?

Pero los participantes en este tipo de comunidad no deben limitarse pasivamente a aprender. Tendrían que convertirse en miembros activos que compartan conocimientos y se hagan partícipes de la dinámica del aprendizaje. Por lo tanto, es necesario que aprendan también las normas y las prácticas que deben regir esas comunidades de aprendizaje. La llamada web 2.0 hace viable esta propuesta pues su potencial estriba no tanto en la capacidad de acceder a la información como en la de comunicarse con otras gentes, tal el caso de los blogs, las redes sociales y las comunidades virtuales.

HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA EL APOYO DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS

- Una plataforma para la gestión de cursos:
Moodle (<http://moodle.org/>).



La plataforma Moodle es una aplicación del tipo wiki (de lo cual hablaremos más adelante), gratuita y de código abierto, que los educadores pueden utilizar para crear sitios de aprendizaje efectivo en línea. Se conoce también como Entorno de Aprendizaje Virtual (*Virtual Learning Environment, VLE*).

Mediante esta plataforma, utilizada ya por algunas instituciones de educación superior como la Facultad de Minas, el profesor puede entregar a sus estudiantes elementos como:

Programación del curso y de sus diferentes actividades

Lecturas y actividades previas a cada clase

Material utilizado en clase

Documentos, material audiovisual y enlaces para ampliar los temas del curso.

Recibir archivos enviados por los estudiantes

Realizar cuestionarios o exámenes con calificación inmediata.

Encuestas y sondeos para decidir algo sobre el curso, como la elección de un tema o la asignación de grupos de trabajo.

HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA EL APOYO DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS

- Una plataforma para la gestión de cursos: Moodle (<http://moodle.org/>).
- Google Docs: para crear y compartir trabajos.



De otra parte, con la plataforma de Google Docs (<https://www.google.com/accounts/ServiceLogin?service=writely&passive=1209600&continue=http://docs.google.com/&followup=http://docs.google.com/<mpl=homepage>) es posible definir un conjunto de miembros, cada uno de los cuales crea una carpeta que debe ser compartida con los demás integrantes y el profesor. De esta forma, todos los documentos de la carpeta solo podrán ser vistos por quienes están autorizados para verla. También se puede configurar la carpeta para que el contenido sea totalmente público, para lo cual se genera un enlace para permitir el acceso a cualquier persona con una cuenta de Gmail de Google. Se puede programar la carpeta para que los documentos en su interior solo puedan ser leídos o para que puedan ser editados.

Cuando se crea un documento compartido, todos los miembros pueden hacer modificaciones al mismo y existe un registro de las modificaciones. Además, y esto vuelve muy importante el servicio de Google Docs, cuando se crea un documento y varios de los usuarios autorizados están conectados, todos estos pueden trabajar sobre el

documento al mismo tiempo, de modo que los aportes se actualizan en tiempo real y todos pueden ver lo que se está haciendo. Sobre el documento aparecen entonces varios cursores de colores, uno para cada usuario.

HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA EL APOYO DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS

- Una plataforma para la gestión de cursos: Moodle (<http://moodle.org/>).
- Google Docs: para crear y compartir trabajos.
- Blackboard Academy Suite (<http://www.senavirtual.edu.co/>)
- Informática al servicio de la investigación. 

La *Blackboard Academy Suite* es una plataforma utilizada por el Servicio Nacional de Aprendizaje para dictar sus cursos virtuales por medio de su portal <http://www.senavirtual.edu.co/>. Permite tener integrados en una sola interfaz los contenidos y la información de un curso, así como las calificaciones. En especial, facilita la creación de foros de discusión en los cuales los estudiantes pueden debatir ciertos temas programados.

Los cursos virtuales del SENA son dirigidos por un tutor que se encarga de dirigir a todos los estudiantes de un grupo, para lo cual programa actividades, foros y brinda la asesoría necesaria.

La plataforma *Blackboard Academy Suite* facilita la comunicación con el tutor, permite que los estudiantes pongan en la red los documentos con las actividades programadas e incluso hace posible la interacción entre estudiantes.

Finalmente sobre este punto, el profesor Gabriel Awad, de la Facultad de Minas, tiene un importante texto sobre búsquedas generales y específicas, así como referencia de sitios que permiten la descarga de documentos, todo ello con el ánimo de apoyar el proceso investigativo. El documento puede consultarse en

[Informática al servicio de la investigación-Gabriel Awad \(Primera parte\)](#)

Informática al servicio de la investigación-Gabriel Awad (Segunda parte)

LA EDUCACIÓN ABIERTA

- Cursos y material de enseñanza en internet (el OpenCourseWare de MIT)
- Necesidad de seguimiento del proceso
- Google 2.0
- Los sitios “Wiki”
- La wikinomía



Muchas universidades están poniendo en internet el material de enseñanza de los cursos siguiendo la decisión pionera de MIT, institución que hoy tiene casi todos su cursos en la red. En los últimos diez años, el OCW ha sido aprovechado por unos 100 millones de personas alrededor del mundo, en tanto que un millón de profesores ha utilizado el material en sus clases. Además, el programa estimula la creación de comunidades de aprendizaje en cooperación con OpenStudy.com

Pero lo anterior ya no basta pues es necesario monitorear el proceso y ver qué tan efectivo es dicho material. Una posibilidad es el aprovechamiento de sistemas inteligentes de tutoría, o que algunos miembros de la comunidad se especialicen en hacer ese seguimiento.

De otra parte, Google contribuye al proceso. Su misión es “organizar la información mundial y hacerla universalmente accesible y útil”. Google 1.0 se limitaba a permitir la búsqueda de páginas de la web, ahora Google 2.0 va más allá con la inclusión de libros, vídeos, noticias, mapas, correo electrónico y, en especial, de los grupos Google que facilitan la interactividad.

Son sitios de internet en los cuales los visitantes pueden interactuar con el fin de poner en el mismo documento comentarios, imágenes,

presentaciones, vídeos, etc. Son conocidos como del tipo wiki (una palabra hawaina que quiere decir rápido). Ya vimos con anterioridad alguno de ellos y no es necesario que me refiera a la Wikipedia y menos a WikiLeaks. Pero es atractivo saber algo de Wikinomía, otro neologismo para describir la colaboración masiva hecha posible por internet para producir en forma descentralizada contenidos, bienes y servicios (ver un somero vistazo en <http://www.valenciad.com/Columnas/200918.pdf>).

GOOGLE

- **Orkut: una red social abierta.**
- **Libros en la red y derechos de autor**
- **Registro de páginas, índices y algoritmo de búsqueda.**
- **Potencial de YouTube para material de enseñanza audiovisual**

Me detengo un poco en Google porque sus servicios ponen de presente las posibilidades de la red con respecto a lo que venimos discutiendo. Google desarrolló la red social Orkut y señala la bondad de su carácter abierto frente a sus competidores Facebook y Myspace.

Con respecto al anuncio de poner en la red todos los libros, varios autores demandaron a Google con base en derechos de autor, lo cual ha llevado a la compañía a buscar un arreglo de modo que los lectores paguen por el servicio una suma que se repartiría entre Google y el respectivo autor. El asunto se encuentra hoy en los tribunales.

Si ponemos Colombia en el buscador de Google obtenemos aproximadamente 738 millones de resultados, encontrados en 0,11 segundos. Dado este maravilloso servicio, conviene preguntarse por las herramientas de la compañía para registrar nuevas páginas, analizar su contenido para indexarlas en una base de datos y buscar las páginas más relevantes cuando el usuario escribe una o más palabras.

Se sabe que Google adquirió la famosa firma de vídeos Youtube, la cual ya se está utilizando para el proceso de aprendizaje mediante lecturas, conferencia y hasta audiovisuales con el formato de clase.

EDUCACIÓN ABIERTA
Algunas recomendaciones

- Investigar si la educación abierta tiene el potencial para resolver los problemas tradicionales de cobertura y calidad
- Promover un cambio en la cultura de la educación
- Síntesis y sinergia en vez de separación
- Combinar lo virtual con lo real

En las universidades se premia la investigación en muy diferentes campos, pero poco se valora la investigación en los temas de la enseñanza y el aprendizaje. Con motivo de la educación abierta, se hace indispensable revisar críticamente los novedosos recursos y las herramientas existentes que pueden llevar a nuevas prácticas para la adquisición de conocimientos y competencias, a partir de un esfuerzo colectivo de compartir y participar en el proceso educativo.

Debemos reconocer que existen inercias muy fuertes en los actuales modelos pedagógicos e instrumentales que dificultan la aparición de una nueva cultura educativa. Como ya existen en internet numerosas iniciativas abiertas para diferentes programas y destinatarios, se recomienda estudiar las posibilidades de síntesis y sinergia, en vez de separación.

Y, finalmente, como ya lo hemos dicho, por más realidad virtual que exista, nada sustituye los encuentros cara a cara. Por ello es urgente que se combine las prácticas típicas de la educación abierta con los encuentros reales, los laboratorios virtuales con los laboratorios reales.

CONTENIDO

- 1. Visión y paradigmas de la historia de la ingeniería**
 - 2. Atributos tradicionales y otros requeridos en la formación del ingeniero. Un nuevo paradigma.**
 - 3. Preparación del nuevo profesional**
 - 4. Internet y la educación abierta**
 - 5. Los retos de la ingeniería en Estados Unidos y en Colombia**
 - 6. El cambio climático**
 - 7. La universidad del futuro**
- Apéndice: El método CDIO**

Quinto punto.

**GRANDES RETOS PARA LA
INGENIERÍA DEL SIGLO XXI**
**PROPUESTOS POR LA ACADEMIA NACIONAL
DE INGENIERÍA, DE LOS ESTADOS UNIDOS.**

1. Reducir el costo de aprovechar la energía solar
2. Proporcionar acceso al agua limpia
3. Impulsar la enseñanza personalizada
4. Restaurar y mejorar la infraestructura urbana
5. Desarrollar métodos para retener el CO₂
6. Diseñar mejores medicinas
7. Aprovechar el uso de la informática en la salud

...



La Academia Nacional de Ingeniería, de los Estados Unidos, en el artículo ya citado, ha señalado 14 grandes retos que debe enfrentar la ingeniería en el siglo XXI. Además de los indicados en la pantalla, se consideraron los siguientes:

- Controlar el ciclo del nitrógeno
- Prevenir el terror nuclear
- Proporcionar energía a partir de la fusión
- Asegurar el ciberespacio
- Diseñar herramientas para el descubrimiento científico
- Efectuar la ingeniería inversa del cerebro
- Mejorar la realidad virtual

El tema de la educación personalizada se relaciona con la educación abierta pues son ya comunes los sistemas educacionales basados en internet, que proporcionan material de enseñanza a los estudiantes y les facilitan la interacción con los instructores.

.

RETOS PARA LA INGENIERÍA EN COLOMBIA

- **Reforma agraria**
- **Desarrollo sostenible y recursos naturales**
- **Agricultura y paz**

El libro antes citado de la Facultad de Ingeniería de la sede Bogotá de la Universidad Nacional plantea diez retos. El tiempo no nos permite sino breves menciones sobre algunos de estos puntos, de modo que los invito a leer el libro.

El primero de ellos se refiere a la necesidad de una redistribución de la propiedad de la tierra pero que lleve consigo un apoyo mediante crédito, apropiación técnica y comercialización. La situación se ha agravado por los desplazamientos forzados de campesinos y los cultivos del narcotráfico.

Con respecto al segundo punto, es importante destacar la necesidad de que en la escuelas de ingeniería se estudie críticamente el concepto de desarrollo sostenible, se vaya más allá del concepto neoliberal del crecimiento económico y se consideren las diferentes opciones de desarrollo pues es común que, simplificando lo social, el ingeniero se apegue a sofisticados modelos cuantitativos.

El siguiente punto, el tercero, se relaciona con el primero y nos llama la atención sobre asuntos tan cruciales como la seguridad alimentaria, las cadenas productivas, los cultivos transgénicos... si tenemos en cuenta que el país importa anualmente unos 10 millones de toneladas de alimentos, entre ellos algunos de tipo transgénico. Se contempla también un punto de

mucho interés para la producción académica y que se relaciona con los múltiples estudios que no salen de los estantes de bibliotecas. Pone como ejemplo las muchas misiones sobre la situación rural, con frecuencia contratadas por los mismos gobiernos, cuya conclusiones y recomendaciones son ignoradas.

Estos dos puntos comentados nos llevan a una reflexión: nuestra profesión ha tenido un cierto acento urbano en desmedro de la atención que merece el campo colombiano.

RETOS PARA LA INGENIERÍA EN COLOMBIA

- Desarrollo industrial
- Escenarios energéticos para Colombia
- Perspectivas del recurso agua
- Transporte masivo en Bogotá
- Fraude en telecomunicaciones
- Comercio electrónico
- Política petrolera y paz



Se pone de presente la importancia de la participación de la profesión cuando se analiza las consecuencias de la apertura de los años noventa, el descenso en la participación de la industria en el PIB y el apoyo que merecen las PYMES por ser grandes generadoras de empleo. Se insiste en la necesidad de la colaboración entre la universidad y la empresa como medio para propiciar el desarrollo industrial, la mejor fuente, diríamos nosotros, de empleo digno, bien remunerado y estable. Uno de los participantes consideraba imperativo formar integralmente el ingeniero, con una mayor visión de lo social, de lo administrativo y de lo sistémico.

Los dos siguientes puntos, energía y agua, han sido constante preocupación de nuestra universidad y tendrán que continuar muy presentes en sus facultades de ingeniería. Sobre el primero se destaca el estudio sobre energía sostenible con base en el método de los escenarios futuros, y con respecto al segundo se presentan algunos aspectos relacionados con el riego y drenaje, así como con la navegación. Especial énfasis se hace en la necesaria participación de la universidad colombiana en la recuperación del río Magdalena, su integración con otros modos de transporte y su relación con el proyecto de integración fluvial de América del Sur.

Apenas mencionamos los cuatro últimos puntos tratados en el libro.

OTRAS PRIORIDADES EN COLOMBIA

- Pobreza, miseria e inequidad.
- Convivencia
- Cambio climático:
 - Estudio de eventos hidrológicos extremos
 - Efectos de “El Niño” y “La Niña” en Colombia
 - Los estudios de la Facultad de Minas
- Prevención y mitigación de desastres: el sistema ambiental y los planes de ordenamiento territorial
- Construcción y renovación de infraestructura
- Lucha contra la corrupción

A los retos de las dos publicaciones anteriores, respectivamente para Estados Unidos y Colombia, quisiéramos agregar algunas otras prioridades para nuestro país.

Es fundamental enfrentar la pobreza, la miseria y la inequidad, promover la convivencia, desarrollar la infraestructura y renovar o reemplazar obras antiguas con problemas de estabilidad.

La actual tragedia invernal del país ha puesto de manifiesto en forma dramática el aumento, en frecuencia e intensidad, de eventos climáticos extremos (por ejemplo, con respecto a períodos muy secos o muy húmedos). De especial relieve es la ocurrencia de los fenómenos “El Niño” y “La Niña”. A propósito, el programa de posgrado en aprovechamiento de recursos hidráulicos, de la Facultad de Minas, viene estudiando el sistema climático y sus implicaciones sociales, ambientales y económicas en las escalas global, regional y local. Así mismo, dicho programa se ha ocupado extensamente de la gestión integral del agua en Colombia con diferentes proyectos relacionados en [VER AQUÍ](#)

Los interesados pueden encontrar una reseña del mencionado posgrado en www.valenciad.com/Conferencias/PosgradoRecHidr.pdf

De otra parte, la misma tragedia obliga a una reflexión sobre la tarea que puede cumplir el ingeniero en la prevención y mitigación de desastres; crítica es su responsabilidad en lo tocante al sistema ambiental y a los planes de ordenamiento territorial.

Y, finalmente, es indispensable una lucha contra la corrupción, tal como lo planteamos previamente al tratar la cuestión ética.

CONTENIDO

- 1. Visión y paradigmas de la historia de la ingeniería**
 - 2. Atributos tradicionales y otros requeridos en la formación del ingeniero. Un nuevo paradigma.**
 - 3. Preparación del nuevo profesional**
 - 4. Internet y la educación abierta**
 - 5. Los retos de la ingeniería en Estados Unidos y en Colombia**
 - 6. El cambio climático**
 - 7. La universidad del futuro**
- Apéndice: El método CDIO**

Sexto punto.

LOS LÍMITES DEL PLANETA TIERRA

- Cambio climático
- Tasa de pérdida de biodiversidad terrestre y marina
- Interferencia con los ciclos del nitrógeno y del fósforo
- Reducción del ozono estratosférico



En el artículo citado en las referencias, titulado “Un seguro espacio de operación para la Humanidad”, de Rockström y otros, se identifican nueve procesos planetarios para los cuales es necesario establecer límites o umbrales que de ser excedidos podrían generar inaceptables cambios ambientales. Estas fronteras, que vienen definidas por un valor crítico de una o más variables, delimitan un espacio que asegura el mantenimiento de los procesos y sistemas biofísicos indispensables para la vida humana. Según el mencionado artículo, se ha sobrepasado ya los siguientes tres de los nueve límites: tasa de pérdida de biodiversidad, cambio climático e interferencia humana en el ciclo del nitrógeno. En el primer caso, la tasa natural histórica está entre 0,1 y 1 extinciones por millón de especies y por año, pero en la actualidad se estima que la tasa está entre 100 y 1.000 veces mayor; en el segundo caso, una variable crítica es la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, hoy igual a 387 partes por millón en volumen cuando el umbral estimado es 350; y en el último caso, como diferentes actividades humanas capturan nitrógeno de la atmósfera y lo convierten en nitrógeno reactivo que termina contaminando aguas, suelos y aire, los cálculos aproximados señalan que el flujo de nitrógeno reactivo se

debería reducir a un 25% del valor actual. Pero los autores también anuncian que nos estamos acercando a los umbrales de otros procesos. Ver www.environment.arizona.edu/files/env/profiles/liverman/rockstrom-etc-liverman-2009-nature.pdf

LOS LÍMITES DEL PLANETA TIERRA

- **Acidificación de los océanos**
- **Uso del agua dulce**
- **Cambio en el uso del suelo**
- **Contaminación química**
- **Presencia de aerosol en la atmósfera**

Presentamos ahora los restantes cinco procesos planetarios.

EN COLOMBIA

- **Una contribución del profesor Óscar Mesa Sánchez al estudio del cambio climático en el mundo con algunas referencias al caso colombiano.**



Nos ocupamos ahora en forma breve de dos publicaciones relacionadas con el cambio climático en Colombia, ambas mencionadas al principio.

En la primera encontramos un libro de la mayor enjundia que se ocupa con profundidad del clima, el cambio climático, la energía y el agua, a la vez que con gran propiedad discurre sobre las implicaciones políticas, sociales, éticas y hasta filosóficas del problema. La significación y actualidad de los diferentes datos, figuras y tablas, la seriedad de las fuentes utilizadas, la lucidez de los análisis, las propuestas concretas de cambio y la visión integradora de los fenómenos y sus interacciones, convierten el libro en una obra de referencia, indispensable para todos los interesados en tales temas. Además, debe indicarse que se incluyen algunos datos y comentarios sobre la situación colombiana, en especial relacionados con la evidencia de los cambios negativos que ya se detectan en nuestro propio país.

EN COLOMBIA

- Una contribución del profesor Óscar Mesa Sánchez al estudio del cambio climático en el mundo con algunas referencias al caso colombiano.
- Artículo de Poveda y Pineda sobre la progresiva desaparición de los glaciares tropicales del país.



En la segunda, un artículo de G. Poveda y K. Pineda, investigadores de la Escuela de Geociencias y Medio Ambiente de la Facultad de Minas, informan que ocho glaciares tropicales del país desaparecieron durante el siglo XX, en tanto que los remanentes seis muestran alarmantes tasas de deshielo en la última década. Mediante la aplicación de modernas técnicas al análisis de imágenes satelitales, los autores del artículo han encontrado que la cobertura de hielo de estos últimos ha pasado de 60 kilómetros cuadrados en 2002 a 45 en 2007, lo cual arroja una tasa promedio de 3 kilómetros cuadrados perdidos cada año. De continuar esta tasa hacia el futuro, los seis glaciares habrán desaparecido en 2022, aunque en el artículo se señala que diversos procesos físicos allí discutidos pueden acelerar el retroceso del hielo. Unos importantes hallazgos que reducen en forma drástica los plazos previstos en 2007 por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

Como consecuencia de la anterior situación se está poniendo en peligro la provisión de agua para grandes ciudades y centenares de poblaciones rurales a lo largo de los Andes colombianos, al igual que

se puede afectar la generación hidroeléctrica, tan importante para el país. Pero también es preocupante el futuro de los páramos, unos ecosistemas reconocidos por su fragilidad, y de los bosques de niebla, lo cual contribuye a incrementar los actuales problemas ambientales y sociales de los Andes tropicales con los consiguientes efectos negativos sobre una región bien apreciada por su biodiversidad.

NEVADO DEL RUIZ
Estado reciente según una fotografía tomada el 19 de marzo
de 2011 por el ingeniero Álvaro José Jaramillo Mora



Estimaciones del artículo de Poveda y Pineda:

Área glaciar del nevado en 1989:	14,06 km ²
Área glaciar del nevado en 2004:	8,66 km ²
Pérdida promedia en dicho período:	38%
Retroceso promedio:	36 ha por año

Es lamentable lo que nos muestra esta importante y significativa fotografía tomada recientemente por el ingeniero Álvaro José Jaramillo Mora, pues nos muestra el estado de un nevado muy querido por los colombianos y, en particular, por los habitantes cercanos al mismo.

Agregan los autores del artículo publicado en la revista Avances en Geociencias que el Ruiz muestra en la actualidad una actividad volcánica de bajo nivel, lo cual acelera el proceso de calentamiento y en consecuencia la pérdida glaciar.

CONTENIDO

- 1. Visión y paradigmas de la historia de la ingeniería**
 - 2. Atributos tradicionales y otros requeridos en la formación del ingeniero. Un nuevo paradigma.**
 - 3. Preparación del nuevo profesional**
 - 4. Internet y la educación abierta**
 - 5. Los retos de la ingeniería en Estados Unidos y en Colombia**
 - 6. El cambio climático**
 - 7. La universidad del futuro**
- Apéndice: El método CDIO**

Ya terminando, el séptimo punto.



La universidad del futuro será aquella que logre el encuentro de científicos y técnicos, por un lado, con humanistas y artistas, por el otro.

Dichas visiones, a pesar de ser complementarias y exigir interacción, se encuentran muy separadas, y ello puede explicar en algún grado una de las tragedias de los tiempos actuales: el avance y dominio de la tecnología, frente al retraso de los valores y la condición humana.

Las dos dimensiones o visiones del mundo constituyen formas complementarias de conocimiento y de crítica. Es fácil ver su interacción en los estudios o proyectos de alguna complejidad, así como la necesidad del encuentro interdisciplinario.

7. LA UNIVERSIDAD DEL FUTURO

- C. P. SNOW sobre las dos culturas: En las sociedades avanzadas del mundo occidental no podía hablarse de la existencia de una cultura común pues no existía comunicación, a veces inclusive había más bien hostilidad, entre los científicos y los intelectuales de letras.
- EDGAR MORIN: “El humano es a la vez físico, biológico, psíquico, cultural, social, histórico. Es esta unidad compleja la que está completamente desintegrada en la educación a través de las disciplinas; de ahí la imposibilidad de aprender lo que significa ser humano.”



El 7 de mayo de 1959 se pronunció en Londres una conferencia que desataría una de las más intensas controversias intelectuales en la historia de Occidente. Estuvo a cargo de C. P. Snow, científico y novelista a la vez, y su título fue “Las dos culturas y la revolución científica”. En ella criticaba la separación existente entre la cultura de los científicos y la cultura de los letrados, a la vez que señalaba las graves consecuencias sociales originadas en la falta de interacción entre ambas culturas.

51 años después de la conferencia de Snow, ciertas tendencias permiten afirmar que hoy existe mayor conciencia del problema de las dos culturas y que en algunos casos puede estar cerrándose la brecha entre las mismas, aunque a ello se opongan diversos intereses políticos, económicos y académicos. Aquellas tendencias incluyen la interacción creciente entre disciplinas y profesiones sobre todo cuando se emprenden grandes proyectos, el uso en algunas ciencias humanas de métodos y modelos antes reservados a las ciencias naturales, y la aparición de carreras académicas híbridas que toman elementos de ambas culturas.

Finalmente, ojalá podamos hacer realidad lo que dice Edgar Morin en un documento de la Unesco: “El humano es a la vez físico, biológico, psíquico, cultural, social, histórico. Es esta unidad compleja la que está

completamente desintegrada en la educación a través de las disciplinas y que imposibilita aprender lo que significa ser humano. Hay que restaurar dicha unidad compleja de tal manera que cada uno desde donde esté tome conciencia de su identidad compleja y de su identidad común”.

**LA CULTURA CIENTÍFICA DEBE DEFENDER LAS
CULTURA DE LAS ARTES Y LAS HUMANIDADES**

- Muchas universidades recortan o suprimen los programas de artes y humanidades
- “Aprendí a pensar críticamente, a analizar en profundidad y a escribir con claridad en los cursos universitarios de humanidades, no en los cursos de ciencias”
- Las fuerzas del mercado no deben controlar la educación
- La preservación de ideas e información no rentable
- Los peligros de la burocratización

En un artículo publicado en Noticias de la revista Nature No. 468 del 22 de diciembre de 2010, Gregory Petsko, profesor de bioquímica y química de la Universidad de Brandeis en Estados Unidos, hace un llamado para que los científicos se opongan a la actual tendencia de recortar o suprimir en las universidades los programas de artes y humanidades.

El artículo se puede encontrar en

<http://www.nature.com/news/2010/101222/full/4681003a.html>

Se señala allí cómo en décadas recientes se empieza a imponer en muchas universidades del mundo un manejo administrativo y burocrático que pretende responder a las fuerzas del mercado.

Además, el autor revela la importancia formativa que para él tuvo su paso por los cursos de humanidades y artes, algo que no le fue aportado por los cursos científicos y técnicos.

A este respecto, agregaríamos dos cosas:

-Bien sabemos cómo la llamada sabiduría del mercado, sobre todo no regulado, llevó a la actual crisis financiera mundial.

-Y la importancia de discutir la actual propuesta del Gobierno colombiano sobre la participación del sector privado en la educación superior. Ver la columna de prensa del autor de esta conferencia en

<http://www.valenciad.com/Columnas/201106.pdf>

EDWARD O. WILSON Y LA CONSILIENCIA

- Un libro revelador sobre la unificación del conocimiento.
- La información genética como base.
- Crítica a la fragmentación de las disciplinas.
- Crítica al posmodernismo.
- Ver reseña del libro por Alec A. Schaerer en <http://homepage.mac.com/eliaskreye/pdf/Wilson-Review.pdf>



El distinguido biólogo Edward O. Wilson va más allá de lo propuesto por Snow pues cree que todo el conocimiento está en el fondo unificado y que un pequeño conjunto de leyes naturales rige disciplinas que nos parecen dispares. Las conexiones e interacciones de dichas leyes constituyen lo que Wilson denomina consiliencia, un neologismo que quiere decir “saltar juntos”.

En un bello libro publicado en 1998 con dicho nombre, Wilson echa de menos el programa integrador de la Ilustración y se propone demostrar que las ciencias naturales, en especial la biología, proporcionan un modelo y unos métodos de trabajo para todas las disciplinas. Sustenta lo anterior en que toda actividad viviente depende de la información genética, para lo que estudia la química del cerebro y las bases genéticas de la cultura. Señalemos su intento por demostrar que el arte de todos los tiempos responde a principios biológicos subyacentes.

Al igual que Edgar Morin, se opone a la fragmentación de las disciplinas y a su creciente especialización.

El libro es, pues, una invitación a que saltemos juntos.

APÉNDICE: EL MÉTODO CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar)

- Una iniciativa universitaria de las ingenierías y la medicina
- Movimiento pedagógico internacional liderado por universidades como el MIT
- La experiencia de la Universidad Nacional
- Tres seminarios sobre proyectos en ingeniería
- Trabajo interdisciplinario cercano a lo real
- Aprendizaje basado en proyectos o en problemas con ayuda del método CDIO

Unos comentarios con respecto a la experiencia de unos seminarios sobre proyectos en ingeniería que, con el liderazgo de la Facultad de Minas, se vienen llevando a cabo en la sede Medellín de la Universidad Nacional de Colombia.

Se trata de tres cursos al principio, en el medio y hacia el fin de la respectiva carrera, en los cuales confluyen todos los estudiantes de la Facultad para desarrollar un proyecto interdisciplinario, en equipo, lo más cercano posible al mundo real y con la consideración de múltiples aspectos: técnicos, jurídicos, económicos, financieros, sociales, ambientales, de sensibilidad y de riesgos. Son necesarios un Informe escrito, una presentación oral y una muestra abierta al final, se cuenta con jurados externos y se otorgan premios.

Un grupo de profesores con mucha paciencia por años ha insistido en el tema de la pedagogía y finalmente maduró esta propuesta que se considera recoge algunas experiencias anteriores; pone las diferentes carreras en una perspectiva mundial pues las actividades están enmarcadas en un movimiento pedagógico internacional, liderado por universidades de primer orden, como el MIT.

Ha sido muy satisfactorio registrar el avance palpable de los estudiantes en tan sólo un semestre, sobre todo por la forma como desarrollan una práctica autónoma. La participación del profesor es bien diferente a la tradicional: más que facilitador se convierte en catalizador. Como es obvio, todos los cambios traen resistencia y no todos apoyan esta experiencia. Pero sí se ha contemplado como indispensable un mayor acento en la innovación y en los vínculos con el mundo real.

EL MÉTODO CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar, Operar)

- Iniciativa mundial (ver <http://www.cdio.org/>)
- Experiencias de aprendizaje en grupo a partir de proyectos de los propios estudiantes
- Se enfatiza la fundamentación en ingeniería en el contexto de C. D. I. O.
- Se trabaja con productos y sistemas del mundo real
- Una base para el planeamiento curricular y la evaluación de resultados

Presentamos en la diapositiva aspectos centrales del método CDIO.

Es empleado tanto para el aprendizaje basado en proyectos como para el aprendizaje basado en problemas.

Tal como señala el sitio de internet del método, los colaboradores del CDIO reconocen que la educación en ingeniería se adquiere a lo largo de muchos años y que los educadores pueden aprender de la práctica en muy diversos lugares.

Así mismo, que en el CDIO participan desde universidades de gran trayectoria hasta instituciones locales interesadas en la formación básica del estudiante de ingeniería.

Aprendizaje basado en proyectos
(Ver [www.bie.org/about/21st century skills](http://www.bie.org/about/21st_century_skills))

- Una iniciativa de The Buck Institute for Education
- Empieza el trabajo con escuelas de secundaria
- Sigue con la capacitación de profesores
- Responde a cuestiones, problemas o retos de cierta complejidad
- Propicia el aprendizaje de las denominadas competencias claves del siglo XXI

Además de lo señalado en la pantalla, es de gran interés que mencionemos lo que allí se llama competencias claves del siglo XXI:

- Conocimiento de los medios de información
- Pensamiento crítico y creativo
- Comunicación y colaboración
- Liderazgo
- Trabajo social e intercultural
- Autoevaluación
- Ética y responsabilidad civil
- Rendición de cuentas
- Manejo de proyectos

EPÍLOGO

¿QUÉ PASA EN FINLANDIA?

- Primer país en las pruebas PISA que miden el rendimiento de estudiantes de 15 años en áreas de importancia
- Jornadas cortas sin exámenes ni sobrecarga de tareas en casa
- Sin discriminación por estrato, origen o familia
- Lo fundamental es la preparación de los profesores
- Una educación que promueve creatividad, iniciativa, flexibilidad y habilidad para aplicar el conocimiento a situaciones nuevas

Terminamos esta presentación con una admiración por los resultados actuales de la educación en Finlandia, un caso que atrae la atención del mundo.

Y se menciona esta experiencia como epílogo porque tiene mucho que ver con lo que hemos venido diciendo con respecto a la formación de los futuros ingenieros.

Los interesados en este caso pueden consultar en

http://www.otraescuelaesposible.es/pdf/secretos_finlandia.pdf

un informe titulado

“LA EDUCACIÓN EN FINLANDIA:

Los secretos de un éxito asombroso”

en el cual Paul Robert, director de un colegio en Francia, después de una visita al país destaca los siguientes puntos:

-Cada alumno es importante

-El respaldo y aprecio que en país se siente por la tarea del profesor

-La evaluación como una palanca de cambio