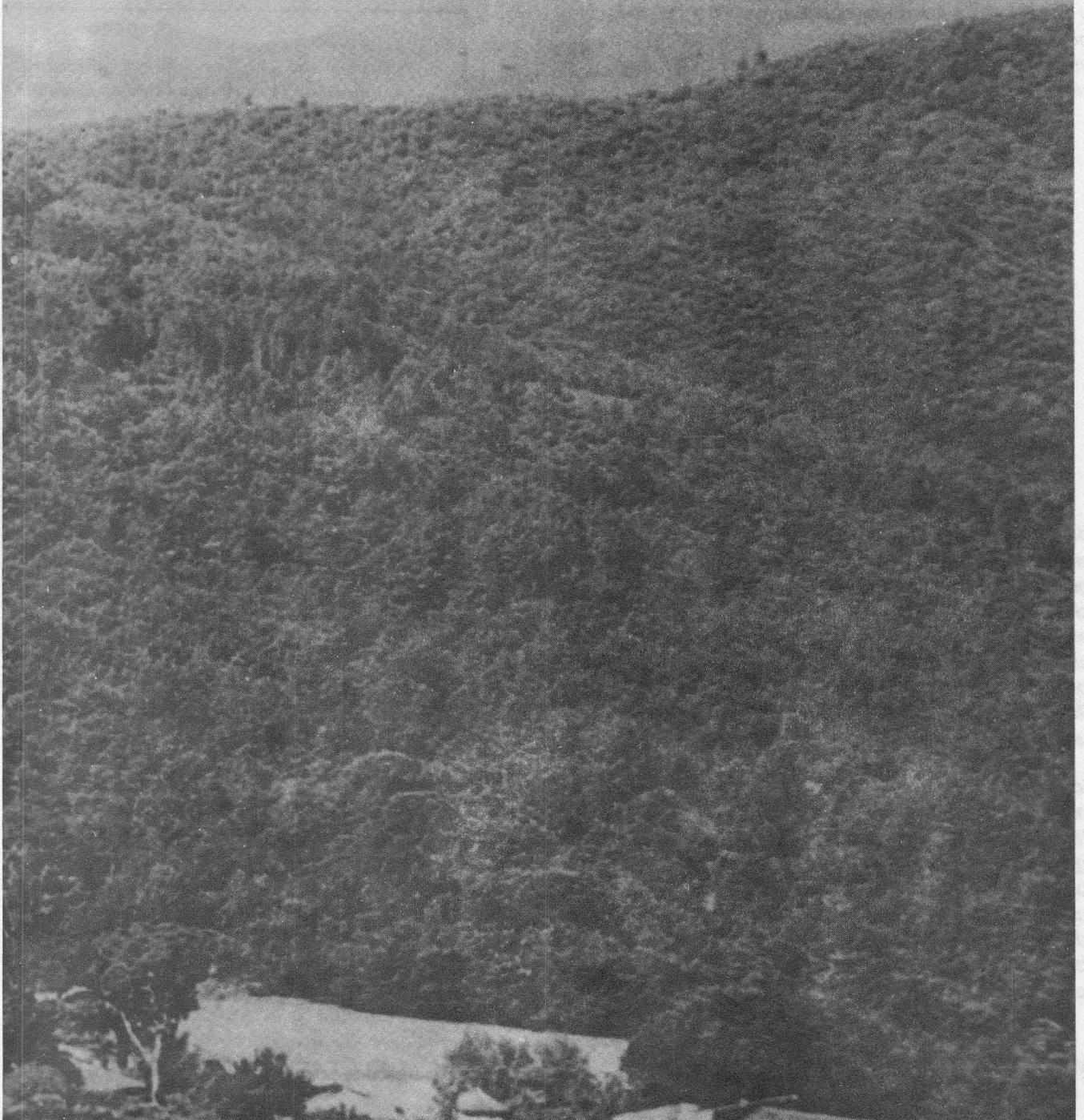


LA ENSEÑANZA DE LA ECOLOGIA EN LAS FACULTADES DE INGENIERIA



INTRODUCCION

El Ingeniero es un engranaje fundamental en los mecanismos que relacionan al hombre con el ambiente. Tal vez dos de las formas más importantes de contacto entre el hombre y la naturaleza son la utilización de la energía y de los recursos naturales renovables y no renovables. En ambos casos el Ingeniero interviene activamente en actividades de gran variedad, entre otras:

- *Dirigiendo la explotación de minas.*
- *Participando en las exploraciones petrolíferas y mineras.*
- *Diseñando y dirigiendo plantas termoeléctricas e hidráulicas.*
- *Construyendo e ideando maquinaria de explotación, tratamiento y proceso de materiales.*
- *Dirigiendo a los hombres que laboran en las minas, en las fábricas, en las carreteras.*
- *Construyendo y diseñando carreteras, canales, redes eléctricas.*
- *Inventando, desarrollando y produciendo sustancias químicas y tóxicas, benéficas y novedosas, persistentes.*

Es por ello que resulta necesario el que se discuta el tema de la enseñanza de la ecología en las Facultades de Ingeniería. Es imperativo que el Ingeniero cese de ser un mecanismo ciego en el manejo del problema ecológico y empiece a participar activamente en la solución de los problemas, en la toma de decisiones, en la elaboración de nuevas políticas que lleven al hombre a una mayor armonía con el universo.

En el presente artículo se proponen algunas ideas sobre una posible metodología que permita al Ingeniero adquirir una conciencia ecológica, acorde con su capacidad de aportar técnicamente a la solución de los problemas ambientales. Se discutirá al final el caso de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, donde estamos trabajando un programa ambiental como el propuesto.

MARCO CONCEPTUAL

El punto de partida para el desarrollo de es-

tas ideas proviene de la definición misma de la ecología y de la ingeniería.

La ecología es una ciencia de síntesis que plantea las relaciones entre los seres vivos, incluyendo al hombre, y el ambiente. Como ciencia sintética es eminentemente interdisciplinaria y requiere del aporte de gran cantidad de ciencias y disciplinas. Contaminación, habitat, control, conservación, energía, demografía, etc., son todas palabras interdisciplinarias que ofrecen un campo excitante de acción, de estudio y reflexión.

El manejo del ambiente requiere especialistas de todo tipo: geólogos que estudien la naturaleza de la tierra, los orígenes y futuro de los campos y los ríos; biólogos que describan los seres vivos y analicen su capacidad para mantener su estado de equilibrio dinámico; antropólogos, sociólogos, economistas y filósofos que analicen al hombre y su relación con el mundo, ya que es el hombre mismo el que ocupa, explota y contamina la mayor parte del universo; arquitectos que le den una nueva dimensión al habitat, a las ciudades, que construyan un ambiente de vida más humano y más social; ingenieros celosos de los productos que generan y capaces de prever las consecuencias de su tecnología y de controlar los daños causados; médicos que amen al hombre, conozcan las amenazas de un ambiente dañino y enseñen a prevenirse; expertos en sanidad e higiene que sepan tratar el agua y los residuos y enseñar al hombre a cumplir el "sagrado deber de volver a la tierra lo de ella recibido"; abogados que dirijan al estado y a la sociedad hacia el establecimiento de normas de protección del ambiente; teólogos que den visiones inspiradoras del hombre y su destino.

La colaboración interdisciplinaria tiene todavía una finalidad más importante que la misma solución de los problemas concretos: "Es parte vital del problema la necesidad de desarrollar formas de pensar más sensitivas y formas más persuasivas de discutir sobre los juicios de valor. En el pasado los humanistas y los filósofos han tendido a apropiarse el derecho casi exclusivo a entenderse con los valores. El resto del mundo científico, casi con agrado, ha renunciado prácticamente a ese derecho, considerando que no siempre es obvia la aplicación de los estudios teóricos sobre los valores a la solución de los problemas prácticos... A medida que empezamos a enfrentarnos a los

problemas ambientales más obvios, descubrimos lo poco que hemos pensado sobre las metas últimas que perseguimos con velocidad cada vez mayor. La tendencia en occidente ha sido el concentrarse más en los medios que en los fines. La idea general ha sido la de desarrollar las condiciones para que cada individuo persiga su felicidad individual... lo cual hace que sean poco sólidas las bases filosóficas para emprender acciones comunes con fines comunes" (1).

La ingeniería trata con uno de estos procesos: La generación de energía, la transmisión de la energía o la utilización de ella. Es precisamente en el ejercicio de dichas funciones que el ingeniero se pone en contacto con el mundo, con los recursos naturales. El tiene la clave de la tecnología, de su poder creador y destructor, porque en últimos términos todos los problemas son energéticos y todas las soluciones lo son también, por lo menos en términos prácticos. Si algo ha permitido que la humanidad se desarrolle, crezca, contamine y destruya algo en el ambiente, es la disponibilidad y la utilización de las fuentes de energía. Cualquier esperanza de solución tecnológica al problema ambiental reside en el uso adecuado de la energía; y cualquier esperanza de solución armoniosa al problema reside en el uso amoroso de la energía. El Ingeniero es el que por entrenamiento, por práctica y formación sabe que la energía no se destruye pero sí se degenera. El sabe qué es entropía, él vive la entropía y cuando la humanidad descubra y comprenda la entropía empezará el camino hacia la armonía con las cosas y el mundo material.

"La voluntad del Ingeniero moderno está movida por la fruición de lo real, que se acomoda en cada cosa a la fruición particular de la cosa querida. Hay que penetrar a fondo

en la realidad de las cosas, no sólo para manejar las que nos encontramos, sino para producir cosas artificiales, del modo como se producirían si la Naturaleza tuviera que producirlas.

Lo único artificial es el propósito, pero a partir de él, se trata siempre de un encadenamiento de fenómenos físicos, es decir, naturales. El ingeniero se sitúa en lo íntimo de la Naturaleza, en lo que ésta es principio y fundamento de todo, y en relación amorosa alumbrando nuevas cosas entre las existentes... Si el Ingeniero actúa como tal, ha de introducir necesariamente una alteración en el acontecer natural. Ha de producir violencia en el medio físico, pero aquello que introduzca ha de quedar en la naturaleza. Perturba el equilibrio existente instaurando uno nuevo, pero las mismas leyes regulan uno y otro equilibrio. Las cosas que manejamos ejemplifican la ley natural y nos dan la norma de lo que debemos hacer, pero además estas leyes sirven para nosotros mismos, para la realidad física que somos... para conseguir algo, aunque sea de tipo espiritual, tenemos que gastar una cierta energía... Estas relaciones de homogeneidad con el mundo físico nos permiten el acceso y nos dan entrada profunda en él; sentimos el ritmo de nuestra respiración y la presión de nuestra sangre, y esto nos conyuga con el suceder de los días y las noches, el fluir de los ríos y los movimientos del mar... participamos del acontecer cósmico... La relación del Ingeniero con la Naturaleza tiene tres momentos de contacto: como todo ser viviente tiene una primera conexión biológica con ella, como técnico se coloca en frente en actitud dominadora para obtener algo ventajoso, y vuelve definitivamente como Ingeniero en actitud de rendimiento amoroso" (2).

LA RESPUESTA CONCRETA A UN MARCO CONCEPTUAL

Los anteriores conceptos exigen una concretización. Si se quedan en el marco de meros planteamientos son sólo palabras que contribuyen a la contaminación verbal. En el caso concreto de la Ingeniería es necesaria la práctica de las cosas.

Examinando detenidamente las funciones prácticas del Ingeniero en nuestro medio se encuentra uno con lo siguiente:

- a. Maneja personal
- b. Elabora proyectos técnicos
- c. Trabaja en mercadeo

(1) Morison, Robert. "Education for Environmental Concerns". The Survival Equation. Pag. 500.

(2) Fernández Casado, Carlos. "Tres momentos del Ingeniero en la Historia" Homenaje a Xavier Zubiri. Tomo I. Editorial Moneda y Crédito, Madrid. 1970. Pag. 539-43.

- d. Se encarga del mantenimiento
- e. Dirige la producción
- f. Diseña
- g. Administra recursos

En estas funciones, y en otras que se escapan, tiene que trabajar:

- Con el hombre
- Con el ambiente
- Con el aire
- Con el ruido
- Con el calor

Los procesos que dirige someten al hombre que él maneja a extremos de polvo, de calor, de ruido, de gases, de condiciones difíciles de trabajo.

Se mercadean bajo su dirección productos buenos y útiles, pero también productos superfluos, hermosos y vacíos con muchos empaques y poco amor por el medio, cosas deseables y poco duraderas.

El mantenimiento que dirige casi nunca es preventivo. No hay verdadero amor por las máquinas y los hombres. Se les mata hasta que se rompen de cansancio, y se las cambia.

Los diseños a veces son funcionales, ergonómicos, durables, económicos y amorosos. Pero muchas veces son feos, incómodos ordinarios, ruidosos, malgastadores de material.

Los proyectos técnicos que elabora puede que sean interdisciplinarios, globales, comprensivos, pero con frecuencia son improvisados de corta visión no tienen en cuenta al hombre.

Cómo atacar este problema de la acción del Ingeniero? Buena parte de la respuesta está en la educación. Las medidas de protección y mejora del ambiente sólo son efectivas cuando amplias capas de la población y los especialistas relacionados con la utilización de los recursos naturales y con la producción, que puede ocasionar algún daño al medio ambiente natural, tienen conocimiento de la teoría, los principios y los procedimientos prácticos de protección y utilización racional de los recursos naturales y mejora del habitat del hombre. He

ahí el gran papel de la educación.

En el caso de la educación del Ingeniero sería grande la contradicción sino se imprimieran en ella conceptos ecológicos. Hasta ahora prácticamente se ha dejado que el Ingeniero adquiera por sí mismo los conceptos, a través de los medios de comunicación, las actividades extracurriculares, etc. Pero es llegada la hora del gran vuelco, y al llamado deben responder todas las facultades de ingeniería del país. El enfoque se propone desde dos puntos de vista:

- En las ciencias básicas
- En las ciencias de ingeniería.

UN PROGRAMA DE ECOLOGIA PARA INGENIEROS

Para que un programa de ecología revista interés para los Ingenieros, debe enfocarse desde un punto de vista menos biológico y más energético. En las ciencias básicas debe incluirse la ecología desde los siguientes puntos de vista:

- a. Definiciones básicas, incluyendo conceptos sobre ecosistemas, cadenas biológicas, ciclos naturales. En todo ello haciendo un énfasis sobre los encadenamientos energéticos entre el sol, la tierra, la atmósfera y los sistemas.
- b. Los recursos de la naturaleza. Análisis de los principales recursos renovables y no renovables, fauna, flora, bosques, Minerales, Fuentes Energéticas.
- c. La tierra. El concepto de la evolución de la tierra, del desarrollo de la agricultura. La erosión. Conceptos sobre el suelo y su conservación. Los residuos.
- d. La atmósfera. La radiación solar. La temperatura y las propiedades del aire. Las nubes, Meteorología básica y clima.
- e. Las aguas. Los ciclos del agua, su utilidad para el hombre, su relación con la vida de los seres.
- f. La energía. Conservación y degeneración. Las fuentes energéticas. Una mira hacia el futuro. Este capítulo es vital para el ingeniero, dado su papel de transformador de la energía. Deben recalcarse los conceptos de eficiencia y entropía.
- g. El hombre. Análisis de su resistencia al calor, al ruido, al polvo, a los gases. Conceptos básicos de demografía. Las ciudades y el campo.

De acuerdo con el tipo particular de ingeniería habrá necesidad de dedicar más tiempo a ciertos temas en comparación con otros, pe-

ro en general deben cubrirse todos los asuntos, en forma amena e ilustrada, con ayudas audiovisuales ya que el tema se presta sin ninguna dificultad. En el transcurso de un curso como el propuesto quizás resulte conveniente invitar especialistas en los diversos campos, aunque en opinión del autor de estas notas, resultaría más efectivo que sea un Ingeniero consciente del problema en que dirija completamente las actividades, para que dé al problema el enfoque energético que es columna vertebral de la idea acá propuesta.

El programa de ciencias básicas puede dictarse a comienzos de la carrera, en un tercer o cuarto semestre. Servirá de introducción a todas las ciencias de la Ingeniería, pero sobre todo a un curso específico que a continuación se propone. Este curso llevará un énfasis particular de acuerdo con el tipo de Ingeniería, pero tendrá un objetivo común: El lograr que cada Ingeniero consciente del papel que su ingeniería juega con relación al ambiente, especialmente en lo relativo a los efectos dañinos y más concretamente a la forma de prevenir dichos efectos. Se tratarán en un curso como éste, entre otros, los siguientes temas:

- Contaminación del Aire. El aire, los contaminantes. Procesos contaminantes. Técnicas de muestreo. Técnicas de control.
- Contaminación del Agua. El agua, sus contaminantes. Técnicas de tratamiento.
- Contaminación del Suelo. Las basuras, la erosión, el reciclaje.
- Contaminación por ruido y por calor.
- Contaminación interna. Ventilación exhaustiva.

Otros temas, según el interés particular de cada ingeniería.

Es de esperar que un Ingeniero que haya estado en contacto con cursos como los propuestos, estará en capacidad de hacer parte de los grupos de trabajo interdisciplinarios que se en-

cargarán verdaderamente de solucionar los problemas ambientales en forma global. Será un Ingeniero más humano, más amante del hombre y de la naturaleza, en otras palabras, un verdadero Ingeniero.

EL CASO PARTICULAR DE LA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.

A partir del año de 1974 se ha venido estructurando en la Universidad Pontificia Bolivariana, y particularmente

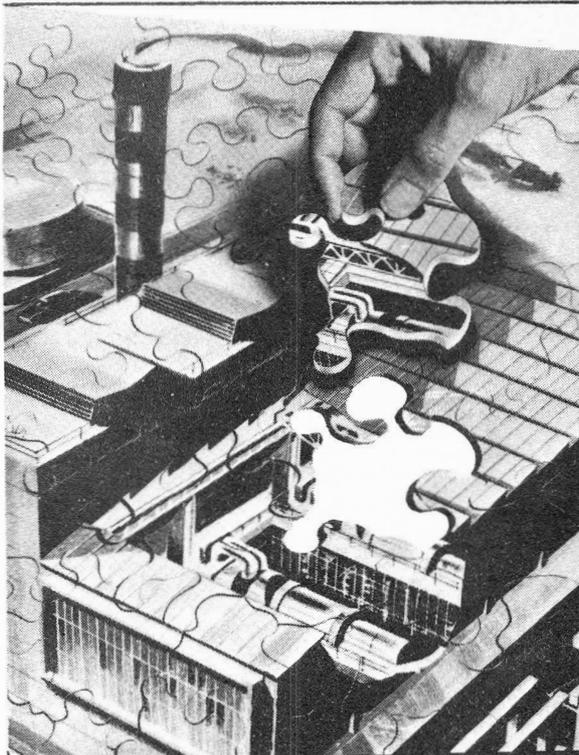
en las facultades de Ingeniería Mecánica y Química, un grupo de trabajo dedicado a los temas ambientales. Contribuyó enormemente a impulsar la idea el establecimiento de un laboratorio piloto para el estudio de la contaminación atmosférica urbana e industrial.

En efecto, la Universidad elaboró un proyecto para el establecimiento de tal laboratorio con las siguientes finalidades:

- Contribuir a una mejor docencia en el campo ambiental.
- Prestar servicios de asesoría y de muestreo a la comunidad y a la industria para contribuir en la identificación del problema de contaminación atmosférica ambiental que sufre el país y en especial Medellín.
- Adelantar investigaciones y estudios para propender por un mejor ambiente para la población.

Este proyecto fue presentado a la industria antioqueña por intermedio de la ANDI. Fue acogido en forma satisfactoria y se logró financiar buena parte del equipo escogido.

La certeza de la existencia de equipo de laboratorio motivó el desarrollo de un curso de Contaminación Ambiental en la Facultad de Ingeniería Mecánica. El mismo compromiso contraído de prestación de servicios hizo que la Universidad contratara algunos profesionales para trabajar en este campo:





El curso comenzó a dictarse, con todo éxito, en 1975. Se ha realizado tres veces y es considerado por los estudiantes como uno de los más atractivos y motivadores de su carrera. Se da a estudiantes del 7º semestre y comprende los siguientes tópicos:

- *Ecología básica.*
- *Contaminación Atmosférica*
- *Muestreos de Contaminantes*
- *Equipos de control de Contaminación*
- *Sistemas de ventilación exhaustiva*
- *Contaminación por ruido y calor.*

El curso utiliza ayudas audiovisuales, conlleva prácticas con el laboratorio de muestreo de contaminación y la realización de trabajos prácticos y de investigación por parte de los estudiantes. Con esta última finalidad los estudiantes se dividen por grupos. Se ha trabajado en áreas como las siguientes:

- *Investigación sobre niveles de material particulado y de anhídrido sulfuroso (SO₂) en ambientes urbanos.*
- *Investigaciones sobre niveles de ruido en el centro de Medellín.*
- *Estudios meteorológicos y de clima.*
- *Elaboración de audiovisual sobre el problema ambiental de Medellín.*
- *Análisis de los métodos utilizados por la oficina municipal de control de contaminación para medir anhídrido sulfuroso (SO₂) y partículas.*
- *Mediciones de niveles de material particulado en ambientes industriales.*

Además de este curso, se ofrece en la facultad una materia electiva, denominada Ingeniería de Dinámica de Sistemas, con una orientación marcadamente ecológica. Son muy amplias las implicaciones que un curso como éste ofrece a un ingeniero en lo relativo a las posibilidades de trabajo interdisciplinario.

Resulta interesante anotar que todo lo anterior ha generado un creciente interés entre los estudiantes por llevar a cabo proyectos de grado sobre temas ambientales. Se han realizado unos 10 proyectos relacionados, algunos de ellos con aplicaciones prácticas de mucho interés para el medio.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se han presentado las bases teóricas que justifican la enseñanza de la ecología en las facultades de ingeniería. Se ha hecho énfasis especial en los aspectos interdisciplinarios del tema y en la necesidad de que se establezcan programas concretos de ecología y temas relacionados, dando interés especial al tema energético. Finalmente se presentó el caso de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, cuyos programas ambientales presentan hasta el momento resultados alentadores.

Por: **Enrique Posada Restrepo**

*Profesor de la Facultad de Ingeniería
Mecánica de la U.P.B.*