


Slide 1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Sede Medellín
CÁTEDRA ANTIOQUIA

**Apuntes sobre la
EDUCACIÓN EN INGENIERÍA**

Darío Valencia Restrepo

Medellín, 15 de septiembre de 2014




Agradezco a la Cátedra Antioquia, en especial al profesor Miguel Ángel Sierra-Baena, esta oportunidad que me ha brindado de comentar con ustedes algunas ideas sobre la marcha de la educación en ingeniería entre nosotros.

A la par que se analizarán algunas prácticas corrientes en el medio, se incluirán sugerencias u opiniones de quien les habla que aspiran a despertar un debate sobre posibles mejoras a la vida académica.

Después de la exposición, espero que tengamos oportunidad de abrir una discusión para conocer las opiniones, las críticas o los comentarios que ustedes tengan a bien.

**ESTA PRESENTACIÓN PUEDE
SEGUIRSE, CON DIAPOSITIVAS Y NOTAS, EN**



www.valenciad.com

para lo cual basta ir a este sitio de internet y en la primera pantalla dar clic sobre el enlace CONFERENCIAS CON DIAPOSITIVAS Y NOTAS y buscar allí “La educación en ingeniería”.

A partir de mañana ustedes encontrarán en mi sitio de internet esta exposición, tanto con las diapositivas como con las notas asociadas a cada diapositiva.

A propósito, el sitio mencionado contiene otras presentaciones, libros, documentos, artículos, columnas de prensa y grabaciones musicales.

CONTENIDO

- I. Referencias**
- II. Métodos de enseñanza**
- III. El empleo de las tecnologías digitales**
- IV. Seminarios y grupos de trabajo**
- V. La capacidad de comunicar**
- VI. El trabajo interdisciplinario**

En esta diapositiva y la dos siguientes presentamos el contenido de la exposición.

CONTENIDO

- VII. Laboratorios, talleres, excursiones y prácticas**
- VIII. Las humanidades y las artes**
- IX. El lenguaje**
- X. Ética mundial e intergeneracional**
- XI. La investigación**

Una segunda diapositiva sobre el índice de la presentación

CONTENIDO

- XII. El trabajo interdisciplinario y la visión integradora**
- XIII. Cuatro paradigmas en la historia de la ingeniería**
- XIV. La capacidad de aprender**
- XV. TRES PROPUESTAS:**
 - Consultorios de Ingeniería**
 - Servicio Social**
 - Examen de Estado**

Aquí termina el contenido. El último punto formula tres propuestas que me gustaría discutir prioritariamente después de finalizada la presentación.

Ia. REFERENCIAS

- Múnera, Luis Fernando y Darío Valencia Restrepo, “Una prospectiva social para la ingeniería antioqueña”, Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos, Medellín, 2013 (tinyurl.com/kanh6om).
- Diversos autores, *Protocolos de la SAI sobre el futuro de Antioquia*, Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos, Medellín, 2013.
- Valencia Restrepo, Darío, “La educación en ingeniería”, en el libro *Estado actual de la ingeniería*, Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos, Medellín, 2004 (tinyurl.com/pyocqb7).



Tomaremos elementos en especial de la primera referencia, la cual hace parte del libro que se cita en la segunda referencia.

El año pasado, la Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos, con motivo de su primer centenario de actividades, publicó una serie de ensayos en un libro con el título indicado en la diapositiva.

Finalmente, como mucho se ha hablado en el mundo de una crisis de la ingeniería en los últimos tiempos, recomiendo a los interesados un trabajo que se puede consultar en internet mediante el enlace que allí aparece en último lugar.

Ib. REFERENCIAS

- ocw.mit.edu/about En este sitio de internet se encuentra el material que el MIT ha puesto en internet para consulta gratis.
- edx.org/how-it-works Otro sitio para conocer el proyecto conjunto MIT – Harvard, edX, de educación abierta.
- tinyurl.com/labucg6 *La educación superior a distancia y virtual en Colombia: nuevas realidades*, Virtual Educa y Asociación Colombiana de Instituciones de Educación Superior con Programas a Distancia y Virtual, ACESAD, Bogotá, 2013.



Inicialmente, dos sitios de internet con educación abierta: el del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) para consulta gratis, y sin necesidad de inscribirse, de casi todo el material de enseñanza que emplea dicha universidad. Y el más reciente que obedece a un proyecto conjunto del MIT y Harvard.

De otra parte, mucho se ha avanzado en el empleo de las tecnologías digitales en Colombia. Muy pertinente un reciente libro sobre el estado de las mismas en el país, cuyo contenido puede obtenerse mediante el enlace suministrado.

Ic. REFERENCIAS

- Valencia Restrepo, Darío, “HISTORIA DE LA INGENIERIA - Apuntes y lecciones para el presente”, conferencia presentada en la sede Manizales de la Universidad Nacional de Colombia, Manizales, 2011 (tinyurl.com/pcq8bm2).

Esta exposición echa una mirada somera a los inicios de la historia de la ingeniería para sacar lecciones para el presente, en particular qué se debe conservar de la tradición y cuáles cambios son imperativos de inmediato.

Pero a la vez trata 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.



No olvidemos que la historia encierra muchas enseñanzas y nos ayuda a entender aspectos del presente.

El enlace que se cita permite ver, en formato pdf, una conferencia que se ocupa de una parte de la historia de la ingeniería, de la cual se pretende sacar lecciones para los tiempos que corren. Allí aparecen las diapositivas junto con las notas correspondientes a cada una de ellas.

Quienes sigan esa presentación se darán cuenta de que tiene algunos puntos comunes con la charla de esta tarde.

Id. REFERENCIAS

- Valencia Restrepo, Darío, “La capacidad de aprender”, una presentación para el Grupo Sofos, Otraparte, Medellín, 2014 (tinyurl.com/mgpyg37).

En esta presentación se pone de presente que uno de los objetos centrales de la educación es propiciar en el estudiante el desarrollo de una capacidad para aprender, es decir, para aprender a aprender.

- Alvear Sanín, José, Manual del río Magdalena, Cormagdalena, Bogotá, 2005 (tinyurl.com/n4hn4j8).



Hace poco presenté esta conferencia a un grupo que viene estudiando este año, en forma crítica, el estado de la educación en Colombia. Ello tuvo lugar en Otraparte, la Casa Museo Fernando González.

Varios de los aspectos que trataremos en la presentación, como el trabajo en grupo, el seminario en el estilo alemán, el proyecto que se lleva a cabo en la Facultad de Minas, titulado “Concebir, diseñar, implementar y operar”, el fomento de la autonomía y la capacidad crítica en el estudiante... son todos ellos encaminados, entre otros fines, a propiciar la aparición de una capacidad de aprender.

Finalmente, una referencia que cobra mucha actualidad pues se acaba de adjudicar la licitación que tiene por objeto facilitar la navegación en el río Magdalena entre Puerto Salgar y Barranquilla, lo que implicará un sustancial abaratamiento de costos.

Resulta oportuno manifestar un reconocimiento a quienes, ante el descuido y desatención del país frente a tan sobresaliente vía, mantuvieron vivo el interés por la misma mediante estudios y escritos. Entre ellos queremos destacar a José Alvear Sanín por su bello libro que, auspiciado por Cormagdalena, proporciona una visión múltiple, amena e ilustrativa del río.

II. MÉTODOS DE ENSEÑANZA

- Continúa predominando la clase magistral
- Es conveniente promover paulatinamente una actitud más activa por parte del estudiante
- El profesor como guía, estimulador, catalizador, organizador y evaluador



La primera de las referencias antes mostradas, titulada “Una prospectiva social para la ingeniería antioqueña” tuvo mucho que ver con el análisis de los resultados de una encuesta reciente entre facultades de ingeniería del departamento de Antioquia. Con respecto al punto de la diapositiva, la mayoría de las respuestas a la encuesta indicó que sigue predominando la clase magistral en las aulas, más allá de lo deseable en razón de la pasividad que propicia en el estudiante.

La clase magistral sigue teniendo su importancia en determinados casos, por ejemplo en cursos teóricos dictados por los mejores profesores a grupos numerosos de estudiantes. Con posterioridad, se puede dividir a los estudiantes en pequeños grupos, a cargo de monitores, para la realización de talleres o prácticas.

Pero consideramos que es fundamental promover paulatinamente una actitud activa por parte del estudiante, y señalarle que el profesor es más un guía, un orientador, un catalizador, un evaluador que estimula el aprendizaje del estudiante por sí mismo.

En esta exposición haremos algunas sugerencias para mejorar los métodos de enseñanza aprendizaje; ello a partir de los resultados de la encuesta mencionada. Es bueno tener en cuenta que un cierto número de las sugerencias ya se aplican en una o varias instituciones.

III. EL EMPLEO DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES

- La educación abierta
- El trabajo pionero del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)
- Un proyecto conjunto del MIT y la Universidad de Harvard
- La necesidad de supervisión e interacción
- Imperativo evaluar la bondad de esos proyectos
- La preparación del profesorado
- La titulación
- Avances en Colombia



La educación abierta es una realidad, inclusive en Colombia.

Una de las grandes iniciativas del MIT ha sido la publicación de prácticamente todo el contenido de sus cursos, en forma abierta, permanente y disponible en todo el mundo. En el sitio de internet referenciado en la bibliografía es posible encontrar notas de clase, tareas, exámenes, textos digitales y contenido multimedia, o participar en grupos de estudio, relacionados con unos 2.000 cursos.

Posteriormente, el MIT y Harvard establecieron un programa conjunto gratis, denominado edX. Ofrece una gran experiencia de aprendizaje para todo el mundo. Les recomiendo entrar al sitio indicado en la bibliografía para enterarse a fondo del proyecto.

Como se reclama mucho la interacción, ya existen proyectos que utilizan sistemas expertos para interactuar con el usuario o, en algunos casos, el usuario puede interactuar con profesores, tutores o monitores.

Estos avances exigen que se evalúe el impacto de la educación abierta, sus bondades y limitaciones.

De otra parte, muy recomendable es el empleo de internet por parte de los profesores tradicionales con el fin de poner en la red material previo a las clases, hacer seguimiento al progreso de los estudiantes, formar grupos de trabajo, efectuar exámenes, etc.


Es del caso liberar al profesor del gasto excesivo de tiempo en el suministro de información básica, de modo que el docente pueda llevar a cabo tareas más significativas, como por ejemplo propiciar la discusión crítica en el aula. Aquí es fundamental la preparación del profesorado para el buen uso de las nuevas tecnologías de la información.

¿Es conveniente programas totalmente a distancia? Es recomendable la combinación con algunos momentos presenciales.

Como en Colombia ya se ha avanzado bastante al respecto, es muy del caso evaluar la calidad de los egresados. Puede ser necesario un Examen de Estado, sobre todo para vencer la renuencia de empleadores.

**IV. SEMINARIOS Y GRUPOS DE TRABAJO
V. LA CAPACIDAD DE COMUNICAR
VI. EL TRABAJO INTERDISCIPLINARIO**

- Necesidad de superar nuestro individualismo.
- El seminario en el estilo alemán
- La argumentación y la crítica como base de una discusión rigurosa y respetuosa
- Muy desde el principio, los estudiantes deben aprender a expresar sus ideas y lo que resulta de su trabajo personal con el ánimo de compartir.
- En el nivel universitario, es de la mayor importancia la interacción entre estudiantes de diversas disciplinas o profesiones.
- Estos métodos de trabajo apuntan hacia el trabajo independiente.



Una anécdota de Yu Takeuchi sobre puntuaciones de 1 a 10:

-Un colombiano: 8; un japonés: 6

-Un equipo de colombianos: 5; un equipo de japoneses: 10

En el seminario alemán, guiados por el profesor los estudiantes estudian aspectos particulares de un tema y luego hacen presentaciones ante todo el grupo con el ánimo de adquirir un conocimiento colectivo del tema. Parece natural que este método se ponga en práctica en el nivel universitario.

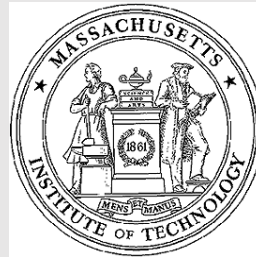
Los profesores deben exigir el buen manejo del idioma oral y, con alta exigencia, el idioma escrito. Es del caso rechazar el deplorable lenguaje que con frecuencia se nota en los mensajes digitales.

Observarán que el trabajo en equipo, pero con responsabilidades individuales, la práctica de la discusión con argumentos y el encuentro con otras visiones (procedentes de diferentes disciplinas o profesiones) fomenta el trabajo autónomo del estudiante y su capacidad de criticar y autocriticarse.

El método CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar, Operar) es una iniciativa mundial (ver <http://www.cdio.org/>) que facilita las experiencias de aprendizaje en grupo, a partir de proyectos de los propios estudiantes, y que ya se viene aprovechando entre nosotros.

VII. LABORATORIOS, TALLERES, EXCURSIONES Y PRÁCTICAS

- Complementan la formación teórica.
- Contacto con problemas reales.
- Valoración del trabajo manual.



Nunca se insistirá lo suficiente en la importancia de estos aspectos ante la tendencia a la formación muy teórica o libresca, aislada de los problemas reales, y a los ingenieros casi exclusivamente de escritorio.

Es necesario también combatir una mirada ancestral que desprecia el trabajo manual, que no concede suficiente importancia a aquello de “aprender haciendo” y que no propicia el encuentro entre académicos y empíricos para beneficio de ambos.

Vale la pena recordar el escudo del Instituto Tecnológico de Massachusetts, universidad con frecuencia reconocida en el mundo como la primera universidad en ingeniería. Allí aparecen un obrero y un académico acompañados por el lema “Mente y Mano”.

Se destaca en la encuestas una preocupación por la extensión, una de las tres actividades fundamentales de la universidad, en particular aquella de carácter social. Algunos estudiantes se ocupan, en forma dirigida, de pequeños proyectos, se vinculan a entidades oficiales o fundaciones, transfieren conocimientos, capacitan a docentes, todo ello como expresión de una creciente conciencia de responsabilidad social en las instituciones de educación superior.

VIII. LAS HUMANIDADES Y LAS ARTES

- Preocupante tendencia internacional a suprimir o disminuir presencia de humanidades y artes en el currículo de ingeniería.
- Las humanidades educan para la democracia y el ejercicio de una ciudadanía responsable.
- Estimulan la participación en el debate político.
- Las artes desarrollan imaginación, creación, crítica y comunicación.



Martha Nussbaum



Hoy más que nunca es indispensable el estudio riguroso de la historia para entender el presente, así como el aporte de filósofos que escriban para los seres comunes y corrientes que intentan dar sentido a sus vidas y que buscan respuestas ante las incertidumbres y desastres del mundo actual.

Con propiedad señala Martha C. Nussbaum, en su libro *Sin fines de lucro – Por qué la democracia necesita de las humanidades*, que las materias de ciencia y tecnología se deben impartir con la mayor calidad, pero no debe olvidarse que con la formación en artes y humanidades se pueden adquirir las capacidades de desarrollar un pensamiento crítico, de trascender las lealtades nacionales y afrontar los problemas internacionales como “ciudadanos del mundo”, y de imaginar con compasión las dificultades del prójimo.

De otra parte, la formación artística estimula atributos básicos de utilidad para la vida social y en particular también para las profesiones científicas, técnicas y administrativas. El estudio y práctica de actividades como música, danza, cine y teatro propicia el trabajo en equipo, la comunicación con otros y las habilidades creativas y de innovación, todo

ello transferible y aplicable a otros campos. A su vez, los talleres de artes visuales permiten entender realidades y relaciones no expresables cuantitativamente o en palabras. Podría agregarse que la educación estética conduce a formas éticas superiores. No debe olvidarse que el arte es también una forma de conocimiento y de crítica.

Las asignaturas correspondientes no pueden considerarse como de relleno pues hacen parte de la formación integral del estudiante y lo preparan para entender el entorno en el cual se desarrollará su actividad profesional.

Se sugiere a la universidad una mayor atención a los problemas nacionales, otorgar en el currículo especial importancia a la Economía y fomentar las actividades artísticas en la programación extracurricular.

IX. EL LENGUAJE

- **Mal uso del lenguaje.**
- **Limitación para exponer, argumentar y discutir.**
- **Cuidar el buen uso oral y escrito del idioma y promover la discusión dialéctica de las ideas.**



Es patente la preocupación manifestada en la encuesta antes mencionada por el mal uso del lenguaje, en buena medida causado por lo poco que se lee y la mala comprensión de lo leído.

No queda más remedio que exigir el buen uso oral y escrito del idioma en los diferentes cursos y prácticas, a la vez que continuar proporcionando ayudas académicas como las que se ofrecen en la actualidad. De otra parte, como no existe ninguna razón para aceptar la escritura mediocre en los medios digitales, los profesores tendrían que ser inflexibles al respecto.

Es del caso reiterar la importancia de acostumbrar a los estudiantes, en cursos, seminarios y talleres, a entregar informes escritos, hacer presentaciones orales y obtener resultados mediante el diálogo y la discusión en los seminarios o equipos de trabajo.

**X. ÉTICA MUNDIAL
Y ÉTICA INTERGENERACIONAL**

- La Declaración de una Ética Mundial (Hans Küng, 1993)
- Posible y necesario acuerdo de creyentes y no creyentes sobre principios fundamentales
- La ética, asunto transversal en todas las asignaturas
- La tragedia del conjunto Space
- Ejemplo de directivos y profesores
- La cuestión social
- El cuidado del planeta como expresión de una ética intergeneracional
- Pero el cambio climático ya está aquí
- ¿Cuántos planetas Tierra requiere nuestra actual huella ecológica?



Hans Küng

Hans Küng redacta en 1993 una declaración que es suscrita por representantes de las religiones del mundo.

Parece razonable encontrar principios básicos que sean aceptables para los diversos credos, para los agnósticos y para los ateos. De otra forma ¿cómo aspirar a una convivencia mundial?

Recuerden que en la bibliografía suministré información sobre un libro de Küng.

Para el caso de la ingeniería, el estudio y análisis de casos delicados del pasado, con ejemplos concretos, permite ver la ética en acción; así mismo, el estudio de problemas y proyectos pone de presente en la práctica aspectos relacionados con la ética profesional.

Es imperativa e inaplazable una reflexión a fondo de las universidades sobre la ética y responsabilidad del ingeniero, ahora que en Colombia la profesión enfrenta graves problemas como el llamado carrusel de la contratación en Bogotá y la tragedia del conjunto Space en Medellín. En opinión de quien les habla, esta última situación no obedece a carencias técnicas de nuestros profesionales, quienes en general se encuentran muy

al día en los métodos de diseño y cálculo estructural, sino a una cuestión de ética y responsabilidad profesional.

En el pasado mes de agosto, la Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos publicó un comunicado sobre lo que ha venido ocurriendo en Medellín, no sólo en el conjunto Space, sino en otros edificios de la misma compañía constructora (ver <http://valenciad.com/Index/SAIComunicSpace.pdf>). Allí se señala las deficiencias que se observaron en los cálculos estructurales, así como la falta de un control adecuado, por parte de la Curaduría Urbana, antes de otorgar la respectiva licencia de construcción.

Para llegar a ese pronunciamiento, el presidente de la entidad, ingeniero Diego Zapata Gómez explicó: “La primera actividad a desarrollar fue recolectar la información existente y paulatinamente ir considerando los análisis que diversos entes o profesionales, con conocimiento y autoridad en el tema, irían presentando. Para tal efecto se conformó, para el estudio de la información recolectada, una Comisión de Estructuras, compuesta por destacados ingenieros estructurales de la ciudad”.

Termina el comunicado de la SAI con las siguientes palabras: “Cree la SAI que lo ocurrido, si bien puede deberse a la actuación particular de algunos integrantes de la comunidad ingenieril, no se puede generalizar el hecho afirmando que se está haciendo una mala práctica de la ingeniería; porque es claro que existen una gran cantidad de ejemplos de diseños y construcciones exitosas que hablan bien de la ingeniería y la arquitectura antioqueña”.

Conviene tener presente que el ejemplo de directivos y profesores de un claustro académico es una de las mejores maneras para inculcar principios éticos. De ahí la importancia del trato de directivos a estudiantes y empleados, al igual que el comportamiento de los profesores, tanto académica como profesionalmente.

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.

De otra parte, pensamos sobre el planeta que dejaremos a la siguiente generación, cuando el futuro ya está aquí debido al cambio climático.

La huella ecológica es un concepto que mide el efecto de nuestro consumo y estilo de vida sobre los recursos naturales, los gastos de energía y la generación de residuos que debe absorber el planeta.

De seguir las tendencias actuales, en 2030 se necesitarían dos planetas.

XI. LA INVESTIGACIÓN

- **Generar conocimiento propio.**
- **Adaptar conocimiento existente a nuestra realidad social, tecnológica y cultural.**
- **La investigación, eje de la vida académica de la universidad.**



En épocas anteriores, la investigación estaba relegada a esfuerzos más que todo individuales, pero en décadas recientes se reconoce que los nuevos aportes al conocimiento son el resultado de una acción colectiva. Por esa razón aparecen los grupos de investigación asociados con diferentes áreas o líneas de investigación. Es notable que en el caso de la ingeniería antioqueña existan en el año 2013 un total de 150 grupos.

Esta nueva situación también se refleja en la existencia actual en Antioquia de 15 revistas relacionadas con la ingeniería.

Es tal la importancia que hoy se asigna a la investigación que las principales universidades del país consideran que la misma debe ser el eje de su vida académica. Pero se trata de una actividad que no debe realizarse con menoscabo de las otras dos funciones de la universidad, la docencia y la extensión, sino que por el contrario aquella debe contribuir a enriquecer a éstas. Por ello no es aceptable la existencia de profesores docentes y profesores investigadores pues el desiderátum es contar con profesores que realicen docencia y a la vez investiguen.

La ingeniería tiene hoy el deber de investigar a fondo la prevención y mitigación de riesgos naturales, sobre todo cuando se acepta la llegada del

cambio climático. Un experto colombiano calcula que por cada peso que se invierte en prevención de desastres, se ahorran siete en la atención de los mismos.

Es lamentable que Colombia dedique apenas 0,16 por ciento del PIB a investigación y desarrollo, aunque se espera alcanzar 0,5 por ciento en 2014. El interés de algunas universidades por fortalecer la relación Estado-Universidad-Empresa permite albergar optimismo sobre el futuro de la investigación y desarrollo en nuestro país, aunque ello no debe implicar el abandono de la investigación en ciencias sociales.

Es de interés recordar que mientras en los países desarrollados los empresarios financian el 70% de los avances científicos y el Estado el 30%, en los subdesarrollados ocurre todo lo contrario. Entre nosotros, la mayor parte de la investigación la lleva a cabo la universidad.

XII. EL TRABAJO INTERDISCIPLINARIO Y LA VISIÓN INTEGRADORA

- **Reconocer diferentes dimensiones de un problema o proyecto.**
- **Obtener soluciones que respondan a visión multidimensional, mediante análisis y síntesis.**



La visión integradora y el trabajo interdisciplinario constituyen una nueva y crucial dimensión de la educación universitaria, particularmente en ingeniería.

La visión reduccionista, aquella que se concentra exclusivamente en una tarea aislada de carácter técnico, destruye la solidaridad y la responsabilidad. Podría decirse entonces que el pensamiento sintético o complejo lleva consigo una misión ética.

Se requiere un trabajo interdisciplinario, en el cual el ingeniero puede tener una posición significativa en razón de ciertos atributos que le han sido tradicionales y otros que le exige la nueva situación.

Para ello es fundamental que la profesión establezca una diálogo respetuoso y 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.

Se requiere entonces un nuevo ingeniero que posea, amén de los atributos tradicionales (apego a la realidad, sentido cuantitativo, capacidad de modelar, puente entre la ciencia y la tecnología, potencial como innovador

y líder para la industria), unos adicionales: orientador de las aplicaciones tecnológicas, sentido de grandeza y de liderazgo, capacidad interdisciplinaria, percepción de las relaciones entre lo técnico, administrativo, político, económico, ambiental, jurídico... En pocas palabras, un profesional de la síntesis y de la integración.

Se habla mucho de la importancia del trabajo interdisciplinario pero se practica poco. La mejor manera de llegar a la propuesta visión integradora es mediante la facilitación del encuentro entre estudiantes de diferentes disciplinas y profesiones alrededor del estudio concreto de un determinado proyecto o problema.

XIII. CUATRO PARADIGMAS EN LA HISTORIA DE LA INGENIERÍA

- **Maestro constructor.** Ensayo y error, ausencia de planos y especificaciones.
- **La ingeniería como arte.** Especialización del oficio, planos, especificaciones.
- **La Ingeniería basada en la ciencia.** Apoyo riguroso en ciencias exactas y naturales.
- **El maestro integrador.** Visión holística, soluciones integrales.



El desarrollo de la ingeniería en el mundo occidental se puede sintetizar en tres grandes paradigmas, generalmente lineales o sucesivos, y a veces imbricados. Son ellos, como señala la diapositiva: el Maestro Constructor, la Ingeniería como arte y la Ingeniería basada en la ciencia.


Como figura cimera del primer paradigma podríamos citar a Filippo Brunelleschi, diseñador y constructor de la imponente cúpula de la basílica de Santa María de la Flor, en Florencia. En este paradigma, el ingeniero y el arquitecto se confundían en una sola persona que trabajaba en el sitio de la obra.

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 mediados del siglo XX.

El tercer paradigma aparece después de la Segunda Guerra Mundial, en tanto que el cuarto, que llamamos con el nombre de Maestro Integrador, apenas empieza a desplegarse en algunas de nuestras universidades. El cabal desarrollo de este cuarto paradigma constituye todo un programa para las facultades de ingeniería en los tiempos que corren.

XIVa. LA CAPACIDAD DE APRENDER

- Estudiante que descubre cosas por sí mismo, impulsado o guiado por el profesor o por sus compañeros
- Trabajo en equipo
- Comunicar, presentar y discutir
- Adquisición colectiva de conocimiento
- Autonomía y crítica
- Tecnologías digitales




Pedro Nel Gómez

Si el énfasis de la docencia se desplaza del profesor al estudiante, si éste se acostumbra a pensar y criticar por cuenta propia, a avanzar con sus compañeros en la adquisición colectiva de conocimiento, a aprovechar internet para trabajar a su ritmo de modo que pueda complementar el trabajo en el aula o en el laboratorio, etc. será posible, en forma paulatina, que el estudiante adquiera la capacidad de aprender a aprender por sí mismo.

Repetimos que el profesor no debe gastar tanto tiempo en proporcionar información básica que seguramente está mejor en textos y en la red. Es aconsejable que dedique su labor a proporcionar las grandes síntesis de del programa previsto, ocuparse de los temas difíciles o complejos, calibrar la comprensión y el progreso de sus estudiantes y, sobre todo, que éstos se acostumbren a la discusión argumentada.

XIVb. LA CAPACIDAD DE APRENDER

- Rodolfo Llinás habla sobre los profesores
- El mismo científico se refiere a la importancia del contexto para aplicar el conocimiento a la realidad
- ¿Quién es Emma Castelnuovo?
Una profesora de matemáticas que:
 - * Centra en el alumno el protagonismo de su propio aprendizaje
 - * Defiende una didáctica de la matemática apegada a la realidad cotidiana
 - * Se comunica sin problema con grupos disímiles
 - * Defensora de las mujeres



Emma Castelnuovo

En una entrevista con la revista Semana, Llinás dice lo siguiente cuando se le pregunta que si tuviera que hacer un diagnóstico de los problemas de la educación en Colombia ¿cuáles serían sus conclusiones?

“Para mí el problema es de la metodología y de la estructura de los profesores. Los profesores quieren tener una posición no de guía, sino de maestros en donde solamente ellos mandan. Son ellos quienes les dicen a los niños qué tienen que aprender y si pasan o no pasan. Así es imposible. No son instructores, sino personas que quieren tener poder, poder de rajar y de expulsar de la escuela.”

Por supuesto no se le puede echar toda la culpa a los profesores. La sociedad toda tiene una grave responsabilidad cuando no aprecia debidamente la labor del profesor y cuando no le remunera con justicia por la decisiva labor que está llamado a cumplir.

Más adelante, Llinás dice: “¿Para qué sirven los triángulos? Por ejemplo, los mayas, los aztecas, los egipcios hicieron pirámides. Si las miramos encontramos que están preciosamente organizadas con respecto al universo. ¿Cómo hicieron para construir eso? Se requieren tres cosas: las líneas rectas, una piola y un peso. Nada más. Entonces para esas culturas

la geometría era una herramienta para hacer agricultura. Cuando uno entiende así, todo es muy diferente. La escuela enseña la ubicación de los ríos, pero jamás explica la importancia del agua. Somos un baúl repleto de contenidos, pero vacío de contexto. De ahí nuestra dificultad para aplicar el conocimiento en la realidad.”

Dice un exalcalde de Roma: “Soy alcalde de Roma porque he sido alumno de Emma Castelnuovo. Ella fue despojada de su primer trabajo por ser de origen judío a los 25 años, dio sus primeras clases con nombre falso, yendo de casa en casa, en la universidad hebrea clandestina, atendiendo a los alumnos expulsados. Con la vuelta de la democracia, fue reintegrada en su cátedra en el Liceo Tasso de Roma, en el que trabajó hasta su jubilación.”

“Con un simple cordel forma un rectángulo sujetándolo entre los dedos; cambia su forma y poco a poco lleva a sus oyentes a reflexionar sobre parábolas e hipérbolas, ideas sofisticadas que parten de esa realidad sencilla y cercana, ideas importantes y bellas.”

“Los ojos de quien la escucha no se despegan de sus manos, de su mirada, mientras ella habla. Y esto sucede con los alumnos de 12 años en sus clases, con un grupo de mineros en un curso de cultura general o con los miembros de una comisión ministerial para la reforma de la enseñanza.”

“Asimismo, pocas mujeres he conocido que hayan defendido la igualdad, el trabajo y la dignidad de las mujeres con más convicción que ella.”

XVa. CONSULTORIOS DE INGENIERÍA

- **Creación de consultorios técnicos de ingeniería para servir a población menos favorecida.**
- **Estudiantes sin remuneración, supervisados por profesores.**
- **Complementar formación académica y desarrollar conciencia social.**
- **Tarea de extensión o tarea académica. Entrar en contacto con problemas del medio.**



Es muy recomendable que algunas tareas académicas, como los trabajos de grado, se orienten a brindar apoyo o acompañamiento a comunidades menos favorecidas, con frecuencia necesitadas de soluciones que puede proporcionar la ingeniería.

Los consultorios universitarios pueden verse como una típica tarea de extensión universitaria, que permitiría a estudiantes, supervisados por profesores, entrar en contacto con problemas del medio circundante y contribuir a atender necesidades de personas y comunidades.

La asesoría y apoyo técnico a la solución de problemas o a la elaboración de proyectos, por lo general sin mayor envergadura, podría permitir a los estudiantes complementar su formación académica y desarrollar en ellos una mayor sensibilidad y conciencia social.

XVb. SERVICIO SOCIAL

- **Establecer servicio social obligatorio para los egresados de Ingeniería.**
- **Familiarizar al nuevo profesional con los problemas urbanos y rurales del país.**



Así como entre nosotros existe el año rural para los egresados de las carreras de Medicina y Odontología, cabe preguntarse por la conveniencia de establecer un servicio social, de uno o dos semestres de duración, obligatorio para los egresados de los estudios de Ingeniería y de otras carreras.

Sería oportunidad para familiarizar al nuevo profesional con agudos problemas urbanos y rurales del país, para que contribuya con su aporte a la solución de algunos de ellos y para que retribuya en algo a quienes no han tenido la oportunidad de educarse.

Ante el enorme desequilibrio que en el departamento de Antioquia se presenta entre el Medellín metropolitano y las subregiones de Antioquia, la presencia de dichos egresados en el ámbito rural permitiría a las administraciones municipales contar con la participación y orientación de personal capacitado para el desarrollo de la infraestructura, los servicios públicos domiciliarios y la educación, así como para la preparación de proyectos, entre otras actividades.

XVc. EL EXAMEN DE ESTADO

- **Discutir la conveniencia del Examen de Estado como requisito para la habilitación profesional.**
- **Actualmente en Colombia, examen Saber Pro.**
- **Certificar calidad de las universidades e idoneidad de los egresados.**



Se trata de una antigua propuesta que recobra vigencia ante la proliferación de programas de ingeniería y la discutible calidad de algunos de ellos. En Colombia existen 880 programas de ingeniería con 110 denominaciones, algunas con nombres tan exóticos que están haciendo perder identidad a nuestra profesión.

Entre nosotros se cuenta con unas pruebas conocidas con el nombre Saber Pro, optativas y sin consecuencias académicas o profesionales para los estudiantes.

El Examen de Estado exigiría la creación de una prueba específica posterior al grado, realizada por una entidad del Estado o delegataria de éste.

La prueba es importante ante la aparición y bien posible futuro crecimiento de la educación virtual. Como algunos empleadores pueden tener reservas sobre la calidad de los profesionales egresados del ambiente digital, tal vez por razones tradicionales, el Examen de Estado despejaría las dudas al respecto.