

LA EDUCACIÓN DE LOS INGENIEROS ANTE LOS RETOS QUE ENFRENTA COLOMBIA

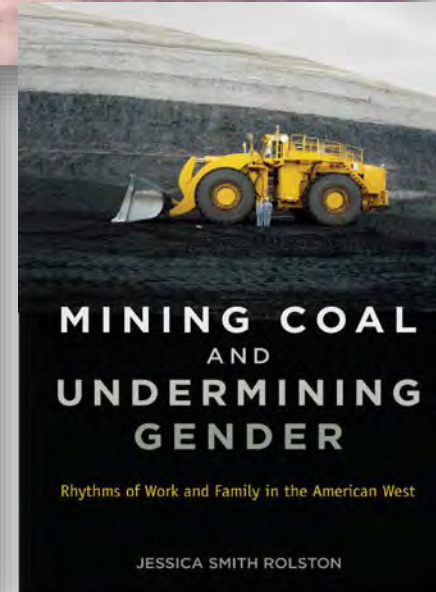
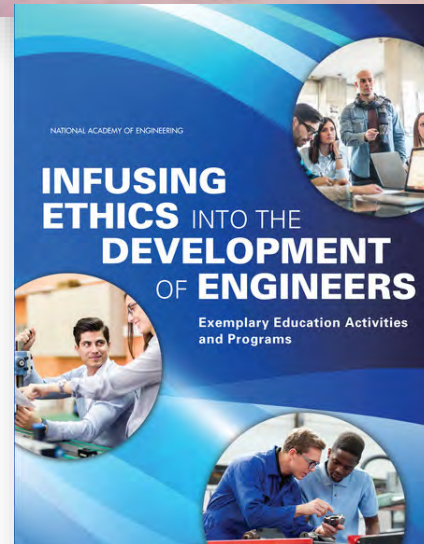
Dr Juan Lucena Division of Engineering, Design & Society

Dra Jessica Smith Colorado School of Mines



Dra Jessica Smith

- Antropóloga
- Del conflicto a la colaboración beneficiosa entre compañías y comunidades
- Investigadora y directora del proyecto de ingenieros y responsabilidad social
- Creadora del curso "Responsabilidad Social para Ingenieros", reconocido por US National Academy of Engineering



Escuela de Minas de Colorado

- Fundada en 1874, dedicada al uso responsable de los recursos naturales
- Ingenieros para las industrias extractivas; 6,000 estudiantes
- #1 en ingeniería en EEUU (USA Today)
- #1 en el mundo en ingeniería de minas, #3 en ingeniería de petróleos
- Primeros programas de Ingeniería Humanitaria y Responsabilidad Social para Ingenieros en EE.UU

Colorado School of Mines ranked number one engineering school in U.S.

By Hugh Johnson
The Denver Post



12 Comments

+1 14

Share 21K

Tweet

TOPICS

College Factual,
Colorado School of
Mines, Engineering,
STEM



The "M" overlooks the School of Mines campus (Provided By School of Mines)

It's a good year to be an Oredigger. Colorado School of Mines was recently ranked as the top engineering school in the country.

College Factual recently released a list of 281 engineering schools, and Golden's Colorado School of Mines earned the top spot, beating out notable institutions such as the Massachusetts Institute of Technology and the Georgia Institute of Technology. Also, the school announced that it just completed its most successful fundraising year with \$47.8 million in gifts and \$24.4 million in private non-governmental research funding.

Dos programas innovadores: Ingeniería Humanitaria y Liderazgo en Responsabilidad Social para Ingenieros

- Programas bandera de la División de Ingeniería, Diseño y Sociedad en la Escuela de Minas
- 50/50 ingeniería y ciencias sociales
- Enfoques claves
 - Justicia social
 - Ingenieros sirviendo a las comunidades
 - Industrias extractivas y comunidades

Nuestros programas utilizan a la ingeniería para la solución de grandes y complejos problemas

- Los impactos socio-ambientales de las industrias extractivas
- Desigualdad social en comunidades marginales



¿Como pueden Uds. enseñar a sus estudiantes a utilizar la ingeniería para afrontar los retos que tiene Colombia?

EL ESPECTADOR Domingo 27 De Agosto

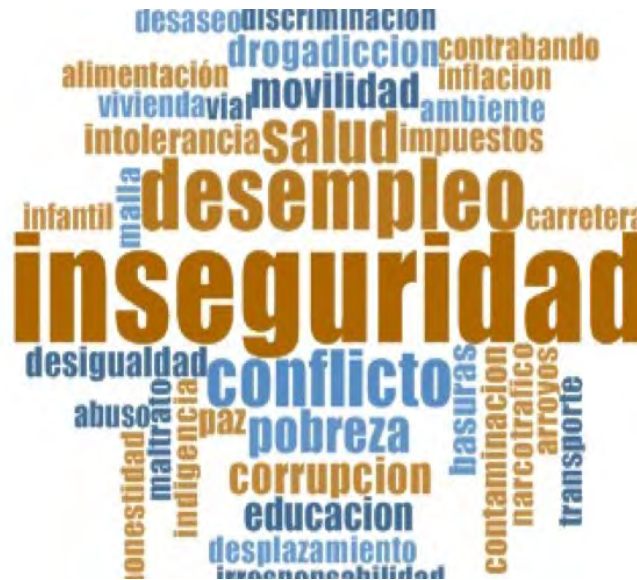
Noticias Opinión Economía Deportes Entretenimiento Vivir

OPINIÓN

DESDE \$22,200*
OPTIMA

29 Abr 2016 - 3:25 PM
Por: Hernando Gómez Buendía

El problema de Colombia



Dinero

ECONOMÍA EMPRESAS PAÍS INVERSIONISTAS INTERNACIONAL EMPRENDIMIENTO OPINIÓN EDICIÓN IMPRESA

IMÁGENES

ACCIONES	JL	BOGOTÁ	GRUPOARGOS	PPGRUPSI
REVOLUCIÓN 4.0	-0.73%	0.059%	0.554%	-0.1
APLICACIONES INTERESES	\$67,440.00	\$21,800.00		\$40,240.00

TENDENCIAS > NEGOCIOS INFLACIÓN TASAS DE INTERÉS TECNOLOGÍA CORRUPCIÓN BITCOIN PRE

PREPÁRESE PARA LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

12/13/2009 12:00:00 AM

Los tres mayores problemas del país

Empleo, administración de la salud y financiación de infraestructura son los principales económicos de Colombia: Alejandro Gaviria.

→ La verdadera solución de la mayoría de estos problemas requiere **colaboraciones honestas, justas, y perdurables entre ingenieros, comunidades afectadas, empresas privadas y gobiernos locales.** Además verlos como **problemas socio-técnicos.**

La minería artesanal

- 95.000 hectáreas afectadas por efectos de la extracción sin control
- Otras 100.000 hectáreas arrasadas o seriamente deterioradas, 40.000 hectáreas más que la extensión total de Bogotá
- Guerrilla, Bacrim, carteles, pobreza
- 1 ton de mena = 1-4 gramos de oro = un anillo de compromiso



Fotografía captada con un dron de EL TIEMPO que muestra el daño en Cuturú, Cauca. EL TIEMPO



Foto: Carlos Ortega - EL TIEMPO

Bandas criminales, Farc y el Eln se dividen el negocio de la minería criminal en Chocó.

Nuevos desiertos avanzan detrás de la fiebre del oro. Por: JHON TORRES MARTÍNEZ. 17 de diciembre de 2015.

<http://www.eltiempo.com/multimedia/especiales/mineria-ilegal-en-colombia-nuevos-desiertos-avanzan-detras-de-la-fiebre-del-oro/16460299>

Los grandes retos que enfrenta Colombia convergen en la minería artesanal

Donde esta la ingeniería?

- Cambio climático (deforestación)
- Desempleo
- Desarrollo económico regional
- Conflicto armado
- Desigualdad social
- Polución ambiental
- Etc. Etc.

Minas ilegales y grupos armados

De acuerdo con el informe del DAS, estas son algunas de las zonas del país donde ha sido identificada la relación de la minería ilegal con grupos armados ilegales.

SUR DE BOLÍVAR

Están financiando al Eln, grupo que exige el 5% diario de la producción. Existen los frentes Dario de Jesus Ramirez y Guillermo Ariza. Este último aumentó la extorsión semestral de \$200 millones a \$350 millones. A cada dueño de máquina le cobran \$8 millones.

Arenal
Morales
Santa Rosa
Simití

Norosí: quebrada Norosí, río Boque y río Tigüí

LA GUAJIRA

Convergen bandas criminales como 'Los Rastrojos' y 'Los Urabeños'. Algunos dueños de minas tuvieron nexos con el Bloque Norte de las Auc.

Dibulla
Mingueo
Palomino

QUINDÍO

Armenia
Montenegro
Quimbaya

VALLE DEL CAUCA

'Los Rastrojos' dominan la producción e intimidan a los mineros artesanales. Cada uno debe pagar el 10% de la producción al grupo ilegal. Detrás estaría elías 'Donaldo'.

Zaragoza
Calli: Parque Farallones, Corregimiento de Pochinde y quebrada de San Pablo, en Pance.
Tuluá: Páramo de Barragán. Río Tibí.



CAUCA

El Frente 29 se están enfoca en municipios p... otras zonas, las Farc, al m... cobra 50 m...

Si los retos son socio-técnicos, las soluciones deben serlo también, pero...

Soluciones sociales



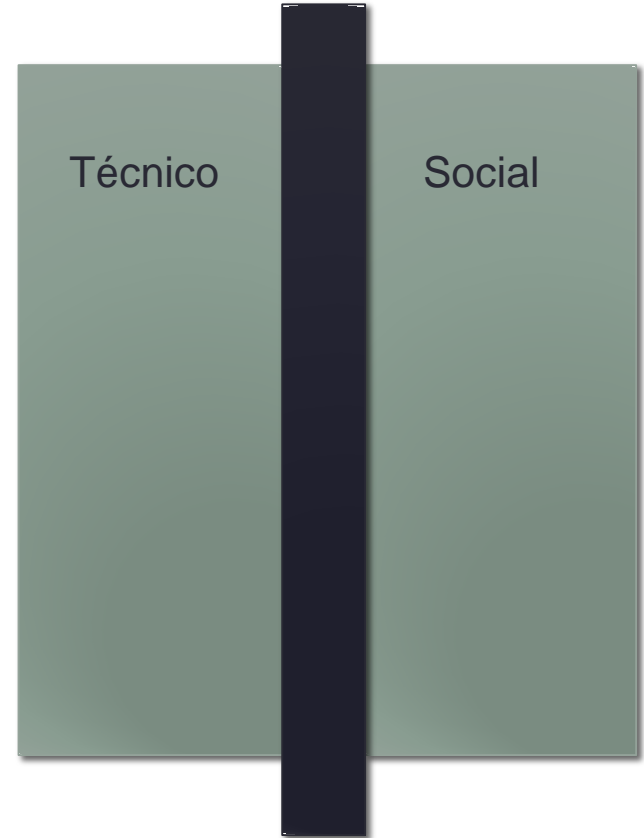
Soluciones técnicas



Que nos lleva a pensar que los problemas son puramente técnicos?

La ideología de la depolitización

- Ingenieros reifican y valoran lo técnico
 - Problemas de texto con soluciones exactas
- Los no-ingenieros hacen lo mismo con lo social
- Recreada y perpetuada por procesos de aculturación en la educación y practica de la ingenieria
 - “A mi no me pagan para pensar en las comunidades. Ese no es mi problema...A mi me pagan para calcular cuanta roca hay que mover.”
- Visible en nuestras universidades: planta fisica, curriculo, lenguaje, salarios, etc.



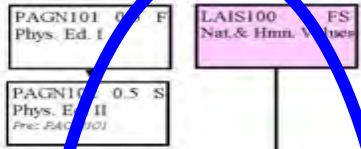
Total Credit Hours 134.5

College of Engineering & Computational Sciences

B.S. Mechanical Engineering ~ Advising Flowchart ~ 2015-2016

(See back for legend and list of Mechanical Electives)

Freshman Year



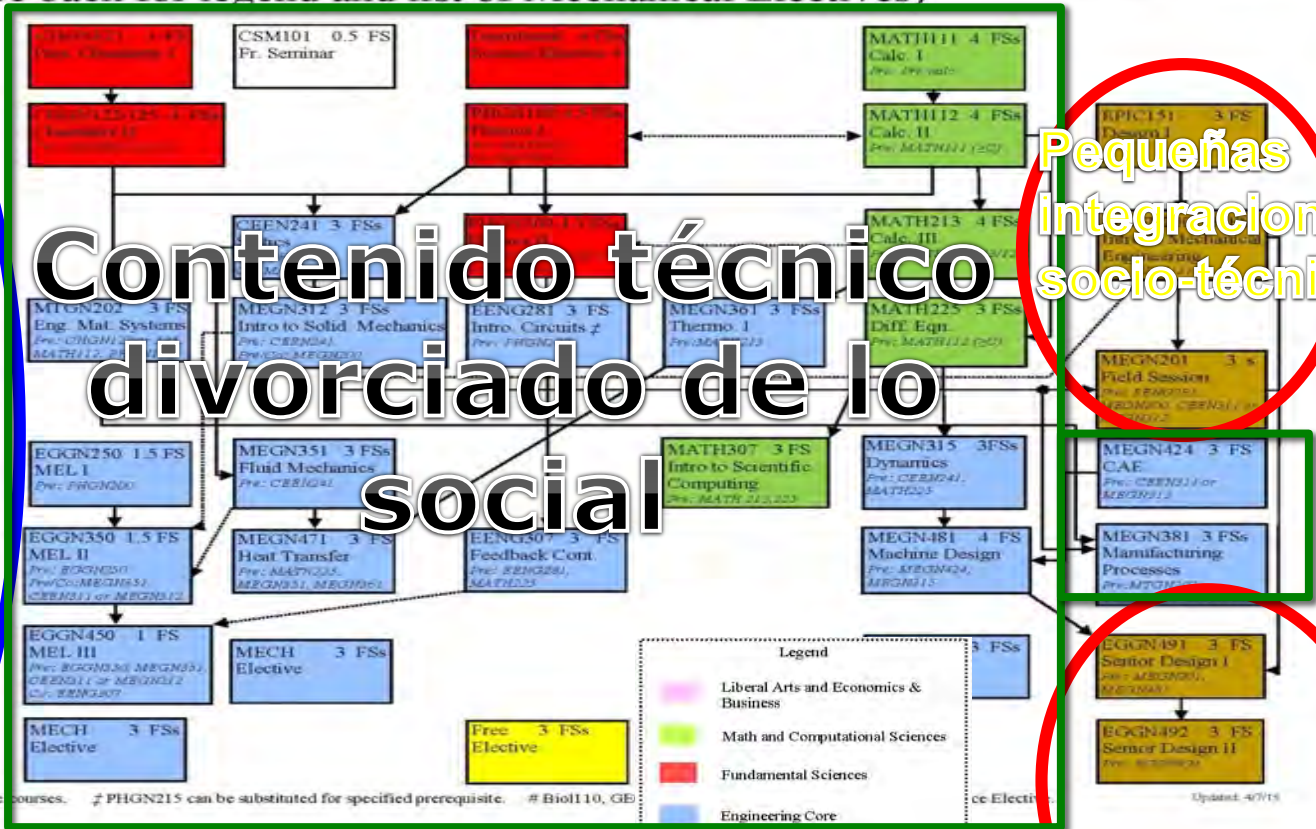
Sophomore Year



Junior Year



Senior Year



Contenido social divorciado de lo técnico

Contenido técnico divorciado de lo social

Pequeñas integraciones socio-técnicas

* See 2015-2016 Undergrad Bulletin for list of acceptable courses. † PHGN215 can be substituted for specified prerequisite. # Biol110, GE

Legend

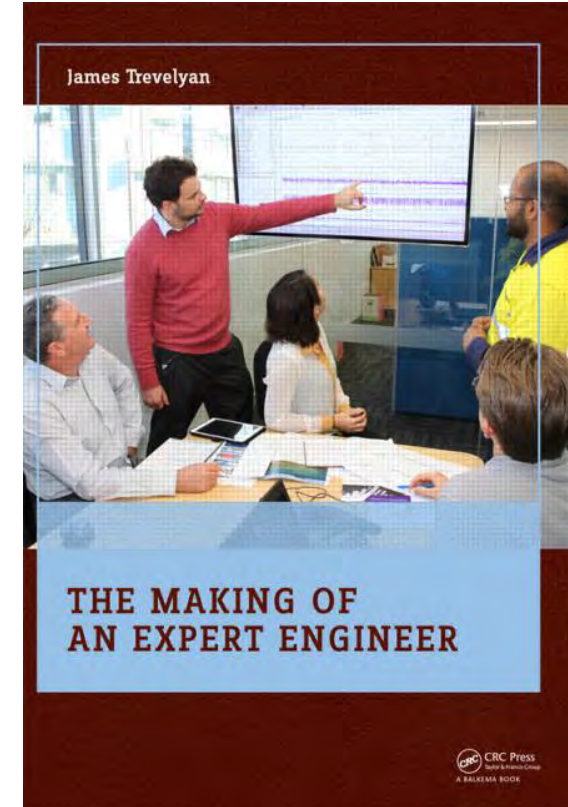
- Liberal Arts and Economics & Business
- Math and Computational Sciences
- Fundamental Sciences
- Engineering Core
- Design
- Physical Education
- Free Electives

Ingenieros exitosos reconocen que los problemas son socio-técnicos

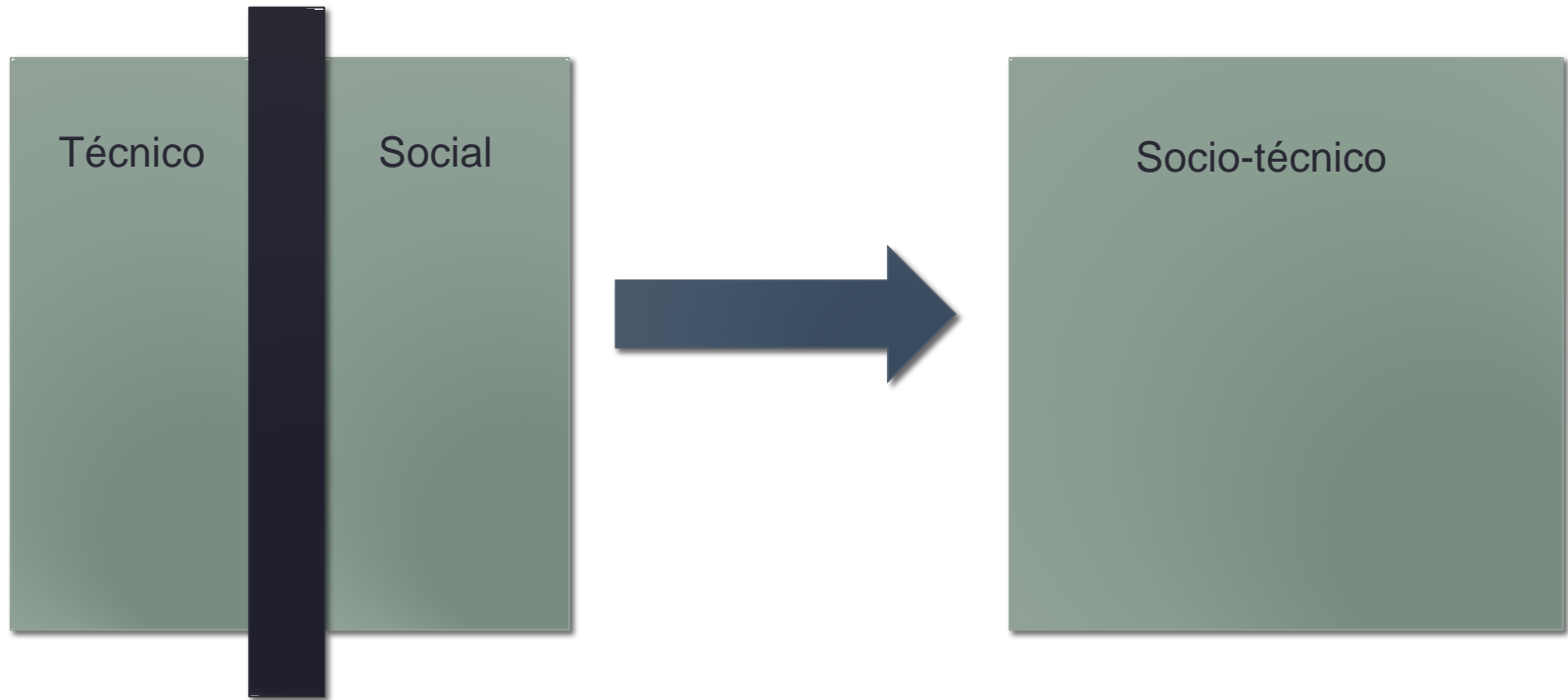
Hemos descubierto que los ingenieros con mas experiencia y éxito en sus carreras son aquellos que se han dado cuenta que los verdaderos retos en la ingenieria son *aquellos que involucran lo técnico y lo social simultaneamente*. Estos ingenieros tambien concluyen que trabajar en retos socio-técnicos es mas satisfactorio que permancer puramente en lo técnico.

(Trevelyan, 2014 emphases added).

Similar conclusions: Stevens, Johri, & O'Connor, 2014; Martin, Maytham, Case, & Fraser, 2005



Como llamar la atención a la ideología de la depolitización para romper el esquema dominante que divide lo técnico de lo social?



Nuestra propuesta

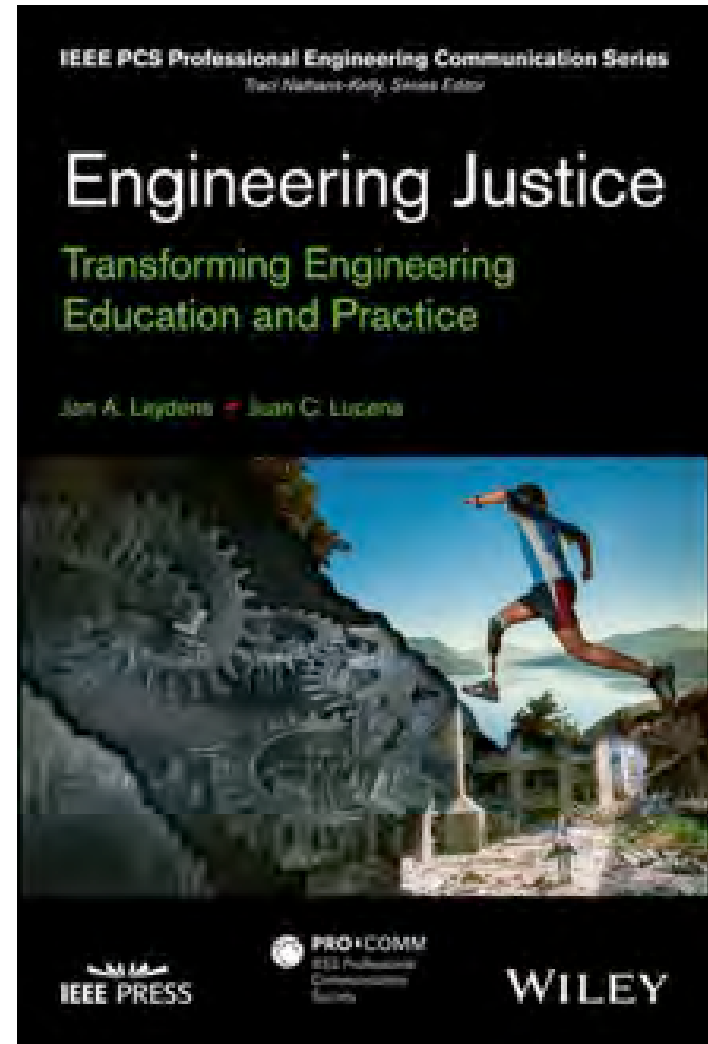
- Los retos de la minería artesanal, como todos los otros retos, deben entenderse como problemas socio-técnicos
- La paz depende del avance de la **justicia social en las comunidades afectadas por las industrias extractivas**, incluyendo la minería artesanal y pequeña escala.
- Todos Uds. como educadores de ingenieros pueden intervenir en la solución de estos retos a través de la redefinición y aplicación de una **ingeniería socio-técnica enfocada en la justicia social para las comunidades afectadas**.

Ingeniería para la Justicia Social

son aquellas practicas ingenieriles (calculo, análisis, diseño, construcción, procesos, etc.) que tratan de realzar los derechos humanos a través de

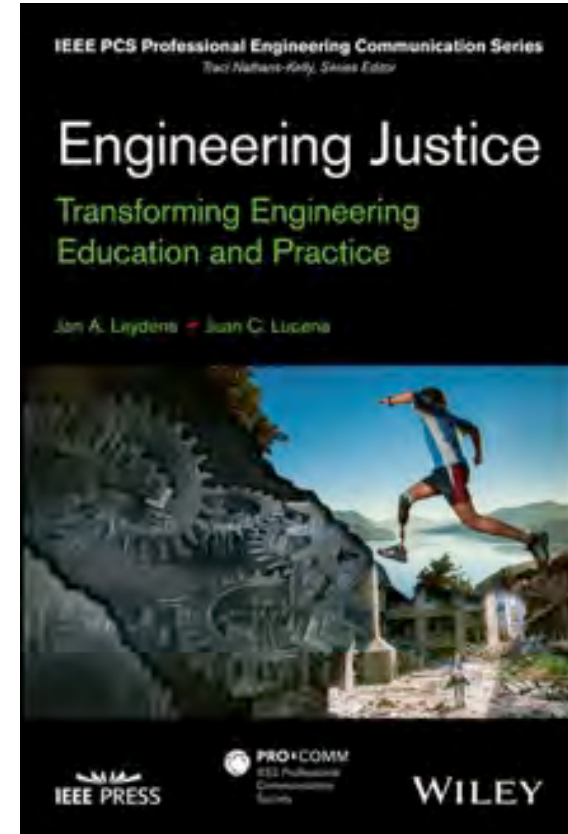
- una distribución equitativa de oportunidades y recursos y
- una reducción de riesgos y perjuicios

entre los miembros de las comunidades afectadas



Ingeniería para la Justicia Social (E4SJ): Criterios de aplicación y evaluación

1. Escuchar contextualmente a todas las partes pertinentes
2. Identificar condiciones estructurales de la situación específica
3. Reconocer quien tiene y donde esta el poder entre ingenieros y comunidades
4. Incrementar oportunidades y recursos
5. Reducir riesgos y perjuicios
6. Incrementar los derechos humanos



Y para aquellos más preocupados por la rentabilidad de las compañías...

- **Ingeniería para la Responsabilidad Social** ofrece la oportunidad de balancear y priorizar los criterios de E4SJ y además permite atender la rentabilidad de las compañías
- **Identificar en conjunto** oportunidades para crear valor compartido en lo social, ambiental y económico.



Paro minero en Remedios y Segovia cumple un mes de incertidumbre y tensiones

Antioquia 21 Ago 2017 - 9:55 AM

Por:Jeimmy Paola Sierra/ EFE

Unos 10.000 obreros iniciaron la protesta para rechazar Gobierno por considerar que perjudican la minería ance y favorecen los planes de expansión de las multinaciona



/ Tomada de El Colombiano

THE COST OF CONFLICT



IN THE EXTRACTIVE SECTOR

UP TO
\$10,000
PER DAY
DURING INITIAL EXPLORATION

UP TO
\$50,000
PER DAY
DURING ADVANCED EXPLORATION

UP TO
\$20 MILLION
PER WEEK
DURING OPERATIONS

www.csr.com.au/conflict-costs

Graphic by digitalPR.com.au

SMI/CSRM
Centre for Social
Responsibility in Mining

An advertisement for 'Clean Coal' featuring a piece of coal wearing red sunglasses. The text includes 'CLEAN COAL. COAL CAN DO THAT.' and 'CLEAN COAL: AMERICA'S ENERGY FUTURE'. It also contains a circular diagram with 'COAL USE' and 'CO2' and a 'Peabody' logo at the bottom right.

CLEAN COAL. COAL CAN DO THAT.

America has more coal than any nation, and coal fuels half of our electricity. The world is turning to coal in increasing amounts. The more we use it, the less we need to rely on foreign energy.

So let's use coal to deliver energy security, more jobs and a stronger economy. And let's solve the technology and regulatory hurdles to let America recycle its carbon.

Clean coal. It's a stimulus package that we can all agree on.

Peabody Energy is the world's largest private sector coal company and a global leader in clean coal solutions. Find out more at CoalCanDoThat.com.

CLEAN COAL: AMERICA'S ENERGY FUTURE

COAL

COAL CAN DO THAT

Peabody

CoalCanDoThat.com

Cambiar la práctica de la ingeniería para responder a las comunidades y sus deseos, preocupaciones...

COMO PERTURBAR LA DIVISIÓN ENTRE LO TÉCNICO Y LO SOCIAL EN LA EDUCACIÓN DE INGENIEROS?

Espacios de intervención

1. El problema de texto como espacio

- Unidad básica en la enseñanza de ingeniería; su evaluación determina quien es experto en solución de problemas

2. El curso como espacio

- Unidad básica de organización curricular y de trabajo
- Diferentes grados de dificultad (Ingeniería y Sociedad vs. Termodinámica; curso único vs. coordinado; central en la disciplina vs. periférico)

3. El proyecto como espacio

- Incrementa la participación y retención de los estudiantes
- Conecta estudiantes – curso – universidad – comunidades – corporaciones

4. El programa como espacio (certificados, áreas de especialidad)

- Pueden satisfacer las agendas institucionales (diversidad, reclutamiento, innovación, etc.)
- Requiere más esfuerzo pero una vez creado pone HE en la agenda institucional

Problema de texto descontextualizado

2-147. The cylinder has a diameter of 75 mm and a mass of 600 g. If it is placed in the tank, which contains oil and water, determine the height h above the surface of the oil at which it will float if maintained in the vertical position. Take $\rho_o = 980 \text{ kg/m}^3$

SOLUTION

Since the cylinder floats, the buoyant force is equal to the weight of the cylinder.

$$F_b = (0.6 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2) = 5.886 \text{ N}$$

Assuming that the cylinder is submerged below the oil layer, then, the buoyant force produced by the oil layer is

$$\begin{aligned}(F_b)_{oil} &= \rho_{oil}g(\mathcal{V}_s)_{oil} = (940 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)[\pi(0.0375 \text{ m})^2(0.05 \text{ m})] \\ &= 2.037 \text{ N} < F_b \quad \text{(O.K.)}\end{aligned}$$

The buoyant force produced by the water layer is

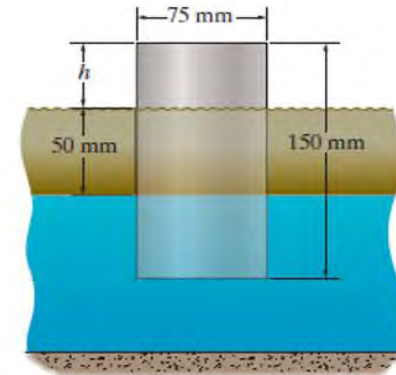
$$\begin{aligned}(F_b)_w &= \rho_w g(\mathcal{V}_s)_w = (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)[\pi(0.0375 \text{ m})^2(0.15 \text{ m} - 0.05 \text{ m} - h)] \\ &= 43.339(0.1 - h)\end{aligned}$$

We require

$$\begin{aligned}F_b &= (F_b)_{oil} + (F_b)_w \\ 5.886 \text{ N} &= 2.037 \text{ N} + 43.339(0.1 - h)\end{aligned}$$

$$h = 0.01119 \text{ m} = 11.2 \text{ mm}$$

Ans.



Perturbando la division incorporando contexto en el problema

Conflict with Local Communities Hits Mining and Oil Companies Where It Hurts

By Stephen Leahy

Reprint | [f](#) [t](#) [v](#) | [Print](#) | [Send by email](#) | [En español](#)



Rosa Tanguila, a Quechua indigenous woman, cleaning up the pollution caused by Texaco in a stream in her community, Rumipamba, in Ecuador's Amazon jungle region. Credit: Gonzalo Ortiz/IPS

PRIMERA PARTE:

En Ecuador, el precio de venta del petroleo ha bajado a \$30 mientras que el precio de producir un barril es de \$39. La mayoría de las petroleras estan en retirada pero ConocoPhillips (CP) esta dispuesta a quedarse y enfrentar [el conflicto de una de sus subsidiarias con las comunidades indigenas locales](#). Preocupada porque las protestas de las comunidades pueden parar la produccion, [como paso en Peru](#), su jefa le da la tarea a su equipo de trabajo de limpiar el derrame de petroleo que ocasiono el conflicto. Su estrategia debe:

- Ayudar a CP a obtener **licencia social para operar**, escuchando y respondiendo a las preocupaciones y necesidades de las comunidades
- Apoyar la gestion de CP en [desarrollo sostenible](#)
- Apalancar las cualidades existentes de las comunidades y los empleados de CP

Que estrategia propone? Como cumple esta estrategia con los requisitos establecidos?

SEGUNDA PARTE:

Ud. decide comprar barriles plasticos de 55 galones con 58 cm de diametro y 85 cm de alto y con un peso de 50 kg por unidad. Miembros de la comunidad y empleados de CP van a trabajar juntos identificando las areas de mayor polucion, llenando los barriles, y removiendolos a un area segura.

- Solucionando el problema 2-147 con las dimensiones del barril de 55 galones, cual es el peso maximo de lodo con petroleo que puede ponerse en un barril antes de que este se sumerja ($h=0$)?
- Dada la expansión del derrame, calcule un estimado de cuanto costará su plan. Justifique sus suposiciones.
- Explique como va a convencer a su jefa de que su plan tiene sentido en terminos financieros.
- Pista: Calcule el costo del conflicto para la compañía si el plan no se lleva acabo.

Consideraciones claves sobre EL PROBLEMA como espacio de intervención

- **Toma tiempo pero invita a creatividad pedagógica**
 - Si Lu, Mi, Vi, considere el Vi como clase de intervención
 - Si Ma, Ju considere 30m de Ju como clase de intervención
- **Requiere conocer los dos temas pero...**
 - Oportunidad para aprender de los estudiantes
 - Estudiantes conectan sus pasiones e intereses con problemas de ingeniería. El desconecte es la mayor causa de deserción.
- **Reformas en este espacio despiertan resistencia porque la solución de problemas esta arraigada a la identidad de los ingenieros y a la eficiencia en la calificación pero podemos...**
 - Enseñar a los estudiantes a que enseñen a sus empleadores a que valoren su nueva capacidad de definir problemas. REDEFINIRSE
 - Ser mucho mas creativos en la forma como calificamos
 - Asistentes de curso?
 - Evaluación por pares

Richard M. Felder is Hoechst Celanese Professor Emeritus of Chemical Engineering at North Carolina State University. He is co-author of *Elementary Principles of Chemical Processes* (Wiley, 2005) and numerous articles on chemical process engineering and engineering and science education, and regularly presents workshops on effective college teaching at campuses and conferences around the world. Many of his publications can be seen at www.ncsu.edu/effective_teaching.



- *Ill-defined problems. Give problems that are overspecified, underspecified, or unclearly stated, and have the students identify what's wrong and reformulate the problem statements. Teaching students to do that sort of thing helps prepare them for most of the problems they will encounter in their careers and also addresses the frequently forgotten first two components of ABET Outcome 3e (identify, formulate, and solve engineering problems).*
- *Creative and critical thinking exercises. Assign questions and problems that help students learn to think outside the box (creative thinking) and to make judgments and choices based on solid evidence and logic (critical thinking). Many kinds of exercises provide practice in those skills,⁽³⁾ including explaining unexpected results in measurements and calculations, making up potential exam problems, selecting from alternative methods, models, or designs and justifying the selection, and critiquing project reports and articles.*

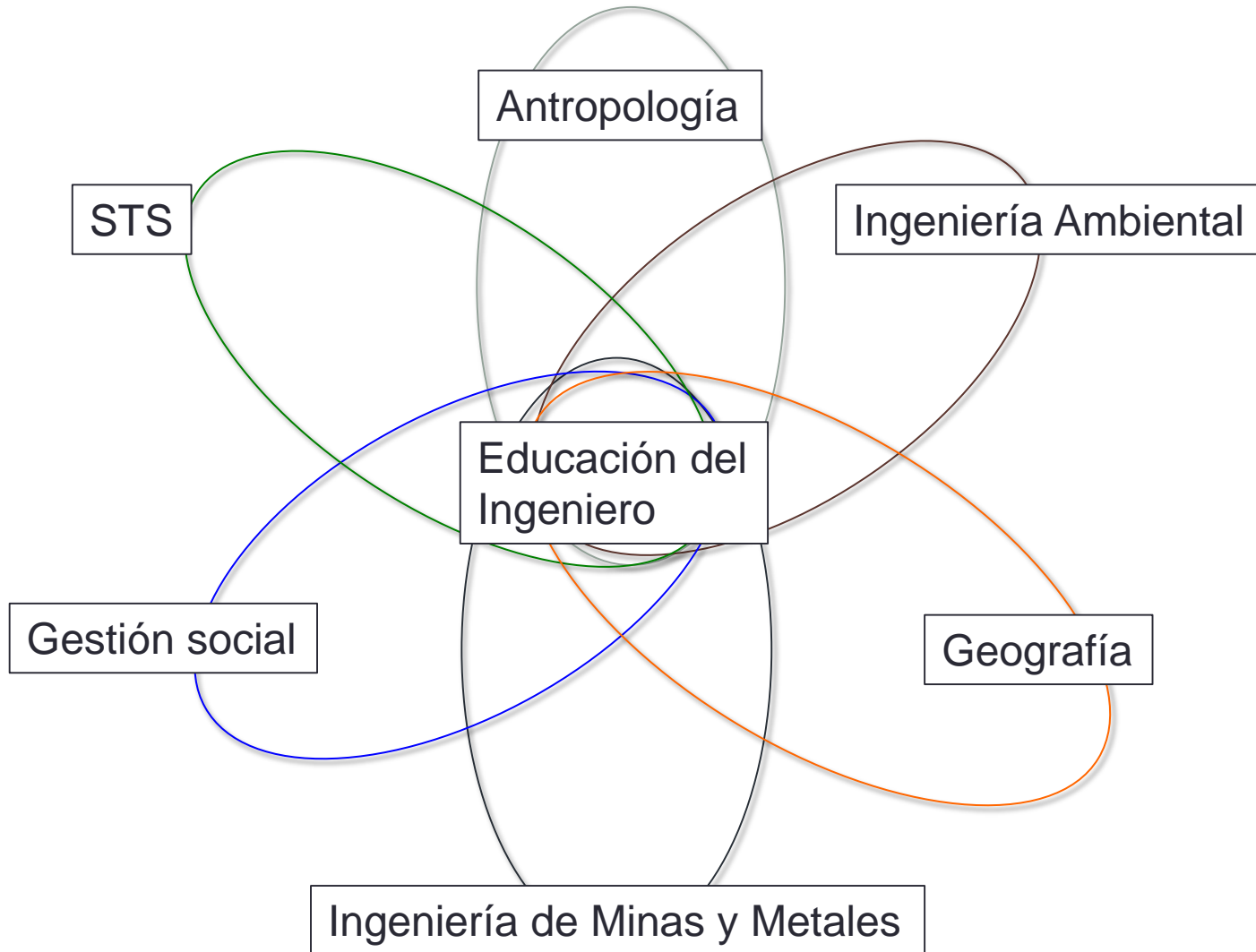
EL PROYECTO DE INVESTIGACION como espacio de intervención: la minería artesanal del oro como reto socio-técnico

- Objetivos:
 - Educar a los ingenieros a definir y solucionar problemas socio-técnicos CON los mineros artesanales para lograr prácticas saludables, sostenibles, y rentables para las comunidades afectadas.
 - Integrar los criterios de E4SJ en los diseños
 - Buscar oportunidades de co-existencia entre la minería de pequeña y gran escala
 - Investigar como el aprendizaje contextual contribuye a la formación de los ingenieros

Proyecto sobre la minería artesanal del oro como problema socio-técnico

- Colaboradores:
 - Colombia: Universidad Nacional – Medellín, Uniminuto, Alliance for Responsible Mining
 - Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú, Universidad de Ingeniería y Tecnología
 - EEUU: Colorado School of Mines, University of Colorado, US Air Force Academy





Gracias



Juan Lucena

jlucena@mines.edu

Jessica Smith

jmsmith@mines.edu

