

EL FUTURO DE LA INGENIERÍA

*Asdrúbal Valencia Giraldo**

RESUMEN

Se establece que la preocupación por el futuro es un signo de nuestro tiempo. Se presentan las formas de avizorar el futuro y se puntualizan las virtudes de la prospectiva como método para planear el futuro. En esta perspectiva se formulan algunas tendencias de la ingeniería en el mundo y en Colombia, los retos que deben enfrentar los ingenieros en las primeras décadas del siglo XXI y la manera como deben formarse esos ingenieros para que puedan responder a esas expectativas.

ABSTRACT

It is pointed out that worrying for the future is a sign of these times. Various ways of future figuring are presented and prospective advantages are established as the best method for future planning. With this approach some tendencies are formulated for the future of engineering in the world. Also the future of engineering in Colombia is presented and the challenges that future engineers will face during the XXI century first decades. Also education necessities are pointed out in order to meet those challenges.

Palabras claves: Ingeniería, Educación, Futuro, Tecnología.

1. INTRODUCCIÓN

El hombre de hoy es un ser atormentado, lleno de problemas angustiosos para él debidos al futuro que barrunta. Problemas que existían para muy pocos de sus antepasados, y aunque le preocupa su porvenir individual y familiar, la gran preocupación es el futuro colectivo, el de su región y su país, el futuro humano en general. Esa ansiedad es todavía más aguda en Colombia y a ella no escapa la ingeniería, sobre todo por la responsabilidad de los ingenieros como agentes de cambio. Por ello, acá se analizan algunas realidades y proyecciones que permitan plantear cómo debe ser el ingeniero colombiano en las primeras décadas del siglo XXI.

Contemplado desde el norte, donde la tecnología y la economía han logrado altos niveles de vida —o por lo menos se creen altos, pues el precio de la alienación, la frustración y la marginalización también es elevado— el mundo actual es una “era tecnocrónica”, o una sociedad postindustrial, o una edad “científico-técnica”, o una sociedad de tercera ola, donde los servicios, sobre todo la información, son la fuente de riqueza.

Esas características actualmente sólo se dan en algunos países del mundo, pues una mayoría abrumadora de ellos dependen todavía del sector primario: agricultura, ganadería, pesca y silvicultura. Tales economías se basan enteramente en los recursos naturales,

* Profesor Facultad de Ingeniería.

son sociedades de primera ola. Su productividad es baja y está sujeta a amplias oscilaciones en la renta debidas a las fluctuaciones de los precios de las materias primas y los productos primarios.^[1] Otro gran número de países depende todavía de la industria manufacturera, son sociedades de segunda ola. Por estas razones la ciencia y la tecnología son componentes centrales del cambio futuro de las sociedades y de ahí el papel fundamental de la ingeniería.

En ese panorama se inserta Colombia y el rumbo que seguirá es preocupación de los ingenieros. Sin embargo, hay una gran diferencia entre lo que se puede esperar del futuro en sociedades reguladas y participativas o en otras menos reguladas y marginalizadas. En las primeras, el factor sorpresa es menor, las acciones se discuten antes de que ocurran y el cambio surge dentro de cierto márgenes. En el caso de las sociedades menos reguladas, que propician una mayor marginalización, se va de sorpresa en sorpresa, los hechos dependen de unos pocos y el futuro cambia radicalmente cuando una persona con poder cambia de humor. Por ello, en nuestra sociedad es mucho más difícil la reflexión sobre el porvenir.

Precisamente, por las razones, anteriores tenemos el deber de participar activamente en la construcción del futuro y hacer propuestas para ello.

2. SOBRE EL FUTURO

Los intentos por anticipar el futuro no son nada nuevo, las sociedades organizadas siempre han tenido mecanismos de exploración futura como son los videntes, profetas, dispositivos cuestionadores de fe, oráculos, etc.^[2] Históricamente el hombre ha abordado el futuro de tres diferentes maneras: una mágica, una unidireccional, y otra polifacética y humanística.

En la mirada mágica están la adivinación y la profecía, esta última muchas veces revestida de un ropaje religioso. Ha sido practicada desde la prehistoria y sus cultores no han desaparecido en el mundo mítico que ahora convive con el posmoderno. La mirada unidireccional usa métodos econométricos basados en los principios de la regresión estadística y los modelos de computador, donde las imágenes del porvenir puedan estar excesivamente influidas por el presente y tienden a ser proyecciones de éste.

La tercera manera de tratar el futuro es con la prospectiva, metodología inspirada por Gaston Berger a finales de la década de 1950, la cual sostiene que el futuro no sucede ciegamente, sino que depende de la acción del hombre.

De acuerdo con la prospectiva el futuro no se prevé, se construye y no puede existir una ciencia que permita preverlo, por el contrario, la prospectiva se basa en tres postulados: el porvenir es un dominio de libertad, es un dominio de poder y es un dominio de voluntad.

El primer postulado afirma que no estamos condenados a un futuro decidido de antemano, sino que está abierto a una variedad de futuros posibles, de ahí el término *futurable* y los grados de libertad de la acción.^[3]

Esto no quiere decir que el porvenir surgirá de la nada pues ya parcialmente está señalado por las acciones que emprendimos ayer, depende en parte de lo que hemos heredado. Sin embargo, a pesar de tendencias fuertes que no se pueden subestimar, el futuro permanece abierto a un abanico de posibilidades.

El porvenir es dominio de la voluntad porque la prospectiva es el diseño voluntario de un futuro acordado como deseable o *futurable*, diferente al escenario posible o *futurible*. El *futurable*, acordado por el grupo que hace el ejercicio prospectivo, es muy importante, porque es el punto de partida para el proceso planificador, que es la concepción de un futuro deseado y el logro de los medios reales para alcanzarlo.

El porvenir es un dominio de poder, porque el interés de la prospectiva es el de tratar de anticipar las evoluciones, cuando aún tenemos algún poder para tratar de cambiar su curso. Esto, porque todo proceso, así sea continuo, dinámico y globalizador, también es incierto, y se pueden presentar eventos de difícil previsión, ante los cuales es posible adoptar oportunamente correctivos que no vayan a desviar el proceso del *futurable* y del *futurible* definido.^[4]

Reivindicar el poder sobre la construcción del porvenir no significa que tengamos todo el poder para crear el futuro de nuestros sueños. Hay aquí una dialéctica entre el actor y el sistema. El porvenir de Colombia depende ciertamente, de lo que harán los co-

lombianos, de lo que decidan hoy y mañana; de las acciones que emprendan, pero también del contexto internacional en el cual el país está inmerso.

3. LA INGENIERÍA EN EL MUNDO

Existe una opinión generalizada de que el porvenir será tecnológico o no será, pues si no se aplica adecuadamente la tecnología ocurrirá una regresión indecible. De acuerdo con la tecnología, el hambre y la pobreza en el mundo hoy son ya inexcusables. Aquella hace posible que pueda darse de comer a toda la gente y que todos puedan gozar de comodidades. Los patrones de conducta humana impiden que suceda así; es decir, el problema de la tecnología es sobre todo ético y se puede especular con alguna precisión sobre la tecnología del futuro, pero no se tiene la menor idea de los hombres que vivirán entonces.

A partir del siglo XIX se ha hecho cada vez más patente la interacción entre el sistema general de la sociedad y el subsistema tecnológico. La sociedad impulsa o deprime el desarrollo de la tecnología mediante factores económicos, orientaciones políticas, previsión de recursos humanos, expectativas de utilización, y aún las conductas de los individuos. Se comprende así que cualquier análisis prospectivo de la ingeniería pasa por una mirada a las tendencias tecnológicas globales más importantes, entre las cuales están las siguientes:

— La consolidación de la tecnología electrónica en el siglo XX, que ha permeado todas las áreas del conocimiento y las diferentes aplicaciones de la producción y los servicios. Se manifiesta en el continuo reemplazo de mecanismos por dispositivos cibernéticos, etc.; esto seguirá teniendo impacto en la economía, en la industria, en los procesos de manufactura, en la formulación de los perfiles ocupacionales y, en general, en la organización del trabajo.

— La profundización del uso de la informática en todas las campos, lo cual ha ampliado su radio de acción: desde las actividades empresariales de alta dirección hasta las operativas; desde las de mercadeo hasta la difusión global del conocimiento, y la educación formal, no formal y virtual.

— La aparición de redes de comunicación global, entre las que cobran importancia las de computadores

en todas sus modalidades (Internet). Por ejemplo en el mercadeo, en la manufactura, en el transporte, en la industria, en el trabajo de laboratorio, en la cultura, en la investigación, etc.

— El surgimiento de tecnologías alternativas para impedir los crecientes deterioros del ambiente, que tanto preocupan al mundo actual. Si bien el desarrollo industrial ha transformado la naturaleza en su conjunto, los balances entre ventajas y desventajas a largo plazo comienzan a influir en las alternativas para preservar el medio ambiente.

— La consolidación de la tecnología apoyada en la biología, de lo cual la ingeniería genética o biotecnología son ejemplos. Esta tendencia se fortalece con la permanente simbiosis entre tecnologías de punta, lo cual está dando lugar a nuevas áreas de trabajo y a la difusión de nuevos productos.

— La emergencia de metodologías blandas, que son simbiosis entre técnicas sociales y aplicaciones científicas.^[5]

Las anteriores tendencias tecnológicas indican que el ambiente en el cual trabajarán los ingenieros del siglo XXI estará caracterizado por las industrias basadas en el conocimiento, con productos de alto valor agregado, una gran dependencia sobre la aplicación de la ciencia básica en el desarrollo de productos, y un proceso de desarrollo —diseño— manufactura basado en elevados niveles de simulación y de flujo de información.

Eso no quiere decir que las industrias que tienen que ver con los recursos naturales, la infraestructura y la calidad del ambiente vayan a debilitarse. No, es que las economías avanzadas y en desarrollo, en última instancia se basarán “en el poder del cerebro”, y las economías de escala y la automatización no serán suficientes para sobrevivir. Además, el rápido crecimiento de las tecnologías que diseminan rápidamente el conocimiento y proporcionan fácil acceso a la información y los datos alterarán la forma y posibilidad de la sustancia del trabajo ingenieril en la próxima generación.

El ambiente en el siglo XXI será de constante innovación y velocidad, con énfasis en la calidad. La cultura corporativa demandará la búsqueda inflexible del aumento de la productividad; para lograrlo, se

ofrecerá un ambiente en el cual la gente se reúne constituyendo equipos, que deben ser estimulados, habilitados y recompensados.

Tales equipos tendrán funciones cruzadas y en ellos se respetará la diversidad cultural; sin embargo, habrá valores comunes como la sencillez, la integridad, el enfrentamiento a la realidad, la toma de responsabilidad, el ser confiable, la inversión en la educación y la diversidad respectiva.

El ambiente de trabajo será más exigente que hoy, debido a la economía de la información. Dado que las principales fuentes de riqueza serán el conocimiento y las comunicaciones, más que los recursos naturales y el trabajo, habrá una dura competencia que afectará la economía global. Para sobrevivir en esa atmósfera cada uno tendrá que ser tan bueno como el mejor del mundo.

Como en el siglo XIX la tecnología del vapor potenció el trabajo físico, en este cambio de milenio la tecnología informática potencia el trabajo mental del hombre; por ello, la infraestructura teleinformática, con el hardware y el software son el símbolo de la tecnología de la revolución postindustrial, de la próxima generación.^[6]

Sin embargo, ni el hardware ni el software son panaceas a nuestros problemas, y los pueden resolver bien o mal. Su efecto depende de lo bien que se utilice la tecnología y sus fines. La revolución es controlable pero puede hacerse regresiva si no se administra o se hace mal. El futuro depende mucho de los problemas que se decida atacar y de lo bien que se utilice la tecnología para resolverlos.^[7]

Estas condiciones sociales y el ambiente de trabajo de los ingenieros —la necesidad de comunicar, la velocidad a la cual ocurren los cambios, la presión incesante para aumentar la competitividad— harán el ambiente futuro más áspero y denso que cualquiera que se haya visto hasta ahora.

Los ingenieros deberán exhibir excelentes habilidades técnicas, pero existe la necesidad real de desarrollar conocimientos globales en las mentes de los estudiantes de hoy: conocimiento de otras culturas, competencia en lenguas extranjeras, ideas sobre los tratados mundiales y las agencias internacionales.

La ética es fundamental por las consecuencias, cada vez más impactantes, de las decisiones de los ingenieros en cualquier campo, quienes deberán ser capaces de enfrentar el imperativo tecnológico y estar en capacidad de poner la dignidad humana por encima del dios mercado y la voracidad neoliberal.

Las siguientes son algunas características generales, necesarias en los ingenieros del futuro: habilidades de grupo, incluyendo colaboración y aprendizaje activo; habilidades de comunicación, liderazgo, perspectiva en sistemas, entendimiento y apreciación de la diversidad de las personas; apreciación de las diferentes culturas y prácticas comerciales y el entendimiento de que la práctica de la ingeniería ahora es global; perspectiva interdisciplinaria, compromiso con la calidad, la oportunidad y el mejoramiento continuo; investigación de pregrado en experiencias de trabajo en ingeniería; entendimiento de los impactos sociales, económicos y ambientales en la toma de decisiones en ingeniería y ética.^[8]

Que los ingenieros reúnan esas características es apremiante porque el número de ingenieros en el mundo se duplica cada 10 años.^[9] La mayor parte del aumento ocurre en la cuenca del Pacífico y en otros países asiáticos que han desarrollado estrategias para ello. La población actual y los datos sobre la producción sugieren que el número global de ingenieros en la próxima generación será, en su mayoría, de origen asiático. La contribución de la India será un factor significativo, pero el aporte de Latinoamérica no ha sido determinado a la larga.^[10]

Lo que se dice de la ingeniería del futuro debe revertir la situación actual, en que se ha convertido en una profesión invisible; los mayores “agentes de cambio de la civilización” están impelidos a convertirse en actores reales y centrales de la construcción del mundo soñado.

4. EL FUTURO DE LA INGENIERÍA EN COLOMBIA

Los ingenieros colombianos no pueden perder de vista la perspectiva mundial y la necesidad de ser competitivos a esa escala, y al mismo tiempo tienen el compromiso de buscar soluciones a los enormes problemas que agobian el país.

Sin embargo, como anotan Bernal y Morales, el éxito en el desarrollo y aplicación de la ingeniería a procesos de innovación, con impacto en la competitividad y avance social, depende de una serie de factores macro, meso y micro que guardan una relación dinámica entre ellos.^[11] Cabe citar algunos de estos factores que atañen a la formación del ingeniero: ambiente general de fomento a la investigación e innovación; visión global de oportunidades y problemas; mecanismos de interacción universidad-empresa-centro tecnológico-usuario; formación avanzada de ingenieros en nuevas tecnologías; dominio de métodos avanzados de investigación y simulación en ingeniería; formación integral, humanista y técnica de los ingenieros; difusión y popularización de los resultados de la Investigación

Del análisis de los anteriores factores, en Colombia se identifican algunos que atañen directamente con la estrategia de formación de las universidades y que deben reflejarse en sus currículos, de modo que respondan a las expectativas de la innovación.

Además, en su formación los ingenieros colombianos deben aprender a asumir retos y no olvidar sus deberes en campos específicos como los siguientes:^[12] Aprender a trabajar con los políticos y todo tipo de agentes sociales; ayudar al avance de la pequeña y mediana industria y adoptar la producción limpia; ayudar al avance de la pequeña y mediana minería, y utilizar mejor los recursos minerales poco o mal aprovechados; conservar la biodiversidad, detener la destrucción de los bosques y reforestar; ayudar a la higiene pública, atender el abastecimiento de agua potable, intervenir en la disposición de las aguas residuales y colaborar en la óptima disposición de los desechos sólidos; estudiar las patologías de las ciudades, intervenir en las barriadas asentadas en suelos inestables, comprometerse con las construcciones sismorresistentes y procurar para todos una vivienda decorosa; estudiar la meteorología para prever los efectos del clima y controlar las inundaciones; mantener y rehabilitar obras de infraestructura y propiciar el suministro de energía.

Este, que parecería un programa de gobierno, es apenas un muestrario de las muchas actividades en las que los ingenieros colombianos, junto con otros agentes sociales, pueden participar activamente.

El futuro de la ingeniería en Colombia está obviamente ligado al del país y frente a éste se pueden tener dos actitudes plausibles: una activa y otra proactiva, más importante que la anterior, porque permite construir el futuro que se quiere y anhela. Ésta nos señala que es necesario soñar con un país triunfador y que, en consecuencia, se puede diseñar nuestro el futuro, manejando la competitividad con espíritu social y sacando el mejor partido de la información.

La situación de Colombia en el siglo XXI parte de reconocer la situación actual para luego precisar cómo evolucionará. De acuerdo con la metodología de Peter Schwartz, aplicada por Mojica Siastoque^[13], hay cuatro situaciones que describen la situación actual: la política, la social, la económica y la internacional.

Para diseñar los escenarios de Colombia en el próximo siglo, las variables anteriores se agrupan en el campo sociopolítico, que incluye la crisis social, la crisis económica y los derechos humanos, y el económico-internacional, que incluye la evolución económica, los potenciales y la reacción internacional.

Como hay relaciones de causalidad entre los dos tipos de factores, en el futuro cada uno de ellos podría situarse en dos momentos posibles: mínimo o máximo, según empeore o mejore la situación. Así se generan cuatro escenarios para el siglo XXI. Obviamente sólo hay uno deseable, que no sucederá si desde ahora no se empiezan a realizar las acciones que condizcan a éste. Para eso, la contribución de la ingeniería es decisiva, será ésta, como en el pasado, la que ayude a incorporar los avances mundiales a las posibilidades del país y la que por medio de la creatividad y la innovación materialice el avance de la sociedad.

Hay sobre todo una tarea fundamental para la ingeniería colombiana y es aportar la fuerza de su espíritu en procura de la solidaridad, del diálogo constructivo y de la acción participante para enfrentar los retos del siglo XXI, lo cual tiene que ver con la forma de conciliar el *boom* de la revolución científico-tecnológica y su anárquica inserción en el tercer mundo.^[14]

La biotecnología, la informática y la dimensión ambiental del desarrollo deben valorarse críticamente para establecer sus efectos reales, sus posibilidades de manipulación en los procesos culturales y ecosistémicos sin que su aparente complejidad permita el análisis

sis ligero y evite que se profundise con seriedad en las cambiantes relaciones de la naturaleza y la cultura. Estos tres temas, tomados al azar, muestran hasta qué punto se requiere una educación integral interdisciplinaria, recibida y discutida en equipos de trabajo. Los ingenieros del siglo XXI deberán estar en capacidad de intervenir activamente en estas discusiones.^[15]

5. EL PLAN DE ESTUDIO

La estructuración de un plan de estudios en ingeniería es un problema complejo que debe encararse con espíritu y método científico. Vista la situación prospectiva de la ingeniería en el mundo y en Colombia se pueden resumir las finalidades de un plan de estudio para los ingenieros de principios del siglo XXI.

La finalidad de un plan de estudios es formar ingenieros que tengan idoneidad en el abordaje de situaciones problemáticas típicas de la profesión, capacidad creadora para producir innovaciones, capacidad de análisis y reenfoque de los problemas, manejo del pensamiento científico y de metodologías de la investigación, sentido de contexto en su actividad, visión global del conocimiento, motivación para una actualización permanente, capacidad para integrar, formar y conducir equipos de trabajo, capacidad para tomar decisiones, alerta con la preservación del ambiente y actitud ética en el ejercicio de la profesión.^[16]

Esto significa que se deben reducir drásticamente los cursos profesionales, fortalecer la formación en diseño, invadir la formación con humanidades y ética e incorporar la enseñanza de la gestión.

La estrategia para formar ingenieros debe hacer énfasis en lo formativo sobre lo informativo y, además de las capacidades específicas de la profesión, debe desarrollar las capacidades generales y las actitudes que se han mencionado a lo largo de este trabajo. Esto implica una fuerte formación básica en la profesión, preparar al alumno para aprender a aprender, la enseñanza activa y los conocimientos justo a tiempo, lo cual demanda una gran flexibilidad curricular. Como señala un estudio reciente. “...los currículos deben tener la capacidad de adaptarse a las prácticas sociales en la parte tanto del “hacer” como del “saber”. Para todos los empresarios es muy determinan-

te el desarrollo de lo “práctico” y la capacidad de concreción del conocimiento.”^[17]

Lo dicho se refiere a la formación de los ingenieros básicos, pero no debe olvidarse que los ingenieros deben formarse continuamente y que la estrategia de desarrollo de nuestro país requiere ingenieros en cuatro niveles:^[18]

— Nivel 1. Investigación técnico-científica sobre nuevos procedimientos para el cálculo de sistemas ingenieriles; descubrimientos y análisis de nuevos hechos que lleven a desarrollos tecnológicos; creación de innovaciones en la producción y en aplicaciones industriales y tecnológicas; innovaciones ingenieriles que deriven del último progreso de las ciencias básicas.

— Nivel 2. Creación de nuevos proyectos en trabajos y obras de ingeniería mediante una clara comprensión y una eficiente capacitación para la utilización de nuevas circunstancias, estudiadas mediante las ciencias básicas; aptitud para buscar y utilizar, no para retener de memoria, la información más adecuada para enfrentar un nuevo problema técnico; imaginación para encarar los problema rutinarios de la ingeniería con espíritu innovador.

— Nivel 3. Dirección y ejecución de obras proyectadas por ingenieros del nivel 2 o el mantenimiento de industrias establecidas; realización de proyectos de obras o industrias tradicionales que utilizan principios y técnicas establecidas.

— Nivel 4. Realización de tareas de ensayos, mediciones, controles, análisis, etc.

El nivel 1 corresponde al doctorado y habría más ingenieros creadores si hubiera más doctores en las facultades, se investigara en los principales campos de la ingeniería que interesan al desarrollo nacional y se tratara de orientar a los alumnos con más talento y vocación por el estudio, hacia la investigación en la tecnología y en las ciencias del ingeniero.

El nivel 2, que correspondería a la Maestría, es también insuficiente en muchas facultades de ingeniería. Además, los otros niveles requieren mantenimiento y actualización, por lo cual —aunque deberían privilegiarse las maestrías y doctorados— deben ofrecer-

se cursos y diplomados de buena calidad, así como programas de especialización modernos y exigentes.

El problema grave es que la estructura de los currículos cambia muy lentamente. Los enfoques pedagógicos establecidos hace cincuenta años todavía controlan los procesos educativos y forman el currículo. No se tiene idea de los tremendos cambios mentales y estructurales que deben realizarse para lograr la formación cabal de los ingenieros.

6. CONCLUSIÓN

Hay que buscar la innovación; es decir, poner en marcha hacia el futuro realidades fluyentes, que hagan más patente la visión que de el hombre de sus relaciones consigo mismo y con el mundo; en otras palabras, que dé y principie a poner en práctica una respuesta verdadera y profunda, sin perder de vista al hombre, a la perentoria pregunta que a través del tiempo y la historia se ha venido haciendo: ¿Qué es el hombre? Que es preguntar: ¿Qué somos?, ¿Dónde estamos?, ¿Cuál es nuestro puesto en el mundo? ¿En el cosmos?...y sobre todo ¿hacia dónde vamos?^[19]

Los seres humanos ¿seremos capaces, o no, de mediar la racionalidad política con los formidables avances tecnológicos?

Hace esto patente que si el ingeniero quiere ser actor real de su presente y futuro, debe aproximarse a otras profesiones con mucho respeto, pero con confianza en su saber y debe acudir a los lugares donde se toman las decisiones, sin miedo a la política, aportando su racionalidad.

El ingeniero del futuro debe conocer los planes de desarrollo nacionales, regionales y municipales para saber qué puede aportar a ellos y qué oportunidades señalan éstos a la ingeniería. Debe conocer a fondo el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, así como el Sistema Nacional de Innovación.

La innovación es fundamental y el ingeniero del futuro tiene, por necesidad, que ser creativo, debe ser creador de empresa y debe conocer los campos de interacción, como las Incubadoras de Empresas, los Centros de Desarrollo Tecnológico, los Parques Tecnológicos, los sistemas de fomento y las oportuni-

des para un ingeniero que no será empleado y, aunque lo sea, deberá ser un gestor de la tecnología.

7. REFERENCIAS

1. VALENCIA G., ASDRÚBAL, *Sobre Tecnología y Sociedad*, Medellín, CESET, Universidad de Antioquia, 1995.
2. YEZHEKEL, DROR, *Enfrentando el futuro*, México, Fondo de Cultura Económica, 1990, p. 70.
3. RODRÍGUEZ G., ELIZABETH, "La prospectiva como disciplina sistémica: conceptos y técnicas", En: *Revista Universidad EAFIT*, No. 82, abril 1991, p. 27
4. ACOSTA P., JAIME, *Tendencias y Rupturas*, Bogotá, Corpes de Occidente, 1994
5. CORTÉS A., CARLOS, "Planes y Prospectiva de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional", En: *Ingeniería e Investigación*, No 37, 1998, p. 111.
6. MASUDA, YONEJI, *La sociedad informática como sociedad postindustrial*, Madrid, Tecnos, 1984, p. 47
7. ACKOFF, RUSSEL L., *Rediseñando el futuro*, Mexico, Limesa, 1995 p. 21
8. SMITH JR., CLIFFORD V., "La educación en ingeniería para la competencia en el siglo XXI", En: *Conferencia Mundial sobre educación en ingeniería y líderes en la industria*, París, 1996, ACOFI, 1997, P. 175.
9. FERRO B., JESÚS, "Estrategias educativas para la ingeniería del año dos mil", En: *Visión de la Universidad ante el siglo XXI*, Ediciones Uninorte, Barranquilla, 1996, p. 96
10. CLARKE, R. W. AND KULACKI, F. A., "International Engineering: Tins our Engineer School Never Told You", In: *Mechanical Engineering Education for Global Practice. Proceedings of the 1997 ASME Mechanical Engineering Department Heads Conference*, American Society of Mechanical Engineers, New York, 1997, p. 27.
11. BERNAL P., CAMPO ELÍAS Y ÁLVARO MORALES T., "La ingeniería colombiana y su papel en la investigación y la tecnología", En: *Memorias Seminario Ingeniería, Investigación y Sociedad*, Quirama, 1998, p. 95.
12. POVEDA R., GABRIEL, "La ingeniería y su impacto social y económico", En: *Memorias Seminario Ingeniería, Investigación y Sociedad*, Quirama, 1998, p.147.
13. MOJICA S., FRANCISCO JOSÉ, La prospectiva, Bogotá, Legis, 1993; Mojica Sastoque, Francisco José, *Análisis del siglo XXI*, Alfaomega, Bogotá, 1998, p. 182

14. SICARD, TOMAS LEÓN, "Educar para lo superior en el Siglo XXI", En: *La Tadeo*, Vol. IX, No. 41, Abr.-Jun., 1994 p.112
15. MEADOWCRFT, T. RAY, " The Metals and Materials Engineer in the 21st", In: *Engineering & Mining Journal*, November, 1992, p. 19.
16. MORALES M., ROBERTO, "Formación del ingeniero para el tercer milenio", En: *1^{er}. Encuentro peruano de la enseñanza de la ingeniería*, Lima, Abril de 1999. Memorias reproducidas por ACOFI.
17. SALAZAR, MÓNICA, *Hacia un marco de desarrollo de la universidad estatal. Visión y acción desde la pertinencia*, Bogotá, ICFES – Corporación Calidad, 1998.
18. CERNUSCHI, FÉLIX, "Criterios modernos para la formación de ingenieros", *Integrando*, No 3, Montevideo, Junio, 1999. Sitio: www.Fing.edu.uy/cei/integrando/revista_revista_03/formaci/html.
19. CUERVO ESCOBAR, JULIO ENRIQUE, "Hombre y civilización en la encrucijada", En: *Sociedad Educación y Desarrollo*, Dic. 1995, p.72.70

INSTRUCCIONES PARA QUIENES DESEEN ESCRIBIR EN REVISTA FACULTAD DE INGENIERÍA

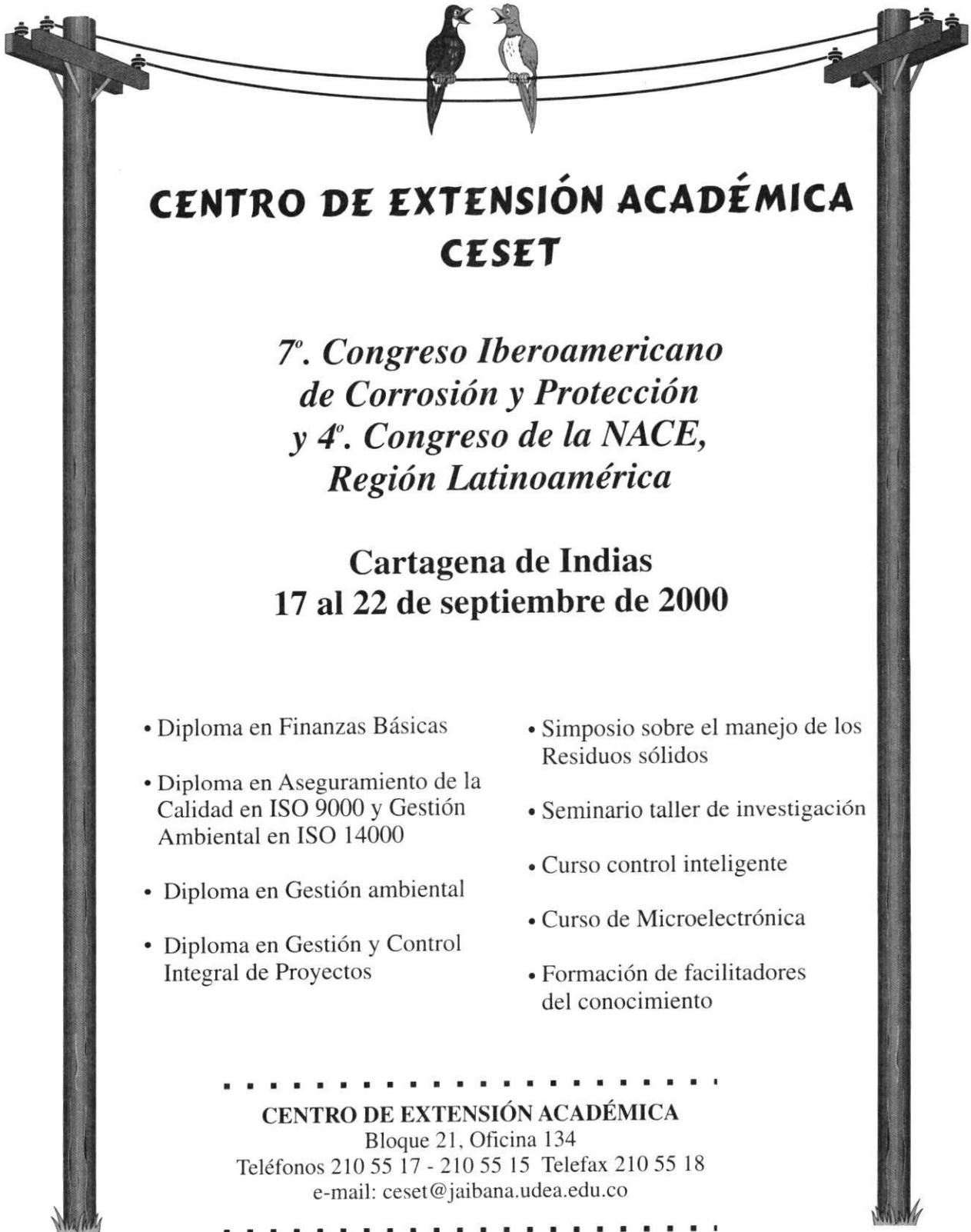
1. Presentar trabajos inéditos, de preferencia español.
2. Los trabajos no deberán exceder 25 páginas, tamaño carta a doble espacio.
3. Acompañar el artículo con un resumen no mayor de 15 renglones, abstract, y palabras clave
4. Agradecemos la colaboración para la ambientación del artículo con el aporte de fotografías e ilustraciones con que se quiere acompañarlo, y los cuerpos de texto a resaltar.
5. Anexar los datos del autor: nombre, número de fax o correo electrónico, nombre de la institución donde labora y curriculum breve, para reconocimiento de los créditos respectivos.
6. Entregar impresión del original y disquete correspondiente, digitado en word de microsoft, el texto sin formato en times new roman 12 puntos, igual formato para las ecuaciones y los símbolos en cursiva.
7. Presentar las citas, referencias bibliográficas y hemerografías al final del artículo en la siguiente forma:
 - a. Las referencias bibliográficas y notas deberán presentarse numeradas en la forma siguiente: apellido y nombre del autor, título de la obra en cursiva, lugar de edición, editorial, año de edición y páginas de referencia. Ejemplo:

FOCAULT, Michael. *Un diálogo sobre poder*. Madrid. Alianza. 1981. p. 135
 - b. Presentar las referencias hemerográficas en el siguiente orden: apellido y nombre del autor, título del artículo entre comillas, nombre de la revista o periódico en cursiva, volumen, número, lugar de edición fecha de publicación, páginas de referencia. Ejemplo:

SALCEDO, Salomón. "Política agrícola y maíz en México: hacia el libre comercio norteamericano". En: Comercio Exterior. Vol 43. No. 4. México D.F. Abril 1993.
 - c. En caso de que las referencias bibliográficas o hemerografías tengan más de dos autores usar la forma siguiente:

nombre del autor que aparezca en primer lugar, seguido de la expresión et - al (que significa "y otros" en cursivas y continuando con los datos ya referidos para bibliografía y hemerografía.
8. Las notas de pie de página deberán contener solamente aclaraciones o complementos del trabajo que, sin afectar la continuidad del texto, aporten información adicional que el autor considere necesario incluir.
9. Si se desea resaltar palabras o frases en el texto, usar de referencia letra cursiva.
10. Cuando se empleen siglas o abreviaturas, anotar primero la equivalencia completa seguida de la sigla o abreviatura correspondiente entre paréntesis y en lo subsecuente escribir sólo la sigla o abreviatura respectiva.
11. Por tratarse de una publicación con arbitraje, la revista recibe, revisa y envía los trabajos al dictamen del Comité Editorial, de cuyo criterio depende su publicación, con base en el concepto de evaluadores especializados.
12. Los originales se conservan como parte del archivo de la revista.
13. Por derechos de autor se reconocerán 3 ejemplares de la revista, que serán enviados a cada autor.
14. Favor enviar la colaboración a:

REVISTA FACULTAD DE INGENIERÍA
Universidad de Antioquia
Ciudad Universitaria, Bloque 18, oficina 141
Tel: 210 55 43 - 210 55 74
Apartado Aéreo 1226
e-mail: revista.ingenieria@udea.edu.co



CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA CESET

*7°. Congreso Iberoamericano
de Corrosión y Protección
y 4°. Congreso de la NACE,
Región Latinoamérica*

**Cartagena de Indias
17 al 22 de septiembre de 2000**

- Diploma en Finanzas Básicas
- Diploma en Aseguramiento de la Calidad en ISO 9000 y Gestión Ambiental en ISO 14000
- Diploma en Gestión ambiental
- Diploma en Gestión y Control Integral de Proyectos
- Simposio sobre el manejo de los Residuos sólidos
- Seminario taller de investigación
- Curso control inteligente
- Curso de Microelectrónica
- Formación de facilitadores del conocimiento

.....
CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
Bloque 21, Oficina 134
Teléfonos 210 55 17 - 210 55 15 Telefax 210 55 18
e-mail: ceset@jaibana.udea.edu.co
.....

CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA CESET

VISIÓN

El Centro de Extensión Académica de la Facultad de Ingeniería, continuará siendo una dependencia especializada en el ofrecimiento de programas de educación permanente y capacitación en los campos de la ingeniería y áreas afines. Antes del año 2000 contará con aulas, oficinas y demás elementos apropiados para la eficiente prestación de sus servicios. Utilizará los más avanzados recursos técnicos y pedagógicos, tales como los de informática, telecomunicaciones, multimedia y educación semipresencial y será reconocido nacionalmente por la excelencia académica y administrativa.

MISIÓN

- Prestar apoyo a todos aquellos que en la Facultad quieran desarrollar actividades de extensión, pero específicamente podemos desglosarla en:
- Fomentar, canalizar y apoyar todas las actividades extracurriculares de la Facultad de Ingeniería, que contribuyan al cumplimiento de la misión de la Universidad de Antioquia, en lo relativo a la extensión académica.
- Propender por la actualización y capacitación de los profesionales de la ingeniería y áreas afines.
- Propiciar la proyección de la Facultad de Ingeniería, así como la capacitación y actualización de sus empleados no docentes y docentes.
- Centralizar los recursos necesarios para realizar las actividades de extensión académica y de proyección de la Facultad, con el propósito de presentar ante la comunidad una institución capaz de garantizar servicios de óptima calidad.

Se terminó de imprimir
en la Imprenta
Universidad de Antioquia
en el mes de junio de 2000

REVISTA FACULTAD DE INGENIERÍA

CUPÓN DE SUSCRIPCIÓN

Suscripción y factura a nombre de: _____

Dirección de envío: _____

Teléfono: _____ Fax: _____

Residencia: _____ Oficina: _____

Ciudad: _____ País: _____

Correo Electrónico: _____

Suscripción a partir del número: _____

Fecha: _____

_____ Firma: _____

Cheque No. _____ Banco: _____ Ciudad: _____

Valor de la suscripción: (4 números):

- * Colombia: \$ 20.000
- * América Latina: US\$ 85
- * Norteamérica y Europa: US\$ 117

IMPORTANTE:

Todo pago se hace a nombre de: Universidad de Antioquia CIA, Centro de Costo 8703.

Para su comodidad, usted puede cancelar en cheque y enviarlo al apartado aéreo: 1226 o consignar el valor de la suscripción en la cuenta nacional N° 180-1077-9 del Banco Popular, en cualquier oficina del país, a nombre de la UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA -CIA-, centro de costo 8703.

Si usted paga por este sistema, debe sacar una fotocopia del recibo de consignación y enviarla junto con la suscripción.

NOTA: Los precios en dólares incluyen el valor del correo y la transferencia.