

“No vengán a ayudar. Vengán a escuchar, vengán a aprender. Entonces si se dan cuenta que nuestra *causa* es también la suya nos podremos sentar a dialogar y a ver como podemos colaborar.”

Gustavo Esteva, activista comunitario en Chiapas, México, dirigiéndose a mis estudiantes de ingeniería humanitaria.

# Introducción

- Ingeniero mecánico y aeronautico
- Investigador de ingenieros
- Profesor de ingenieros
- “Para que es la ingeniería?”
- Ingeniería Humanitaria en Escuela de Minas de Colorado
  - Culturas de Ingeniería
  - Ingeniería y Desarrollo Comunitario Sostenible
  - Ingeniería y Justicial

# Plan de trabajo

1. Dimensiones históricas e ideológicas del desarrollo comunitario sostenible.
2. Influencia del currículo en los proyectos para comunidades vulnerables
3. Desarrollo comunitario sostenible
4. Estudios de caso

# Objetivo 1

- Localizar proyectos de ingeniería para comunidades vulnerables en su momento histórico y contexto ideológico y entender implicaciones de esta posición en como los ingenieros ven e interactúan con las comunidades a las que quieren servir.

# Ingenieros e Imperios (siglos XVIII –XIX)

- Transformar la naturaleza en formas y estructuras predecibles y controlables para asegurar la extracción de recursos naturales y la superioridad sobre los sujetos colonizados.

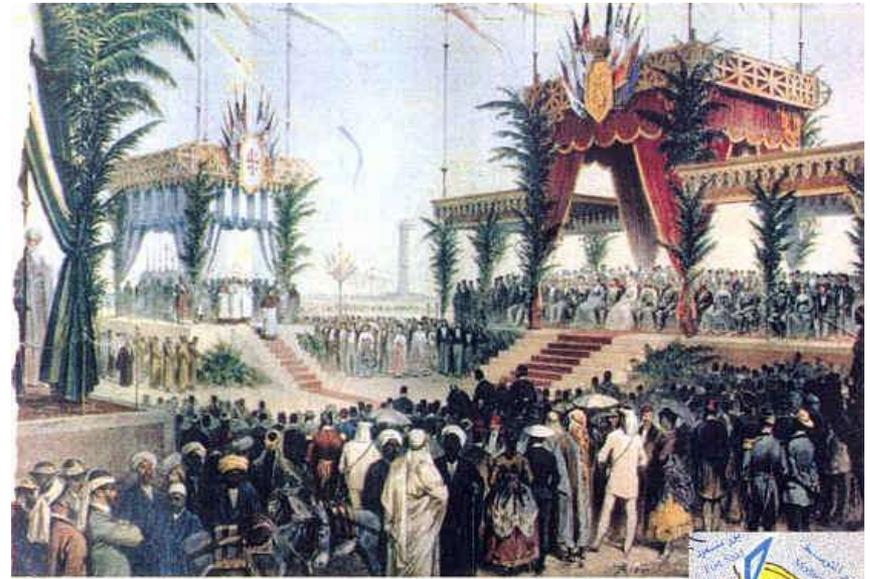


- Ejemplos
  - Real Seminario de Minas (México)
  - Academia Militar Rio (Brasil)
  - Canal del Suez (Egipto)



# Ingenieros e Imperios (siglos XVIII –XIX)

- Comunidades como fuentes de mano de obra, como sujetos para ser convertidos a la religión del imperio y como fuentes de ingresos fiscales.



Port Said 17. 11. 1869

Opening of the Suez Canal

# Ingenieros y países independientes

- Trazar mapas de nuevos territorios y recursos naturales; construir infraestructura nacional para conectar poblaciones y mercados dispersos en un proyecto nacional
- Ejemplos
  - West Point, US Army Corp of Engineers (1802)
  - Ingenieros Mexicanos después de la Independencia (1821) y durante Porfiriato
  - Ingenieros colombianos (Cisneros, Medellin, Bogotá)
  - Ingenieros Brazileros durante República (1889)



# Ingenieros y países independientes

- Comunidades como parte del proyecto nacional, organizados dentro de un esquema de *orden* para asegurar el *progreso*



## **Presidente Truman inaugura la era del desarrollo internacional (1947)**

“debemos lanzarnos a un nuevo y audaz programa que permita poner nuestros avances científicos y nuestros progresos industriales a disposición de las regiones insuficientemente desarrolladas para su mejoramiento y crecimiento económico.

Mas de la mitad de la población mundial vive en condiciones cercanas a la miseria. Su alimentación es inadecuada. Son victimas de enfermedades. Su vida económica es primitiva y está estancada. Su pobreza es un lastre y una amenaza tanto para ellos como para las regiones más prosperas...

Los Estados Unidos se destacan entre los países del mundo entero por el desarrollo de sus técnicas industriales y científicas. Los recursos materiales que podemos utilizar para ayudar a otros pueblos son limitados. Pero nuestros incomensurables recursos en materia de conocimientos técnicos se encuentran en constante crecimiento y son inagotables.

Opino que deberíamos poner a disposición de los pueblos amantes de la paz los beneficios de nuestro acervo de conocimientos técnicos para ayudarles a alcanzar aspiraciones a una vida mejor.”

# Ingenieros y desarrollo internacional

- Modernizar el “Tercer Mundo” a través de la ciencia y la tecnología; llevar las sociedades tradicionales desde una etapa de retraso a una etapa de alto consumo a través de proyectos de desarrollo.



President Kennedy in Colombia launching development program, Dec 1961

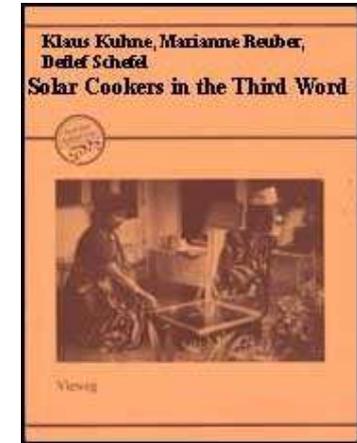
- Ejemplos
  - Alianza Para el progreso
  - La Revolución Verde
  - Cuerpos de Paz





# Ingenieros resisten el desarrollo internacional (1970s)

- Tecnología Apropiada
  - VITA (1959)
  - GATE (1978)
  - Paolo Lugari y Gaviotas (1971)
- Fred Cuny:
  - Ingeniero humanitario
  - De víctimas a participantes
- Ingenieros involucrados en desarrollo se enfocan en satisfacer las “necesidades básicas” de las comunidades (vivienda, alimentación, agua) con el fin de incorporarlas en la economía.



Frederick Cuny in Somalia, 1992

Photograph © Judy Walgren / Dallas Morning News / Interco

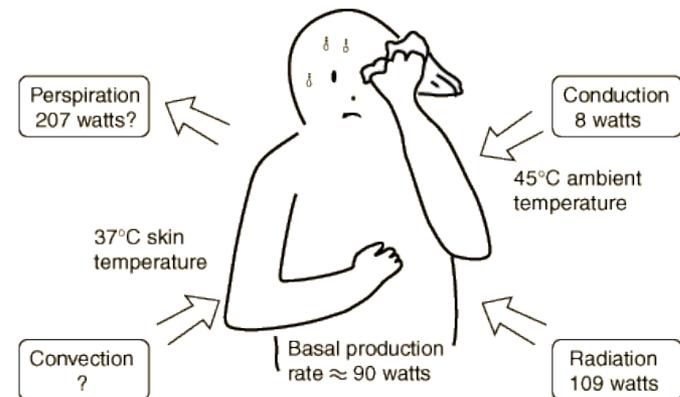
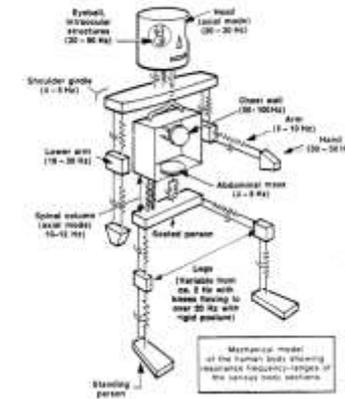
# Escribir para aprender (individual)

- Qué problemas puede traer el los ingenieros se enfoquen en satisfacer las “necesidades básicas” de las comunidades (vivienda, alimentación, agua) con el fin de incorporarlas en la economía?

# Ingenieros resisten el desarrollo internacional (1970s)

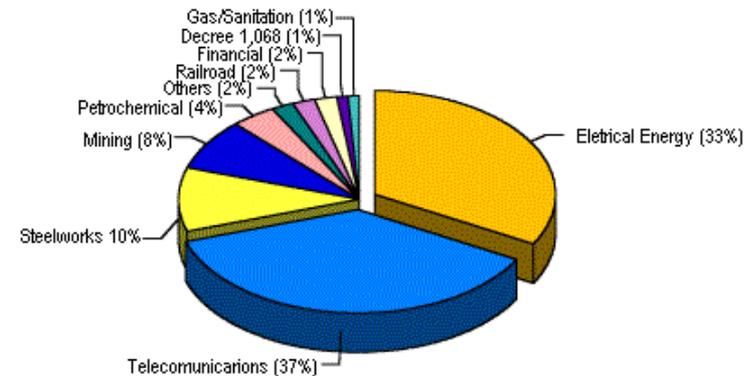
- Comunidades vistas en términos de lo que les hace falta (deficiencias en términos definidos por expertos del desarrollo)
- Seres humanos en términos de parámetros de necesidades básicas
  - temperatura mínima del cuerpo
  - máximo número de días sin agua o sin comida
  - Transferencia de calor del cuerpo

Human body resonance frequencies



# Ingenieros y la “decada perdida del desarrollo” (1980s)

- Neoliberalismo
- Competitividad económica
- Fin de la Guerra Fría
- Desarrollo = ajuste estructural
  - Mercados libres
  - Aumento de impuestos
  - Disminución de servicios publicos
  - Privatización de funciones estatales



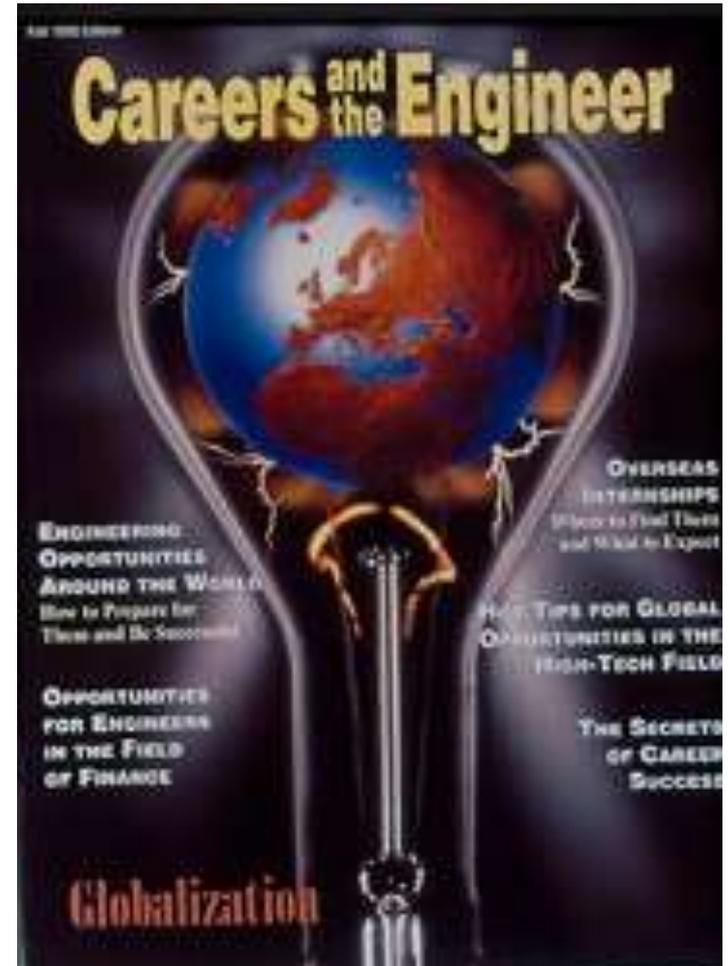
## Comunidades

- Todavía vistas como deficientes, comunidades pierden aun más poder y aumenta aun más su pobreza al encontrarse con los retos del libre mercado y la pérdida de los programas de protección social.



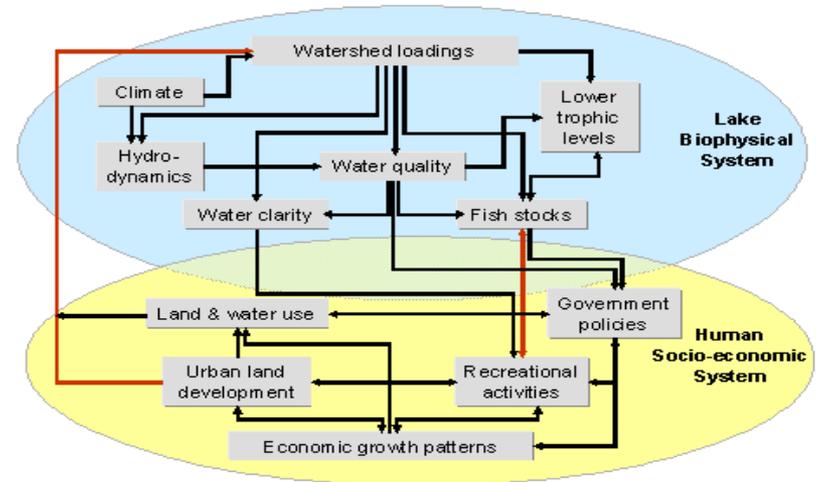
# Ingenieros, globalización y el desarrollo sostenible (1990s)

- Mayoría de ingenieros todavía dedicados a incrementar competitividad económica
- Comienza cuestionamiento de la educación del ingeniero
- Programas de educación en el exterior aumentan



# Ingenieros y el desarrollo sostenible (1990s)

- Mayoría dedicados a la competitividad global pero algunos comienzan a interesarse en el desarrollo sostenible y a modelarlo en términos de sistemas.
- Comunidades todavía vistas en términos de deficiencias.



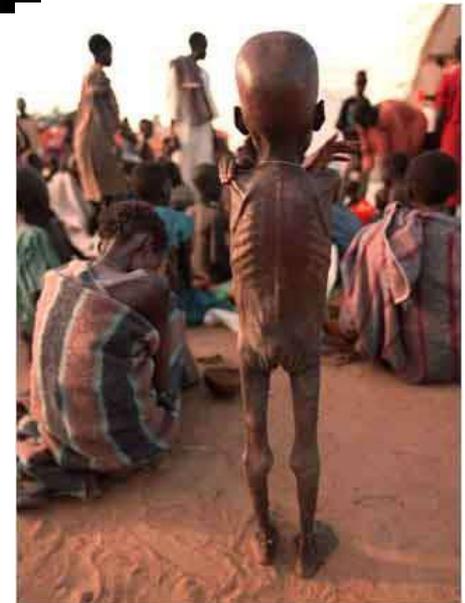
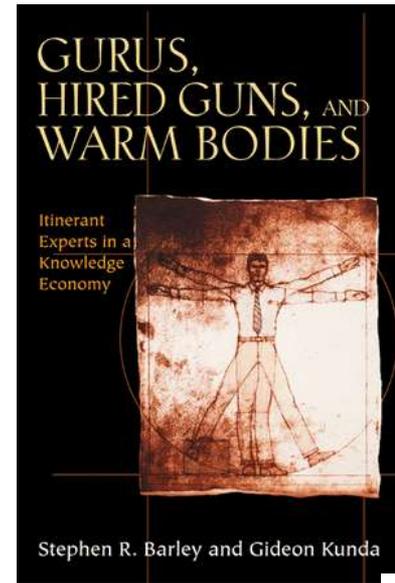
# Ingeniería y el "fin de la pobreza" (2000s)

- UN Millenium Development Goals:
- Institucionalización de ISF, EWB, ESW, EWH, etc. = "Ingeniería para ayudar"
- Voluntarismo incrementa en las escuelas de ingeniería. Comienza a ser aceptado en programas de ingeniería ya que cumple con criterios de acreditación ABET



# Ingeniería y el "fin de la pobreza" (2000s)

- **Convergencia de factores**
  - Fin de la lealtad a largo plazo entre ingenieros-compañías.
  - Desencanto con condiciones laborales en corporaciones
  - Medios de comunicación social promueven campañas de solidaridad, muestran crisis humanitarias, etc.



# Trabajo en grupos

- De toda esta historia, que influencias quedan en sus programas/proyectos de ingeniería para comunidades vulnerables?
- Esta es una historia que enfatiza a los ingenieros de USA. Que puntos claves le faltan a esta historia que puedan explicar ciertas características de los programas-proyectos de ingeniería para comunidades vulnerables en Colombia?
- Esta es una historia un poco determinista que muestra a los ingenieros respondiendo a circunstancias externas. Como habilitar a los ingenieros como agentes de cambio? Como contrarrestar la influencia de esta trayectoria históricas? Es posible extraer a los ingenieros de estas corrientes históricas y políticas?

# Trabajo en grupos

- Ir con su grupo y monitor a salón de clase asignado.
- Delegar rápidamente a un presentador del grupo.
- Reflexionar, dialogar y resumir respuestas a las preguntas en el entregable. Preparar poster.
- Monitor encargado de administrar el tiempo, mantener el orden.
- Evaluación del grupo depende de la calidad de la presentación.

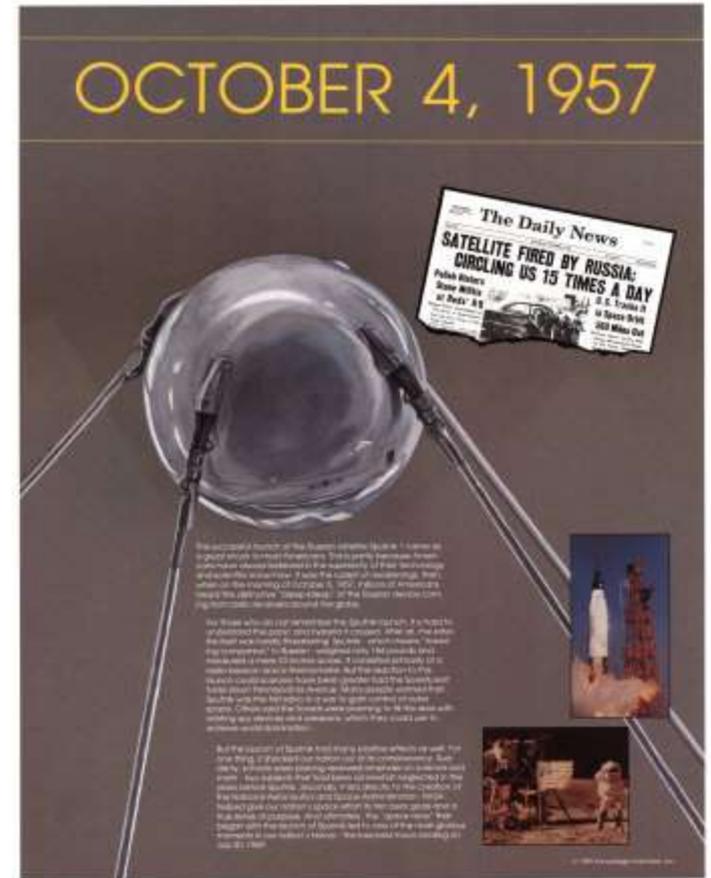
# Organización y contenido del currículo de ingeniería

# Objetivo 2

- Entender como la organización del currículo de ingeniería condiciona a los proyectos de ingeniería para comunidades vulnerables.

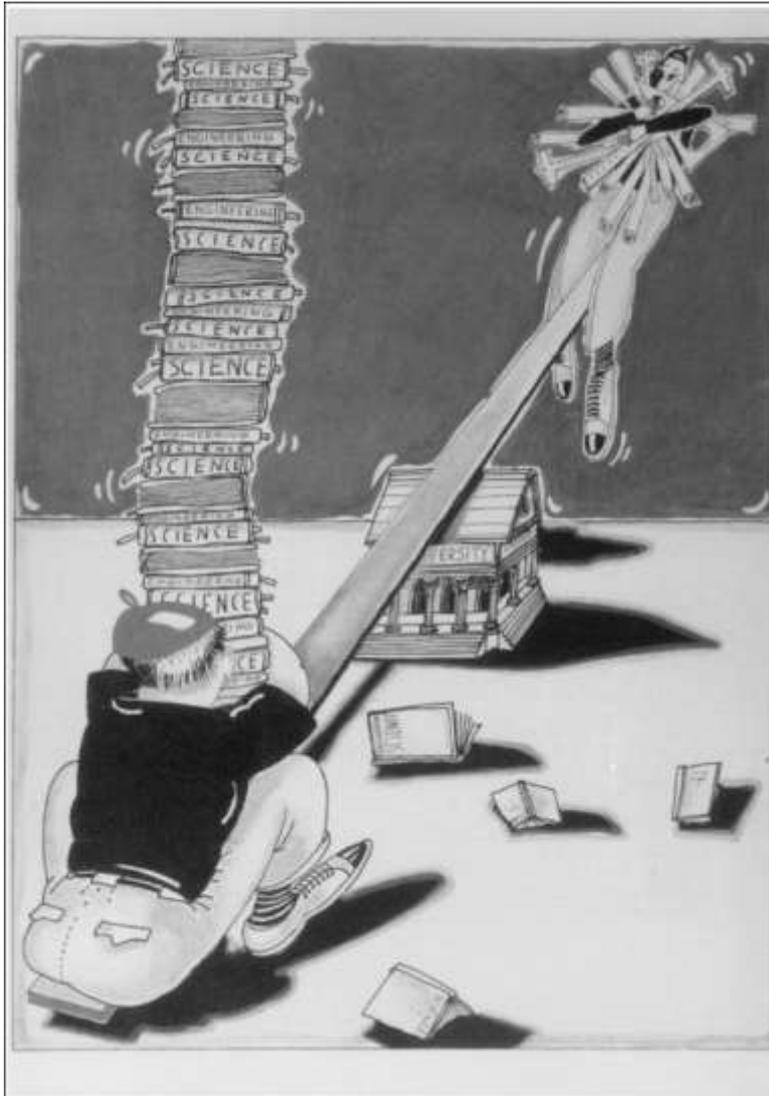
# Ciencias de la ingeniería

- Historia
  - Sputnik (1957)
- Categorías
  - Mecánica de sólidos
  - Mecánica de fluidos
  - Termodinámica
  - Transferencia de calor
  - Teoría de circuitos
  - Materiales
- % del currículo
  - 35% matem/básicas + 25% ciencias ingeniería = 60%
  - Diseño + humanidades + electivas = 40%



“Todos los cursos que pretendan reemplazar a las ciencias de la ingeniería deben ser cuidadosamente escrutados. El conocimiento más importante del estudiante de ingeniería está en las ciencias básicas y las ciencias de ingeniería”

Grinter Report late 1950s. Endorsed by Goals Report 1968



*Incoming faculty  
typically have little or no  
design experience.*

# Trabajo en pareja (10 min)

- Cuantos cursos de **matemáticas** son requeridos en su carrera de ingeniería?
- Cuantos cursos de **ciencias básicas** son requeridos?
- Cuantos cursos de **ciencias de la ingeniería**?
- Cuantos cursos en **humanidades/ciencias sociales**?
- Cuantos cursos en **diseño**?
- Cuantos en **prácticas industriales**?
- Cuantos en cursos sobre **comunidades vulnerables**?
- Aproxime que % del total de créditos de su carrera están asignados a cada una de estas categorías?

# Método de solución de problemas en ingeniería

1. **Enunciado:** Presentación de problema a los estudiantes
2. **Encontrar:** Requerimiento de encontrar una solución numérica
3. **Diagramas:** Abstracción o modelo del problema
4. **Ciencia:** Identificación de los principios científicos apropiados al caso
5. **Presuntos para simplificar el problema**
6. **Matemáticas:** Uso de herramientas del cálculo, trigonometría, ecuaciones diferenciales
7. **Solución:** Se premia o castiga al estudiante por UNA solución

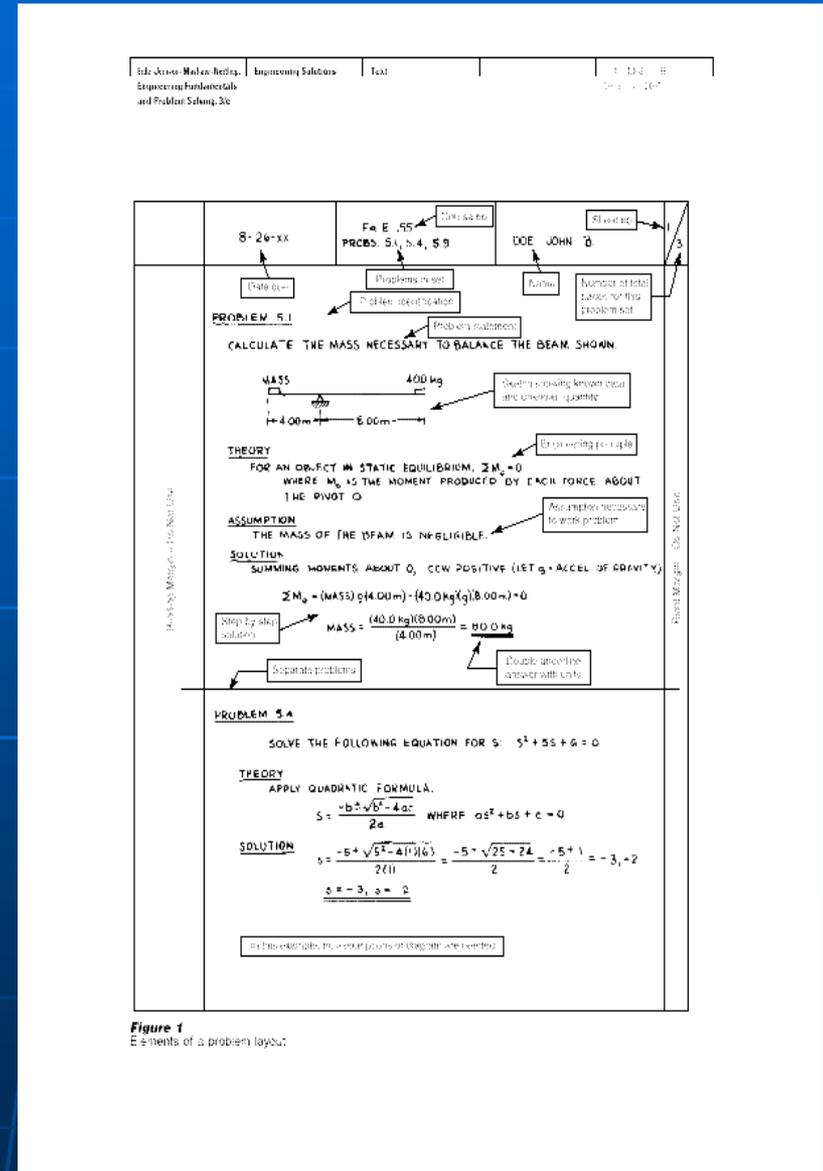
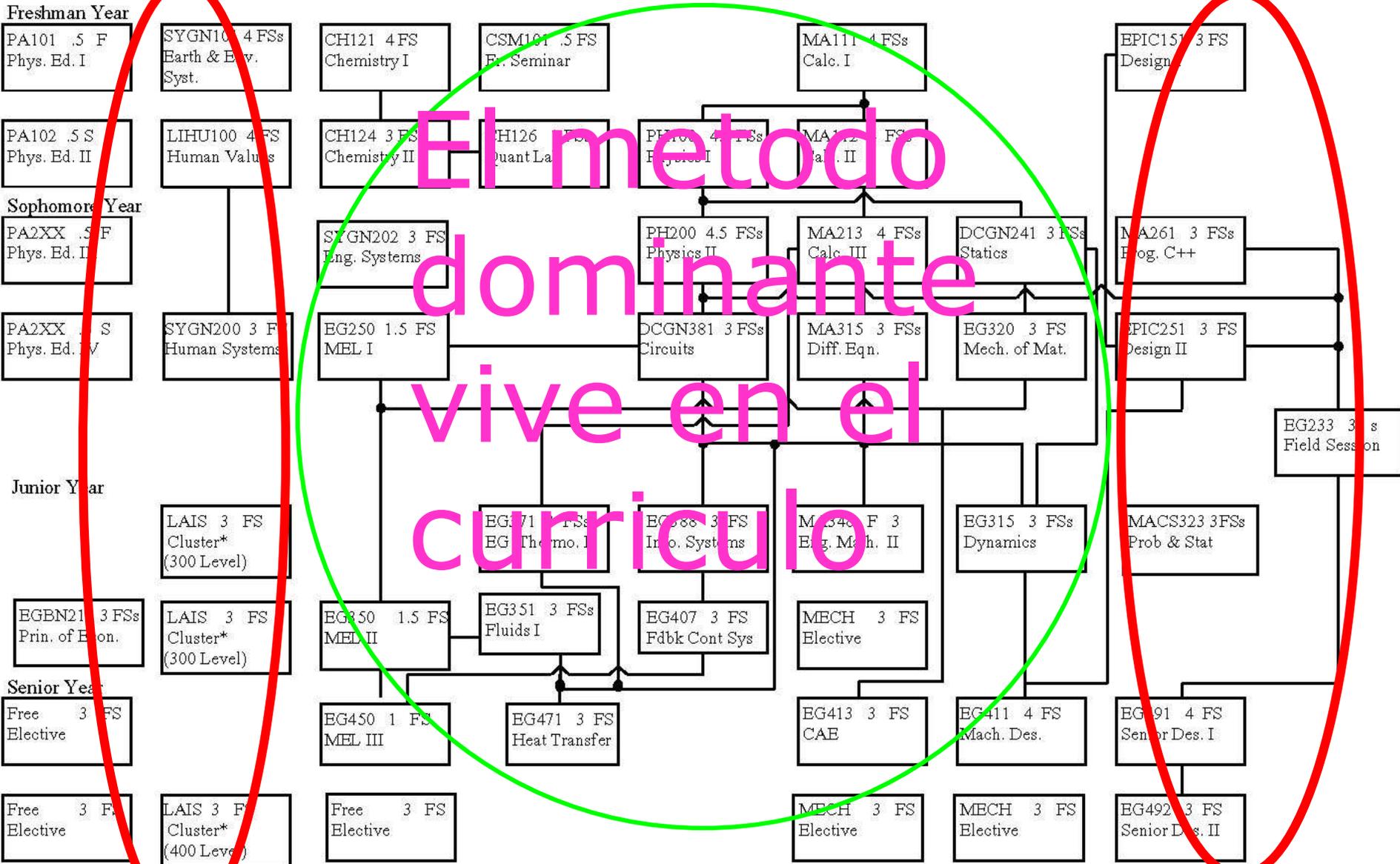


Figure 1  
Elements of a problem layout.

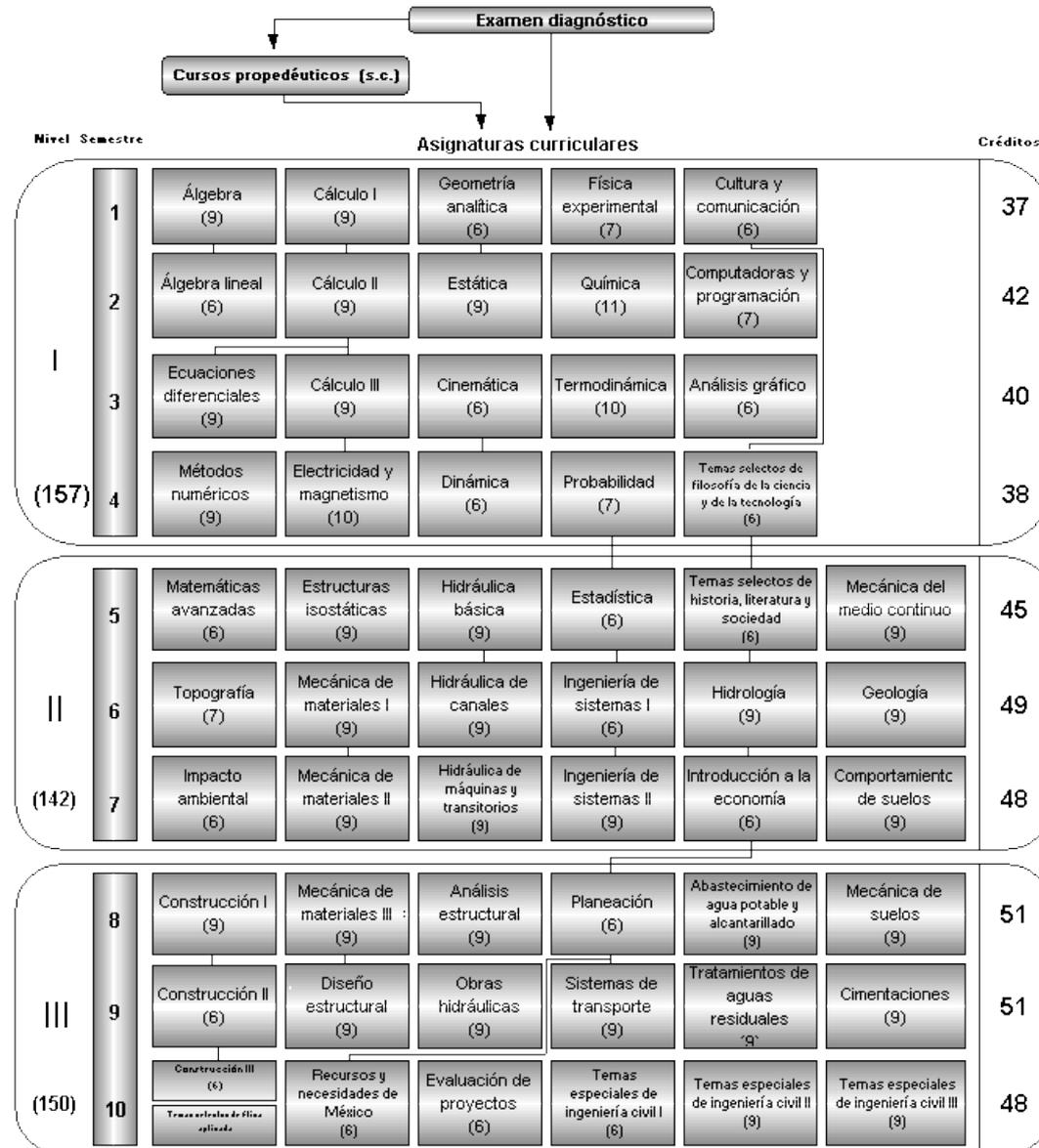
# Division of Engineering

## Mechanical Specialty ~ Advising Flowchart ~ 2002-2003

(See back for legend and list of Mechanical Electives)



**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE**  
**INGENIERO CIVIL**



**Total de créditos 449**

# Consideraciones

- Los problemas presentados a los estudiantes son definidos por otras personas lejanas al contexto del estudiante.
- Modelo visual desconecta el problema aún más de un contexto social
- La ciencias físicas y las matemáticas son las únicas herraminetas para analizar el problema
- El requisito de encontrar una solución nos lleva a pensar que en la vida los problemas tienen sólo una solución.



# El método de solución de problemas en sus vidas (Individual)

- Calcule cuantos problemas de estos solucionará Ud. durante su carrera de ingeniería:
  - Estime cuantos problemas por semana por clase
  - Multiplique X # semanas por semestre
  - Multiplique X # clases por semestre
  - Multiplique X # de semestres

# Resultados de mis estudiantes

- Civil: 1400 – 2130
- Ambiental: 2100
- Eléctrica: 2000
- Mecánica: 3290
- Ing Física: 3000- 5000
- Química: 1100 – 2250
- Petróleos: 1700 – 2300
- Computadoras: 1500

Richard Felder, Hoetch Celenese Professor of Engineering,  
y líder en reformas educativas

“Durante toda mi educación como ingeniero, nunca nadie mencionó lo siguiente: algunos problemas NO tienen soluciones únicas. Algunos problemas NO tienen solución alguna. Los problemas en la vida, a diferencia de los problemas en la universidad, no vienen empacados con la información y herramientas exactas para resolverlos—algunos vienen más que definidos y otros vienen sin definir. Los problemas en la vida, a diferencia de los problemas en la universidad, son abiertos no cerrados...

...La educación del ingeniero no ha cambiado mucho desde que yo era estudiante. Todavía requerimos de nuestros estudiantes, pensamiento convergente. La base de nuestra enseñanza es el método de solución de problemas, preciso, definido, cerrado, y solo con una, y solamente una, solución posible. Nos molesta cuando los estudiantes generan respuestas diferentes a las que tenemos en mente...nos confunde en la corrección. Cuando nuestros estudiantes salen con ideas geniales, nuestro impulso es demostrarles que están equivocados, ellos y sus ideas.”

# Impacto del método en la actitud de estudiantes hacia el diseño

- Después de años y cientos de problemas, estudiantes devalúan el diseño.
- El conocimiento vale si...
  - Hay exámenes y tareas constantes
  - La calificación tiene repercusión en el promedio
  - Hay una teoría científica detrás
  - El profesor viene de un departamento con visibilidad, poder, recursos



# **Implicaciones del método en la capacidad de los estudiantes de entender y apreciar diferentes perspectivas**

- El método divide la gente entre los que están en lo correcto y los que no.
- El método enseña a devaluar formas de conocimiento diferentes a las ciencias de ingeniería.
- El método limita la capacidad de poner problemas en contexto social.

# Ejercicio en parejas

**Lo que se espera de que los estudiantes hagan durante el curso de diseño**

**Que deberíamos esperar de los estudiantes de este curso que van a trabajar en proyectos con comunidades vulnerables?**

Desarrollar la creatividad

Resolver problemas abiertos

Desarrollar y usar metodología de diseño

formular problemas de diseño con especificaciones precisas

Considerar soluciones alternativas

Tener en cuenta consideraciones de costo, peso, tiempo, manufacturabilidad, y cuestiones legales y de seguridad

Proveer una descripción detallada del sistema

# Ejercicio en parejas

**Lo que se espera de que los estudiantes hagan durante el curso de diseño**

**Que deberíamos esperar de los estudiantes de este curso que van a trabajar en proyectos con comunidades vulnerables?**

Desarrollar la creatividad

Desarrollar empatía y aprender sobre las capacidades de las comunidades

Resolver problemas abiertos

Definir problemas con las comunidades escuchando las perspectivas múltiples que se encuentran dentro de estas

Desarrollar y usar metodología de diseño

Desarrollar y usar métodos de participación colectiva para establecer parámetros de diseño

formular problemas de diseño con especificaciones precisas

Crear las circunstancias para permitir que las comunidades articulen sus propios problemas, necesidades, y deseos y derivar de estos especificaciones

Considerar soluciones alternativas

Considerar primero soluciones generadas por la comunidad y luego generar soluciones alternativas en conjunto si es necesario

Tener en cuenta consideraciones de costo, peso, tiempo, manufacturabilidad, y cuestiones legales y de seguridad

Permitir que la comunidad decida cuáles son las consideraciones más importantes y tratar de incluirlas en el diseño

Proveer una descripción detallada del sistema

Proveer una descripción detallada del contexto socio-técnico donde el proyecto será implementado

# Restricciones a considerar en los proyectos de diseño

Profesores	Industriales	Y las comunidades?
Economía (tiempo, costo)	Códigos y estándares de ingeniería, 80%;	
Peso y tamaño	Manufacturabilidad, 63.3%;	
Seguridad	Consideraciones éticas, 60%;	
Duración	Seguridad, 56.7%;	
Impacto social •Solo 5% de nota final	Sostenibilidad, 50%	

## Espectativas del comportamiento de los estudiantes

Llegar a tiempo y estar presente en todas las clases y reuniones con el grupo de diseño

Respetar a sus colegas y profesores

Llevar un cuaderno bien documentado

Entregar periódicamente reportes de progreso escritos profesionalmente

Hacer presentaciones orales preparadas profesionalmente

Participar en todas las funciones relacionadas con el grupo

Llevar acabo una entrevista individual con el líder del grupo

Documentar todas las interacciones con el cliente

Demonstrar esfuerzo en todas las tareas y actividades del grupo

Trabajar en equipo para lograr el producto final el cual es una propuesta de proyecto efectivamente comunicada

# Ejercicio en parejas

<b>Espectativas del comportamiento de los estudiantes</b>	<b>Espectativas del comportamiento de estudiantes en proyectos con comunidades vulnerables?</b>
Llegar a tiempo y estar presente en todas las clases y reuniones con el grupo de diseño	
Respetar a sus colegas y profesores	
Llevar un cuaderno bien documentado	
Entregar periódicamente reportes de progreso escritos profesionalmente	
Hacer presentaciones orales preparadas profesionalmente	
Participar en todas las funciones relacionadas con el grupo	
Llevar acabo una entrevista individual con el líder del grupo	
Documentar todas las interacciones con el cliente	
Demonstrar esfuerzo en todas las tareas y actividades del grupo	
Trabajar en equipo para lograr el producto final el cual es una propuesta de proyecto efectivamente comunicada	

<b>Espectativas del comportamiento de los estudiantes</b>	<b>Espectativas del comportamiento de estudiantes en proyectos con comunidades vulnerables?</b>
Llegar a tiempo y estar presente en todas las clases y reuniones con el grupo de diseño	Nociones de tiempo en comunidades?
Respetar a sus colegas y profesores	Respeto por comunidades?
Llevar un cuaderno bien documentado	
Entregar periódicamente reportes de progreso escritos profesionalmente	Informes a las comunidades?
Hacer presentaciones orales preparadas profesionalmente	Escuchar a las comunidades?
Participar en todas las funciones relacionadas con el grupo	Y en las funciones de las comunidades?
Llevar acabo una entrevista individual con el líder del grupo	Entrevistas con miembros de las comunidades?
Documentar todas las interacciones con el cliente	Imposible en trabajo comunitario?
Demonstrar esfuerzo en todas las tareas y actividades del grupo	Esfuerzo en interactuar con las comunidades?
Trabajar en equipo para lograr el producto final el cual es una propuesta de proyecto efectivamente comunicada	Quien decide la calidad del producto final?

# Resumen

- Ciencias de ingeniería y método de solución de problemas dominan el currículo y predisponen a estudiantes.
- Cursos de diseño son un paso importante en la reforma de la educación del ingeniero pero han sido motivados por intereses de la industria
- Espectativas y restricciones en curso de diseño reflejan claramente un deseo de profesionalizar a los estudiantes en un contexto específico

# Trabajo en grupos

- Comparar resultado de preguntas en pares. Que categorías del currículo son mas dominantes? Cuales son marginales?
- Reflexionar sobre las implicaciones del método de solución de problemas en la capacidad de los estudiantes de entender y apreciar diferentes perspectivas y trabajar con comunidades vulnerables.
- Reflexionar sobre las expectativas que los profesores tienen de los estudiantes en las clases de diseño. Que influencias positivas y negativas tienen sobre la capacidad de los estudiantes de trabajar con comunidades vulnerables?
- Que debemos hacer con respecto al currículo? Que oportunidades tenemos? Que barreras encontraremos?

# Escribir para aprender

- Cuales han sido las 3 lecciones más importantes que Ud. ha aprendido hoy?
- Como cree que estas lecciones van a contribuir en su trabajo futuro como ingeniero en comunidades vulnerables?