

**CULCyT**



## Cultura Científica y Tecnológica

Revista Bimestral. Agosto–Septiembre, 2004.

Año 1, N° 3

**El Desarrollo de Software**

**La Tragedia de los Comunes**

### **COLUMNAS**

Fernández  
Garza  
Padilla  
Rodas

Resultados del Programa para la  
Formación de Investigadores

**Paráfrasis Ambiental**

**Instituto de Ingeniería y Tecnología**  
**Universidad Autónoma de Ciudad Juárez**



---

## Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

---

Dr. Felipe Fornelli Lafón  
**Rector**

Quím. Héctor Reyes Leal  
**Secretario General**

Dr. Gerardo Reyes Macías  
**Director del IIT**

M.I. Gerardo Sandoval  
**Coordinador de Investigación  
IIT**

---

### CULCyT

---

**Fundador y Director Editorial**

Dr. Victoriano Garza Almanza

---

### Comité Editorial

---

Dr. Mohammad Badii

Dr. Pedro Cesar Cantú

Dr. Victoriano Garza

Dr. Barry Thatcher

Dr. Hugo Vilchis

Dra. Leticia Villarreal

---

### Columnas

---

MC Luis Felipe Fernández  
**Coordinador**

Dr. Victoriano Garza

MC Gerardo Padilla

Dr. Jorge E. Rodas O.

---

Portada: Dr. Enrique Garza Loya.



*Cultura Científica y Tecnológica (CULCyT)* es una revista académica multidisciplinaria, publicada bimestralmente por el Instituto de Ingeniería y Tecnología (IIT) de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, que tiene como misión contribuir a la formación integral de los jóvenes universitarios y fomentar el interés público por la ciencia y la tecnología. La revista **CULCyT** es editada por el Programa para la Formación de Investigadores del IIT. Registro en trámite. **Oficina:** Av. del Charro 610 Nte. Edificio "E" 213-E. C.P. 32310. Cd. Juárez, Chihuahua. MÉXICO.

Tel. (52-656) 688-48-46.

Correo electrónico: vgarza@uacj.mx

Los autores son responsables de sus textos.

**CULCyT** en línea: <http://www.uacj.mx/IIT/CULCYT/default.htm>

## Carta del editor



¿Por qué escribir? Pregunta Jean–Paul Sartre. Y responde: “Cada cual tiene sus razones: para éste el arte es un escape; para aquel un modo de conquistar. Pero cabe huir a una ermita, a la locura, a la muerte y cabe conquistar con las armas. ¿Por qué precisamente escribir, hacer por escrito esas evasiones y esas conquistas? Es que, detrás de los diversos propósitos de los autores, hay una elección más profunda e inmediata, común a todos.”

En el campo de las ciencias, existe una razón fundamental para escribir: llegar a ser. Ser científico, investigador social, académico o tecnólogo. Sin la palabra escrita un investigador está incompleto.

La expresión escrita institucionalizó a la ciencia, y sin ella, tal cual es hoy día, el sistema científico se desmoronaría.

El investigador de un centro científico, una universidad o tecnológico, no cumple su ciclo de desarrollo sólo por hacer investigación. Si los resultados de sus estudios nomás le sirven de justificación para seguir cavando en el mismo lugar y amontonando informes, o para viajar y presentar en foros internacionales sus exposiciones magníficamente proyectadas en “power point” y verbalizadas con una retórica técnica, no está haciendo su tarea a cabalidad.

En ciencia no queda terminado un proyecto de investigación hasta que el autor publica sus resultados en revistas especializadas.

Podría decirse que, en los últimos cien años, este ha sido el *leitmotiv* del científico.

Pero la labor de quien investiga tampoco finaliza totalmente al concluir algún trabajo y sacarlo a la luz en las páginas de los *journals* para expertos, aunque esto es lo que la mayoría de los científicos aún cree y hace, lo cual fue válido hasta hace pocas décadas. Por el contrario, si una porción de la información generada, así sea una milésima parte, se “traduce” al lenguaje coloquial y se le acerca a la gente, se estará contribuyendo a la *alfabetización científica* de la comunidad, y probablemente el número de personas interesadas en el tema de uno aumente.

Esto último es el propósito de la nueva sección de *Cultura Científica y Tecnológica*, denominada **Columnas**: servir de foro a los investigadores que a partir del presente número colaborarán desde sus ámbitos de trabajo, reflexionarán sobre lo que ocurre en el entorno de sus disciplinas, y compartirán sus pensamientos.

El lector esperado, como dice Sartre, es el “lector universal”, cualquiera que se detenga, sin importar su formación, y al leer las páginas de la revista haga posible que *Cultura Científica y Tecnológica* sea.

**Victoriano Garza Almanza**



PORTADA:  
Sierra del Diablo  
Bolsón de Mapimí.  
Sur de Chihuahua.

# CULCyT

---

## CONTENIDO

---

Agosto – Septiembre, 2004. Año 1, N° 3

- 2 CARTA DEL EDITOR // Editorial**
  
- 4 EL DESARROLLO DE SOFTWARE // Artículo Principal**
  
- 11 LA TRAGEDIA DE LOS COMUNES // Clásicos de la Ciencia**
  
- 21 PARAFRASIS AMBIENTAL // Excerpta**
  
- 23 COLUMNAS**
  - 23 A veces me siento y pienso... y a veces, nomás me siento**
  - 24 El Software en México**
  - 25 La Puerta**
  - 26 Publica o Perece**
  
- 27 CIENCIA EN LA NOTICIA**
  
- 29 LA MENTORÍA COMO ESTRATEGIA PARA LA TRANSMISIÓN DE CONCEPTOS Y HABILIDADES DE INVESTIGACIÓN // Formación de Investigadores**
  
- 31 DIPLOMADO EN INVESTIGACIÓN // Galería de Fotos**
  
- 36 INDICE DE AUTORES**

## El Desarrollo de Software: Una Obra Hecha por Ingenieros

(La necesidad de ingenieros de software)

Luis Felipe Fernández Martínez<sup>1</sup>

### Resumen

**Hablar de la necesidad de ingenieros de software en México significa hablar de avance tecnológico y de su impacto en la vida cotidiana, del Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT), de la capacidad de la industria de desarrollo de software, de la capacidad para educar y formar en esta disciplina, y de los retos que enfrentan la industria, las instituciones de educación y el gobierno. Significa también, encontrar respuestas a los problemas actuales y planear el futuro y sobre todo... actuar**

### 1. Introducción

Este trabajo pone de relieve la importancia que tiene, para el país, la formación de recursos humanos en la disciplina de la ingeniería de software. Esto se hace desde cuatro perspectivas diferentes: la primera, analizando brevemente el impacto en la vida cotidiana y la sociedad actual, del avance tecnológico; la segunda, desde las metas y estrategias del Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT); la tercera, la situación de la industria nacional de desarrollo de software a la luz de las metas propuestas en PROSOFT; y cuarto, el papel de las instituciones de educación e investigación en esta disciplina, y que está planteado claramente en la estrategia dos de PROSOFT.

El desarrollo y el avance tecnológico han alcanzado posiciones que en hace poco más de tres de décadas no se hubiera sospechado. Basta con mirar a nuestro alrededor para darnos cuenta de la influencia que tiene la tecnología en nuestra cotidianidad. Como ejemplo, es suficiente

recordar las historias que se tejieron con el famoso error Y2K. Todas ellas hablaban de que el software podría fallar y como resultado, poner en punto muerto nuestro mundo.

En la inmensa mayoría de los países, los sistemas sociales, políticos, económicos y hasta culturales dependen en gran medida de complejos sistemas basados en computadoras, y evidentemente en software. La dependencia no es exclusivamente hacia su interior, sino que las relaciones entre ellos son también, en muchos casos, regidas por tecnología. El desarrollo de software de complejidad y tamaño cada vez mayores ha, sido inevitable. Imaginar, actualmente, un mundo sin tecnología es prácticamente imposible, de hecho para que esto no suceda, es necesario contar productos tecnológicos seguros y de calidad. Es evidente que esto último requiere de recursos humanos, además de tecnología, con capacidad para lograrlo.

Es claro que el mundo cada vez más se mueve en base a la tecnología. El desarrollo de productos tecnológicos, entre ellos el software, es una necesidad pero a su vez una oportunidad de crecimiento económico. La industria mexicana de software tiene un papel prioritario dentro de la economía nacional, es detonadora de empleos y ayudará a elevar el Producto Interno Bruto. Según el estudio, realizado por CompTIA [14], la industria del software es de gran importancia para la economía nacional.

El estudio parte de los siguientes puntos:

- El Software es un motor para el crecimiento económico
- Se necesita mayor inversión en software para lograr el desarrollo de la infraestructura de Tecnologías de Información
- Con esto, se estimulará la generación de empleos y crecerá el Producto Interno Bruto
- El gobierno deberá impulsar programas que colaboren al crecimiento de la industria mexicana de software

Los países con inversiones en tecnología mayores al 7.5% cuentan con economías más sólidas en comparación con aquellos donde se invierte menos del 2.1%. En México actualmente, este porcentaje es de 1.5%. De nuevo surge la

<sup>1</sup> Profesor Investigador en el Departamento de Eléctrica y Computación. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Instituto de Ingeniería y Tecnología. [lfernand@uacj.mx](mailto:lfernand@uacj.mx)

necesidad de contar con recursos humanos con formación para aprovechar esta oportunidad.

En el 2002, el Gobierno Federal lanzó un Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT) [1], bueno en el papel y en la dirección correcta; a la fecha, sin resultados claros, con falta de apoyos sustanciales; podría decirse que casi estancado y quizá hasta mal difundido. Este programa debería ser un detonante para la gran mayoría de las instituciones de educación, y a la vez un punto de partida para la industria nacional. En ambos casos el resultado ha sido más bien pobre, aunque también habría que aceptar que ha tenido más influencia en la industria.

La industria del desarrollo de software en México es una gama bastante heterogénea, se pueden encontrar desde micro empresas hasta empresas sumamente grandes. Entre ellas, además de la diferencia de tamaño, nicho de mercado y tipo de empresas que atienden, habría que diferenciar el nivel de madurez en el que se encuentran como empresas desarrolladoras de software, es decir, la posición que ocupa su ingeniería como medio de producción. Esta industria se presenta como una alternativa real de crecimiento económico; actualmente es un segmento naciente con muchos inhibidores, congelado, disperso y con estructuras administrativas familiares o informales.

PROSOFT establece claramente en su estrategia dos, la necesidad de formar recurso humano capacitado, y es evidente que la industria requiere con urgencia no solo de este recurso, sino también de métodos, técnicas y métodos que ayuden a hacer más madura la ingeniería de producción y administración que ellos utilizan.

La docencia y la investigación en ingeniería de software son dos áreas aún incipientes en el país. En el aspecto docente, a pesar de la gran cantidad de programas que existen relacionados con las ciencias, sistemas e ingenierías computacionales, no se cuenta aún con una oferta masiva de programas específicos de esta disciplina. Con respecto a la investigación se puede decir que existe, pero los investigadores de esta área no son muchos y trabajan casi de forma aislada; están en su mayoría dispersos en centros de investigación y en universidades. En ambos casos no existe una clara vinculación con la industria. Esta situación es para el país una desventaja y tiene que ser atendida por las diferentes instituciones de educación de forma conjunta, planeada y en clara

comunidad con el gobierno y la industria, tanto nacional como extranjera.

Aunque se pueden identificar varios problemas, nos interesan dos medulares: el principal de ellos es el apoyo que recibe actualmente el PROSOFT en relación a la estrategia 2 y el segundo es, la débil reacción de la gran mayoría de nuestras instituciones de educación técnica y superior a tal programa.

El artículo está configurado de la siguiente manera. En la sección dos se hace una sucinta reseña del PROSOFT; en la sección 3, se continúa con una breve referencia a el papel de software y la ingeniería de software; en la sección cuatro, se analiza la situación de la ingeniería de software en México desde tres puntos de vista: docencia, investigación e industria; en la sección cinco se presentan algunos de los retos y se hace énfasis en el reto que presenta la formación de recursos humanos en esta disciplina. Por último, en la sección seis, las conclusiones.

## **2. El Programa para el Desarrollo de la Industria del Software**

El Plan Nacional de Desarrollo 2001 - 2006 plantea el fomento a la industria y el mercado de Tecnologías de la Información (TI) como estrategia para aumentar la competitividad del país. Las TI tienen un efecto transversal en toda la economía, razón por la cual impactan positivamente la competitividad de todos los sectores. Como resultado de este Plan Nacional, el 9 de Octubre del 2002 la Secretaría de Economía lanzó el Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT) [1], con el objetivo de crear las condiciones necesarias para que México cuente con una industria de software competitiva internacionalmente y asegurar su crecimiento en el largo plazo.

Dado el gran potencial con que cuenta México para desarrollar esta industria, la Secretaría de Economía, en coordinación con organismos empresariales y empresas del sector diseño, dentro del PROSOFT, metas de largo plazo con miras a que en el año 2013 el país:

- Logre una producción anual de software de \$5,000.00 millones de dólares.
- Alcance el promedio mundial de gasto en tecnologías de información.

- Se convierta en el líder latinoamericano de desarrollo de software y contenidos digitales en español.

Para alcanzar estas metas, la Secretaría de Economía convocó a organismos e instituciones gubernamentales federales, estatales y municipales, así como a las propias industrias del software y el sector académico del país. El resultado fue un programa consensuado constituido por 7 estrategias:

1. Promover las exportaciones y la atracción de inversiones.
2. Educar y formar personal competente en el desarrollo de software, en cantidad y calidad convenientes.
3. Contar con un marco legal promotor de la industria.
4. Desarrollar el mercado interno.
5. Fortalecer a la industria local.
6. Alcanzar niveles internacionales en capacidad de procesos.
7. Promover la construcción de infraestructura física y de telecomunicaciones (agrupamientos empresariales).

El PROSOFT sigue contando con el apoyo de la iniciativa privada en el desarrollo de sus proyectos, algunos de los cuales han culminado con reformas legales adoptadas por el H. Congreso de la Unión [13].

### 3. El Software y la ingeniería de software

Roger Pressman, en su libro de ingeniería de software, escribía: *“El software es casi ineludible en un mundo moderno. A medida que nos adentremos en el siglo XXI, será el que nos conduzca a nuevos avances en todo, desde la educación elemental a la ingeniería genética”* [12].

No hay que hacer un recuento mayor de ello, podríamos apoyarnos en lo que ya expresamos líneas arriba e intentar reafirmar y hacer ver, con algunos otros ejemplos que tan medular es. Quizá sea mejor recurrir a una visión poética del software. Chicamatzu escribe que “un poeta no dice esto es triste, hace que el objeto mismo sea triste, sin necesidad de subrayarlo”. Intentaré hacer sentir la importancia del software desde un verso, no recuerdo al autor, pero él se refería al mar; lo he adecuado un poco a riesgo de parecer (o ser) hereje:

*“no tiene comienzo el mar  
lo hallas donde lo ves por vez primera y te sale al  
encuentro por todas partes.”*

este es sin duda un verso contundente, para el mar y para el software. Ahora considere solo la parte subrayada como referencia al software.

El uso y el desarrollo de software se ha vuelto crítico y en muchos aspectos vitales; quizá sin que lo percibamos concretamente dependen de él directa e indirectamente no solo vidas, sino la calidad de vida de nuestra cotidianidad actual. Por natural necesidad hemos transitado de la no tan simple programación de computadoras a lo que ahora se conoce como ingeniería de software. Una diferencia entre estos dos puntos es que el programador solitario de antaño ha sido sustituido por un equipo de especialistas de software. Esta diferencia, aunque básica, no es la única. El término ingeniería da una profundidad que es necesario entender completamente.

El desarrollo de software a final de cuentas tiene como objetivo la entrega de un producto, y como tal, este producto tiene un usuario. No era posible que pasara mucho tiempo sin que la comunidad que desarrolla software y los mismos usuarios se percataran de que este hecho exigía darle al desarrollo de software otras dimensiones.

Si bien en sus inicios el desarrollo de software era artesanal, y en alguna medida sigue siéndolo, era necesario incorporarle al menos por analogía con otras disciplinas e industrias: procesos, métodos técnicos y de gestión, así como herramientas. Evidentemente a la par de lo que existe actualmente como materia de estudio, o quizá de forma más adecuada mediante la creación de una disciplina de estudio, de investigación y de aplicación, que fundamentalmente tomara el desarrollo de software como *“leit motiv”* la Ingeniería de Software es esta disciplina y es una disciplina joven.

Hace ya algún tiempo que el desarrollo de software está pasando de ser una obra hecha por programadores (por muy buenos que estos sean) a ser una obra hecha por ingenieros. Esto ha generado una nueva profesión: la de ingeniero de software, profesionistas con mayores capacidades para el desarrollo de software.

Para comprender la ingeniería de software como profesión hay que entender que la producción de

software va más allá de sólo procesos técnicos; que también comprende actividades, como la administración (lo que implica restricciones financieras y organizacionales), el desarrollo de herramientas, métodos y teorías de apoyo a la producción. En general, los ingenieros de software adoptan un enfoque sistemático y organizado de su trabajo.

#### **4. Situación actual de la ingeniería de software en México**

##### **4.1 Docencia**

En el país existen registrados por la ANUIES alrededor de 800 [4] programas relacionados con las ciencias, sistemas e ingenierías computacionales y con un sin número de títulos o nombres de programas. Sin embargo, hasta el 2003, no existían en los Sistemas Tecnológicos (Universidades o Institutos) ni en la Universidades públicas o privadas, programas de técnicos o de ingenieros en software. Actualmente algunas universidades, como la Autónoma de Yucatán, están en etapa de abrir programas de licenciatura específicos en esta disciplina. Con referencia al posgrado, se han localizado programas de maestría en ingeniería de software en diferentes universidades: Universidad Tecnológica de la Mixteca [2], Universidad Autónoma de Querétaro [3], Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla [5] y el Centro de Investigación en Matemáticas A. C., [6]. Sólo los dos últimos programas son específicos en ingeniería de software; los demás ofrecen una posible terminación en esta área. En cuanto a doctorados aún no existen ofertas concretas, la situación es similar a la de programas de maestrías, algunos doctorados ofrecen cierta orientación hacia ingeniería de software. Por otro lado, CONACYT no tiene registrado ningún programa en el área de ingeniería de software en su padrón de posgrados.

Si bien es cierto que los programas en algunas de las áreas de la computación ofrecidos en México datan ya de varias décadas, y que en algunos de ellos se ha incorporado la ingeniería de software a sus planes de estudio, también es cierto que en México la ingeniería de software como disciplina de estudio e investigación, no pasa de tener una vida de una década o un poco más y evidentemente no está consolidada plenamente.

##### **4.2 Investigación**

En cuanto a investigación la situación es mucho menos alentadora; aunque existen investigadores en esta disciplina, no son muchos y trabajan casi de forma aislada, están en su mayoría dispersos en centros de investigación y en universidades. Actualmente existe solo un grupo identificado plenamente (grupo de ingeniería de software del CIMAT, en Guanajuato, Gto.) y con muy buenos resultados [7]. En cuanto a la difusión nacional de trabajos de investigación existe un congreso (Encuentro Internacional de Ciencias de la Computación ENC) el cual contempla dentro de sus áreas de exposición la ingeniería de software y que cuenta adicionalmente con un Taller de Ingeniería de Software [8], donde la comunidad tanto de docencia como de investigación analizan la problemática que gira alrededor de la formación de recursos humanos en esta disciplina.

Hay otros foros, no precisamente de investigación, que se realizan en diferentes estados, generalmente auspiciados por alguna institución de educación, pública o privada y apoyados por empresas (la mayoría no nacionales) del ramo y orientados más a lo profesional, es decir hacia la difusión de metodologías o soporte a ellas.

##### **4.3 Industria**

La industria del desarrollo de software en México es una gama bastante heterogénea; se pueden encontrar desde micro empresas hasta empresas sumamente grandes. Entre ellas además de la diferencia de tamaño, nicho de mercado y tipo de empresas que atienden, habría que diferenciar el nivel de madurez en el que se encuentran como empresas desarrolladoras de software, es decir, la posición que ocupa su ingeniería como medio de producir software.

La industria del desarrollo de software ha optado en su gran mayoría por evaluarse de acuerdo a CMMI (Capability Maturity Model Integration), modelo propuesto por el SEI [9]; aunque hay que considerar que no es la única forma de hacerlo. Entender este modelo requiere de un conocimiento que quizá no está al alcance de cualquier audiencia; por lo tanto, para caracterizar el nivel de madurez y calidad de la ingeniería de la industria nacional, consideramos más adecuado utilizar un modelo menos complejo y más ilustrativo. El modelo al que se hace referencia es propuesto en 1990 por Mary Shaw [10], Fig 1.

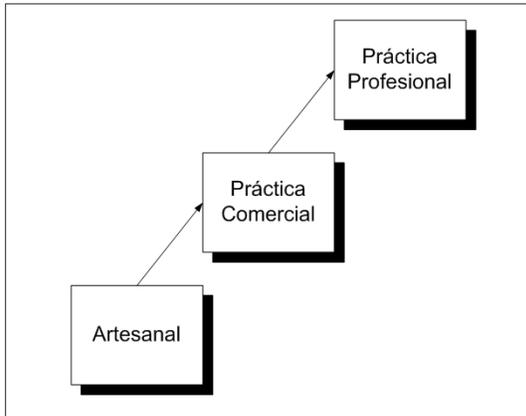


Fig. 1. Evolución de la ingeniería

Para Shaw [10] la ingeniería históricamente emerge de prácticas *ad-hoc* en dos etapas: primero las técnicas de gestión y producción permiten establecer rutinas de producción; luego, los problemas que se presentan en estas rutinas de producción estimulan la creación de conocimientos (ciencia) de soporte; este conocimiento, eventualmente se integrará con prácticas establecidas dando como resultado prácticas profesionales de ingeniería. La figura 1 se puede explicar de la siguiente manera, al agregar producción (masiva) a lo artesanal se adquiere una práctica comercial, luego al agregar conocimientos a las prácticas comerciales se tiene como resultado prácticas profesionales de ingeniería.

La ingeniería que se utiliza en el desarrollo de productos de software no se escapa a este modelo y por lo tanto las empresas instaladas en este ramo tampoco. No existe un estudio público que indique con certeza la madurez de nuestra industria, pero es un secreto a voces que en su mayoría (salvo contadas excepciones) están fuera de cualquier modelo de calidad internacionalmente reconocido (CMMI, ISO 15504, entre otros). El grueso de la industria del software en México pertenece al rubro de pequeñas, es decir con menos de 50 empleados y con procesos de calidad e ingeniería de software casi inexistentes [11]. No es descabellado sacar algunas conclusiones: primero, la industria nacional de este tipo en su generalidad se encuentra muy por debajo de tener competitividad internacional; segundo, existe un mercado nacional, atendido por empresas nacionales que deja mucho que desear en cuanto a su nivel de calidad en su ingeniería y por lo tanto susceptible de ser marginado por industrias de otros países y por último, la madurez de la ingeniería que se

utiliza en este ramo de la industria (salvo excepciones notorias) podría ser ubicado en lo artesanal y a mata caballo en la práctica comercial, Fig. 1.

Este último punto tiene implicaciones angustiantes: las características de la ingeniería nacional de producción de software son las siguientes: uso de fuerza bruta, cierto aprovechamiento de talento y virtuosismo, uso deficiente de recursos y en el mejor de los casos procedimientos pobremente establecidos y no repetibles, refinamiento pragmático y entrenamiento en lo mecánico entre otras.

### 5. Los retos

Son varios los retos que el país debe enfrentar en su camino hacia la promoción y consolidación de un México competitivo internacional y nacionalmente como productor de software, y lograr que esta industria sea un detonante de la economía nacional.

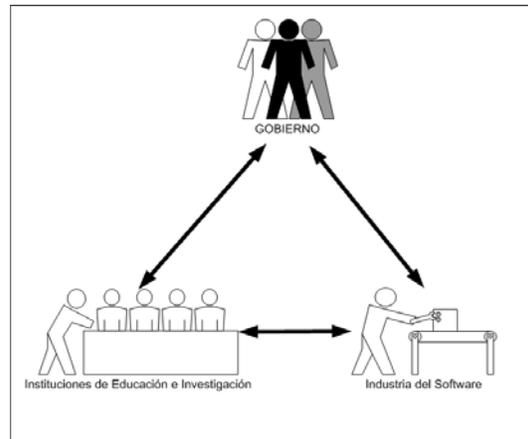


Fig. 2: Los principales actores de PROSOFT

El primero de ellos, y de vital importancia, se ha enfrentado ya; se ha entendido la pertinencia de considerar como parte importante de este proyecto la participación conjunta de tres actores: gobierno, industria e instituciones de educación e investigación, Fig. 2. Esto ha generado en principio, una línea clara y directa que ha sido establecida como programa nacional. Sin el PROSOFT poco se podría hacer en el afán de llevar a la industria de México a ocupar un lugar privilegiado dentro del contexto global. Dar un seguimiento, propiciar de una manera clara que las metas y estrategias del PROSOFT se cumplan y que los participantes tengan un apoyo sustancial para cumplir con sus responsabilidades son

acciones no menores del gobierno. Los otros dos actores tienen también a su cargo dar respuestas adecuadas desde su propia perspectiva.

Si bien es cierto que el PROSOFT ha permitido que la industria del software y las organizaciones (AMITI por ejemplo) que giran en torno a ella hayan generado respuestas vinculadas estrechamente al programa, y que algunas entidades federativas (Jalisco, Nuevo León, Aguascalientes, entre otros) tomen acciones orientadas a establecerse como “clusters” de industrias de desarrollo de software, también es cierto que el otro actor importante, las instituciones de educación, escasamente hayan respondido de manera articulada. Esfuerzos como el de la ANIEI (Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Informática, A. C.) quizá el más sólido, arduo, coherente y dirigido, no han recibido un apoyo masivo por parte de las instituciones, manifestado en un compromiso donde se le inviertan recursos humanos y materiales suficientes.

Es precisamente este último punto el que interesa a este trabajo. La estrategia número dos de PROSOFT, deja claro cuál es la responsabilidad de las instituciones de educación e investigación: “Educar y formar personal competente en el desarrollo de software, en cantidad y calidad convenientes” Las líneas de acción asociadas a esta estrategia giran en torno a planes y programas de estudio, formación y certificación de profesores, métodos de enseñanza, la aplicación productiva, investigación y desarrollo, equipamiento y conectividad, mercados de trabajo nacional e internacional, capacitación y formación permanente de recursos humanos y la vinculación con el extranjero. Lo anterior no es gratuito, ya que la docencia y la investigación permiten principalmente:

- Habilitar dos de los primordiales recursos de la industria del software: el conocimiento y el recurso humano.
- Impacta directamente en la habilitación de formadores calificados y actualizados

Se pueden identificar tres estratos o nichos de formación de recursos humanos sobre los cuales se debe actuar: el primero, es el espacio formado por los profesionistas actuales del desarrollo de software y que requieren de actualizar sus conocimientos; el segundo, es el de los futuros

profesionistas de esta disciplina, inscritos en licenciaturas cuyos programas de estudio deben ser adecuados a las nuevas necesidades y el tercero, los que aún están por llegar a las aulas y que podrían optar por una preparación específica en desarrollo de software.

Los tres estratos requieren de diferentes estrategias. Estas estrategias tienen en común la necesidad de que exista una fuerte vinculación entre la industria, las técnicas o metodologías estándares para el desarrollo de software con calidad y las instituciones de educación e investigación.

En la atención al primer estrato existen ya empresas de servicios que ofrecen actualización de conocimientos; sin embargo estas empresas están concentradas en las principales ciudades del país, la industria que requiere de este servicio está dispersa en los diferentes estados. Por lo que respecta al segundo estrato, existe un avance considerable en el trabajo desarrollado por la ANIEI, sus propuestas de modelo de perfiles de capital humano para la industria del software, los modelos curriculares de nivel licenciatura y modelo paracurricular del desarrollador del software [15] lleva un buen trecho avanzado y ha sido el fruto de las colaboraciones de un grupo de profesores de reconocidas escuelas de nivel profesional y que cuenta con el consenso de la comunidad educativa nacional.

El tercer estrato orilla a establecer programas de formación en ingeniería de software. Esto implica un desafío y una oportunidad. El desafío está en aprovechar experiencias adquiridas en áreas afines, en evitar que la formación de recursos humanos, la investigación y la vinculación con el sector de la industria de desarrollo de software tome causas que pueden no ser las más adecuadas. La oportunidad está en que aún no existen muchos programas de formación en esta área y esto permitiría homogenizar por un lado y también matizar por otro la formación en esta disciplina. En este sentido existe una propuesta que se presentó en el Taller de Ingeniería de Software en el ENCO3 [16]; esta propuesta es un Marco Conceptual para la Formación de Recursos Humanos en Ingeniería de Software. Sobre ella se inició un trabajo en una reunión posterior, auspiciada por y celebrada en el CIMAT, Guanajuato, Gto., el 31 de octubre de 2003. Por desgracia no ha habido una continuidad y el trabajo ha quedado hasta cierto punto trunco; pero es susceptible de ser retomado.

## 6. Conclusiones

A manera de conclusión y tomado como punto de partida la estrategia dos del PROSOFT, podemos decir que aún es necesario un mayor trabajo conjunto entre los diferentes actores. También se puede detectar que existe una difusión pobre del PROSOFT, fuera del DF y algunas ciudades y centros educativos de importancia, o bien un claro desinterés por parte de muchas instituciones. En descargo, quizá, vale la pena recordar que una incursión en este programa requiere de recursos humanos y materiales que es posible que las instituciones no tengan al alcance o bien que les signifique restar de otros proyectos, inclusive del gasto cotidiano.

Aún cuando muchas de nuestros centros educativos preparan profesionistas que en lo técnico egresan de manera satisfactoria y que existen esfuerzos orientados a fortalecer en muchos sentidos la calidad de la educación superior en México, la mayoría de éstos están representados en programas<sup>2</sup> y en la existencia de organismos<sup>3</sup>, es necesario no perder de vista la necesidad nueva de generar recurso humano que pueda soportar lo que implican las metas y estrategias del PROSOFT.

Como propuesta inicial, y desde la perspectiva académica, las instituciones de educación e investigación, interesadas, deberían generar proyectos prioritarios que incidieran en la atención a los estratos o nichos identificados de recursos humanos. Estos proyectos deberían ser apoyados de manera directa y sobresaliente por la SEP y la Secretaría de Economía

## Referencias

---

<sup>2</sup> [PIFOP](#).-Programa Integral del Fortalecimiento del Postgrado; [PIFL](#).-;Programa Integral de Fortalecimiento Institucional.; [PROMEP](#).-Programa de Mejoramiento del Profesorado; [FOMES](#).-Fondo de Modernización para la Educación Superior; [FIUPEA](#).-Fondo de Inversión para Programas Evaluados por Organismos Acreditadores; [PRONABES](#).-Programa Nacional de Becas para estudios Superiores; [PRONAD](#).-Programa para la Normalización de la Información Administrativa

<sup>3</sup> ANUIES (Asociación de Universidades e Instituciones de Educación Superior; CONAIC (Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación, CACEI (Consejo de Acreditación de la Enseñanza en Ingeniería); CIEES (Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior) y otros.

- 1) Secretaría de Economía, Programa para el Desarrollo de la Industria del Software, versión Junio 2002, <http://www.economia.gob.mx/?P=1128>
- 2) Universidad Tecnológica de la Mixteca, <http://posgradosvr.utm.mx/>
- 3) Universidad Autónoma de Querétaro, <http://www.uaq.mx/academico/>
- 4) Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, ANUIES, <http://www.anui.es.mx/>
- 5) UPAEP, <http://www.upaep.mx>
- 6) CIMAT, <http://www.cimat.mx>
- 7) IngSoft, <http://www.cimat.mx/~ingsoft>
- 8) Encuentro Internacional de Ciencias de la Computación, <http://enc.smcc.org.mx/2004/>
- 9) CMMI. <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>
- 10) Mary Shaw, *Prospects for an Engineering Discipline of Software*, IEEE Software 7(6): 15-24 (1990)
- 11) Desarrollo de software una oportunidad para México <http://www.amiti.org.mx/biblioteca/El%20desarrollo%20de%20software%20Un%20oportunidad%20para%20México.PDF>
- 12) Roger Presuman, *Ingeniería de Software: Un enfoque práctico*, McGraw Hill, cuarta edición.
- 13) PROSOFT, Metas y Estrategias, <http://www.software.net.mx/desarrolladores/prosoft/>
- 14) El papel del software para el crecimiento económico, [http://www.software.net.mx/desarrolladores/prosoft/Estudios/comptia\\_mex.htm](http://www.software.net.mx/desarrolladores/prosoft/Estudios/comptia_mex.htm)
- 15) Trabajo presentado en la Mesa de Trabajo: Industria del Software, en XIII Reunión Nacional de Directores de Escuelas y Facultades de Informática y Computación, Cd. Juárez Chih, Junio de 2004, ANIEI, <http://aniei.org.mx/portal/index.php>
- 16) Fernández M. Luis Felipe, Montes de Oca Carlos, *Marco Conceptual para la Formación de Recursos Humanos en Ingeniería de Software*, IV Congreso Internacional de Ciencias de la Computación: Avances en Ciencias de la Computación, Taller de Ingeniería de Software, Apizaco, Tlaxcala, México, Septiembre 8 a 12 de 2003

## LA TRAGEDIA DE LOS COMUNES

Garrett Hardin<sup>1</sup>

Garrett Hardin (1915–2003), estudió biología y se especializó en ecología y genética. Hardin se hizo celebre en la comunidad científica debido a su ensayo *La tragedia de los comunes* (The Tragedy of the Commons) publicado en la revista *Science* (v. 162, pp. 1243-1248.) en 1968. Por su contribución a la ecología, teoría de las poblaciones, economía y ciencias políticas, dicho artículo se convirtió en un clásico de la ciencia contemporánea. A la fecha ha sido reimpresso en más de 100 antologías científicas, y traducido a más de 20 idiomas. En 1995 fue publicado en español por la Gaceta Ecológica del Instituto Nacional de Ecología, versión que a continuación se reproduce.

Al final de un artículo muy bien razonado sobre el futuro de la guerra nuclear, J. B. Weisner y H. F. York concluían que “ambos lados en la carrera armamentista se... confrontaban con el dilema de un continuo crecimiento del poderío militar y una constante reducción de la seguridad nacional. De acuerdo con nuestro ponderado juicio profesional, este dilema no tiene solución técnica. Si las grandes potencias continúan buscando soluciones exclusivamente en el área de la ciencia y la tecnología, el resultado será el empeorar la situación” (Wiesner, 1964).

Me gustaría llamar su atención no sobre el tema de dicho artículo (seguridad nacional en un mundo nuclear) sino sobre el tipo de conclusiones a las que ellos llegaron: básicamente, que no existe solución técnica al problema. Una suposición implícita y casi universal de los análisis publicados en revistas científicas profesionales y de divulgación es que los problemas que se discuten tienen una solución técnica. Una solución de este tipo puede definirse como aquella que requiere un cambio solamente en las técnicas de las ciencias naturales, demandando pocos o casi nulos cambios en relación con los valores humanos o en las ideas de moralidad.

En nuestros días (aunque no en tiempos anteriores) las soluciones técnicas son siempre bienvenidas. A causa del fracaso de las profecías, se necesita valor para afirmar que una solución técnica deseada no es factible. Wiesner y York

<sup>1</sup> Traducción de Horacio Bonfil Sánchez. Gaceta Ecológica, núm. 37, Instituto Nacional de Ecología, México, 1995.

tuvieron esta valentía publicándolo en una revista científica, e insistieron en que la solución al problema no se iba a hallar en las ciencias naturales. Cautelosamente calificaron su afirmación con la frase “De acuerdo con nuestro ponderado juicio profesional...”. Si estaban en lo correcto o no, no es de relevancia para el presente artículo. Más bien, la preocupación aquí se refiere al importante conjunto de problemas humanos que pueden ser denominados “problemas sin solución técnica”, y de manera más específica, con la identificación y la discusión de uno de ellos.

Es fácil demostrar que el conjunto no está vacío. Recuerden el juego del “gato”. Considérese el problema “¿Cómo puedo ganar el juego del gato? Es bien sabido que no puedo si asumo (manteniéndome dentro de las convenciones de la teoría de juegos) que mi oponente entiende el juego a la perfección. Puesto de otra manera, no existe una “solución técnica” al problema. Puedo ganar solamente dándole un sentido radical a la palabra “ganar”. También puedo golpear a mi oponente en la cabeza o bien puedo falsificar los resultados. Cualquiera forma en la que yo “gano” involucra, en algún sentido, un abandono del juego de la manera en que, también lo concebimos intuitivamente. (Puedo, desde luego, abandonar abiertamente el juego, negarme a jugarlo. Eso es lo que hacen la mayoría de los adultos).

El conjunto de los “problemas sin solución técnica” tiene miembros. Mi tesis es que el “problema poblacional”, tal como se concibe tradicionalmente, es un miembro de esta clase. Y dicha concepción tradicional requiere cierta reflexión. Es válido decir que la mayor parte de la gente que se angustia con el problema demográfico busca una manera de evitar los demonios de la sobrepoblación sin abandonar ninguno de los privilegios de los que hoy goza. Piensan que las granjas marinas o el desarrollo de nuevas variedades de trigo resolverán el problema “tecnológicamente”. Yo intento mostrar aquí que la solución que ellos buscan no puede ser encontrada. El problema poblacional no puede solucionarse de una manera técnica, de la misma forma que no puede ganarse el juego del gato.

### ¿Qué debemos maximizar?

La población, como lo dijo Malthus, tiende de manera natural a crecer “geométricamente”, o como decimos hoy, exponencialmente. En un mundo finito esto significa que la repartición per cápita de los bienes del mundo debe disminuir. ¿Es acaso el nuestro un mundo finito?

Se puede defender con justeza la idea de que el mundo es infinito; o de que no sabemos si lo sea. Pero en términos de los problemas prácticos que hemos de enfrentar en las próximas generaciones con la tecnología previsible, es claro que aumentaremos grandemente la miseria humana si, en el futuro inmediato, no asumimos que el mundo disponible para la población humana terrestre es finito. El “espacio” no es una salida (Hardin, 1962).

Un mundo finito puede sostener solamente a una población finita; por lo tanto, el crecimiento poblacional debe eventualmente igualar a cero. (El caso de perpetuas y amplias fluctuaciones por encima y por debajo del cero es una variante trivial que no necesita ser actualizada). Cuando esta condición se alcance, ¿cuál será la situación de la humanidad? Específicamente ¿puede ser alcanzada la meta de Bentham de “el mayor bienestar para la mayor cantidad de individuos?” No, por dos razones, cada una suficiente por sí mismo. La primera es de orden teórico. No es matemáticamente posible maximizar dos variables (o más) al mismo tiempo. Esto fue claramente posible demostrado por von Neumann y Morgenstern (1947), pero el principio queda implícito en la teoría de las ecuaciones diferenciales parciales, siendo tan viejo al menos como D’Alambert (1717-1783).

La siguiente razón surge directamente de los hechos biológicos. Para vivir, cualquier organismo debe disponer de una fuente de energía (comida, por ejemplo). Esta energía se utiliza para dos fines: conservación y trabajo. Un hombre requiere de aproximadamente 1600 kilocalorías por día (“calorías de manutención”) para mantenerse vivo. Cualquier cosa que haga aparte de eso se definirá como trabajo, y se apoya en las “calorías trabajo” que ingiera. Estas son utilizadas no solamente para realizar trabajo en el sentido en que comúnmente entendemos la palabra; son requeridas también para todas las formas de diversión, desde la natación y las carreras de autos, hasta tocar música o escribir poesía. Si nuestra meta es maximizar la población, es obvio lo que debemos hacer: lograr que las “calorías trabajo” por persona se acerquen a cero tanto como sea posible. Nada de comidas de gourmet, nada de vacaciones, nada de deportes, nada de música, nada de arte... Creo que cualquiera coincidirá, sin argumento o prueba, que maximizar la población no maximiza los bienes. La meta de Bentham es imposible. Para alcanzar esta conclusión he asumido el supuesto común de que el problema es la obtención de energía. La

aparición de la energía atómica ha iniciado el cuestionamiento de esta suposición. Sin embargo, dada una fuente infinita de energía, el crecimiento poblacional sigue siendo una cuestión ineludible. El problema de la adquisición de energía es reemplazado por el de su disipación, como agudamente lo ha demostrado J. H. Fremlin (1964). Los signos aritméticos del análisis están, como lo estuvieron, invertidos; pero la meta de Bentham sigue inalcanzable.

La población óptima es, por tanto, menor que el máximo. La dificultad para definir lo óptimo es enorme; hasta donde sé, nadie ha abordado este problema seriamente. Alcanzar una solución estable y aceptable seguramente requerirá de más de una generación de arduo trabajo analítico, y mucha persuasión.

Deseamos los máximos bienes por persona; ¿pero qué es un bien? Para una persona puede ser la naturaleza preservada, para otros centros de ski por mayor. Para una pueden ser estuarios donde se alimenten patos para caza, mientras que para otra pueden ser terrenos para fábricas. Comparar un bien con otro es, solemos decir, imposible, porque estos bienes son inconmensurables, y los inconmensurables no pueden compararse.

Teóricamente esto puede ser cierto, pero en la vida real los inconmensurables se miden. Solamente se necesita un criterio de juicio y un sistema de medición. En la naturaleza, dicho criterio es la supervivencia. ¿Es acaso mejor para una especie ser pequeña y fácil de esconder, o bien ser grande y poderosa? La selección natural mide lo inconmensurable. El compromiso alcanzado dependerá del sopesado natural de los valores de las variables.

El hombre debe imitar ese proceso. No hay duda del hecho de que ya lo hace, pero de manera inconsciente. Cuando las decisiones ocultas se hacen explícitas se inicia la discusión. El problema para los años venideros es lograr una aceptable teoría de medición.

Los efectos sinérgicos, las variaciones no lineales, y las dificultades al dar por hecho el futuro vuelven difícil este problema intelectual, pero no lo tornan (en principio), insoluble.

¿Ha solucionado este problema práctico algún grupo cultural en nuestros tiempos, aunque sea en un nivel intuitivo? Un hecho simple prueba que ninguno lo ha logrado: no existe ninguna población próspera en el mundo de hoy que tenga, o haya tenido por algún tiempo, una tasa de crecimiento igual a cero. Cualquier pueblo que

haya intuitivamente identificado su punto óptimo muy pronto lo alcanzará, después de lo cual su tasa de crecimiento alcanzará y permanecerá en cero.

Por supuesto, una tasa de crecimiento positiva puede tomarse como evidencia de que la población se encuentra por debajo de su óptimo. Sin embargo, bajo cualquier parámetro razonable, las poblaciones de más rápido crecimiento en el mundo actual son (en general) las más pobres. Esta asociación (que no es necesariamente invariable) siembra dudas sobre el supuesto optimista de que una tasa de crecimiento positiva indica que una población está en camino de encontrar su óptimo.

Poco progreso lograremos en la búsqueda de un tamaño óptimo de población mientras no exorcicemos de manera explícita al espíritu de Adam Smith en el campo de la demografía práctica. En asuntos económicos La riqueza de las naciones (1776) popularizó la “mano invisible”, la idea de un individuo que “buscando solamente su propio beneficio”, logra “dejarse llevar por una mano invisible a promover... el interés público”(1937). Adam Smith no afirmó que esto fuera invariablemente cierto, y quizás no lo hizo ninguno de sus seguidores. Pero contribuyó con una tendencia dominante de pensamiento que desde entonces interfiere con las acciones positivas basadas en análisis racionales, a saber la tendencia a asumir que las decisiones tomadas en lo individual serán, de hecho, las mejores decisiones para la sociedad en su conjunto. Si esta suposición es correcta justifica la continuidad de nuestra actual política de *laissez faire* en cuestiones reproductivas. Si es correcta podemos asumir que los hombres controlarán su fecundidad de tal manera que lograrán una población óptima. Como un ser racional, cada pastor busca maximizar su ganancia. Explícita o implícitamente, consciente o inconscientemente, se pregunta, ¿cuál es el beneficio para mí el aumentar un animal más a mi rebaño? Esta utilidad tiene un componente negativo y otro positivo.

1. El componente positivo es una función del incremento de un animal. Como el pastor recibe todos los beneficios de la venta, la utilidad positiva es cercana a +1.

2. El componente negativo es una función del sobrepastoreo adicional generado por un animal más. Sin embargo, puesto que los efectos del sobrepastoreo son compartidos por todos los pastores, la utilidad negativa de cualquier decisión

Si la suposición es incorrecta, necesitamos examinar las libertades individuales para ver cuáles son defendibles.

### **La tragedia de la libertad sobre los recursos comunes**

La refutación de la mano invisible en el control poblacional se encuentra en un escenario descrito inicialmente en un panfleto poco conocido de 1833 por un matemático amateur llamado William Forster Lloyd (1794-1852) (Forster, 1948). Podemos llamarlo “la tragedia de los recursos comunes”, utilizando la palabra tragedia como la usó el filósofo Whitehead: “La esencia de la tragedia no es la tristeza. Reside en la solemnidad despiadada del desarrollo de las cosas”. Y continúa diciendo: “Esta inevitabilidad del destino solamente puede ser ilustrada en términos de la vida humana por los incidentes que, de hecho, involucran infelicidad, pues es solamente a través de ellos que la futilidad de la huida puede hacerse evidente en el drama” (Whitehead, 1948)”.

La tragedia de los recursos comunes se desarrolla de la siguiente manera. Imagine un pastizal abierto para todos. Es de esperarse que cada pastor intentará mantener en los recursos comunes tantas cabezas de ganado como le sea posible. Este arreglo puede funcionar razonablemente bien por siglos gracias a que las guerras tribales, la caza furtiva y las enfermedades mantendrán los números tanto de hombres como de animales por debajo de la capacidad de carga de las tierras. Finalmente, sin embargo, llega el día de ajustar cuentas, es decir, el día en que se vuelve realidad la largamente soñada meta de estabilidad social. En este punto, la lógica inherente a los recursos comunes inmisericordemente genera una tragedia. particular tomada por un pastor es solamente una fracción de -1.

Al sumar todas las utilidades parciales, el pastor racional concluye que la única decisión sensata para él es añadir otro animal a su rebaño, y otro más... Pero esta es la conclusión a la que llegan cada uno y todos los pastores sensatos que comparten recursos comunes. Y ahí está la tragedia. Cada hombre está encerrado en un sistema que lo impulsa a incrementar su ganado ilimitadamente, en un mundo limitado. La ruina es el destino hacia el cual corren todos los hombres, cada uno buscando su mejor provecho en un mundo que cree en la libertad de los recursos comunes. La libertad de los recursos comunes resulta la ruina para todos.

Para algunos esto puede ser un lugar común. ¡Ojalá y lo fuera! En cierto sentido esto fue aprendido hace miles de años, pero la selección natural favorece a las fuerzas de la negación psicológica (Hardin, 1964). El individuo se beneficia como tal a partir de su habilidad para negar la verdad incluso cuando la sociedad en su conjunto, de la que forma parte, sufre. La educación puede contrarrestar la tendencia natural de hacer lo incorrecto, pero la inexorable sucesión de generaciones requiere que las bases de este conocimiento sean refrescadas constantemente.

Un simple incidente que sucedió hace pocos años en Leominster, Massachusetts, muestra cuán precedero es este conocimiento. Durante la época de compras navideñas, los parquímetros de las zonas comerciales fueron cubiertos con bolsas de plástico con la leyenda: “No abrir hasta Navidad. Estacionamiento gratuito por parte del Alcalde y del Consejo Municipal”. En otras palabras, ante la perspectiva de un aumento en la demanda del espacio, ya de por sí escaso, los padres de la ciudad reinstituyeron el sistema de los recursos comunes. (Cínicamente sospechamos que ganaron más votos de los que perdieron con tan retrógrado acto).

De manera similar la lógica de los recursos comunes ha sido entendida por largo tiempo, quizás desde la invención de la agricultura o de la propiedad privada en bienes raíces. Pero ha sido comprendida principalmente en casos específicos que no son suficientemente generalizables. Incluso en nuestros días, ganaderos que rentan tierras nacionales en el Oeste demuestran apenas una comprensión ambivalente al presionar constantemente a las autoridades federales para que incrementen el número de cabezas autorizadas por área hasta un punto en el cual la sobreexplotación produce erosión y dominio de malezas. De manera similar, los océanos del mundo continúan sufriendo por la supervivencia de la filosofía de los recursos comunes. Las naciones marítimas todavía responden automáticamente a la contraseña de “la libertad de los mares”. Al profesar la creencia en los “inagotables recursos de los océanos”, colocan cerca de la extinción, una tras otra, a especies de peces y ballenas (McVay, 1966).

Los parques nacionales son otra instancia donde se muestra la forma en que trabaja la tragedia de los recursos comunes. En el presente se encuentran abiertos para todos, sin ningún límite. Los parques en sí mismos tienen una extensión limitada —sólo existe un Valle de Yosemite— mientras que la población parece crecer sin ningún

límite. Los valores que los visitantes buscan en los parques son continuamente erosionados. Es muy sencillo, debemos dejar de tratar a los parques como recursos comunes... o muy pronto no tendrán ningún valor para nadie.

¿Qué debemos hacer? Tenemos varias opciones. Podemos venderlos como propiedad privada. Podemos mantenerlos como propiedad pública, pero asignando adecuadamente quien ha de entrar. Esto debe ser con base en la riqueza, a través del uso de un sistema de adjudicación. También podría hacerse con base en méritos, definidos por estándares acordados. O podría ser por sorteo. O bien ser con base en el sistema de que el primero que llega entra, administrado a partir de filas. Estos, creo, son todos procedimientos objetables. Pero entonces debemos escoger, o consentir la destrucción de nuestros recursos comunes llamados parques nacionales.

### **La contaminación**

De manera inversa, la tragedia de los recursos comunes reaparece en los problemas de contaminación. Aquí el asunto no es sacar algo de los recursos comunes, sino de ponerles algo dentro —drenajes o desechos químicos, radioactivos o térmicos en el agua; gases nocivos o peligrosos en el aire; anuncios y señales perturbadoras y desagradables en el panorama—. Los cálculos de los beneficios son muy semejantes a los antes mencionados. El hombre razonable encuentra que su parte de los costos de los desperdicios que descarga en los recursos comunes es mucho menor que el costo de purificar sus desperdicios antes de deshacerse de ellos. Ya que esto es cierto para todos, estamos atrapados en un sistema de “ensuciar nuestro propio nido”, y así seguirá mientras actuemos únicamente como libres empresarios, independientes y racionales.

La tragedia de concebir a los recursos comunes como una canasta de alimentos se desvirtúa con la propiedad privada, o con algo formalmente parecido. Pero el aire y el agua que nos rodean no se pueden cercar fácilmente, por lo que la tragedia de los recursos comunes al ser tratados como un pozo sin fondo debe evitarse de diferentes maneras, ya sea por medio de leyes coercitivas o mecanismos fiscales que hagan más barato para el contaminador el tratar sus desechos antes de deshacerse de ellos sin tratarlos. No hemos llegado más lejos en la solución de este problema que en el primero. De hecho, nuestro particular concepto de la propiedad privada, que nos impide

agotar los recursos positivos de la tierra, favorece la contaminación. El dueño de una fábrica a la orilla de un arroyo —cuya propiedad se extiende a la mitad del mismo— con frecuencia tiene problemas para ver por qué no es su derecho natural el ensuciar las aguas que fluyen frente a su puerta. La ley, siempre un paso atrás de los tiempos, requiere cambios y adecuaciones muy elaboradas para adaptarse a este aspecto recientemente reconocido de los recursos comunes.

El problema de la contaminación es una consecuencia de la población. No importaba mucho la forma en que un solitario pionero americano liberara sus desechos. “El agua corriente se purifica a sí misma cada diez millas”, solía decir mi abuelo, y el mito estaba suficientemente cerca de la verdad cuando él era niño, porque no había mucha gente. Pero conforme la población se ha hecho más densa, los procesos naturales de reciclado tanto biológicos como químicos, están ahora saturados y exigen una redefinición de los derechos de propiedad.

### **¿Cómo legislar la moderación?**

El análisis del problema de la contaminación como una función de la densidad de la población descubre un principio de moralidad no siempre El que la moralidad es sensible a los sistemas escapó a muchos codificadores de la ética en el pasado. “No se debe..” es la forma tradicional de las directrices éticas que no abren posibilidades a las circunstancias particulares. Las leyes de nuestra sociedad siguen el patrón de la ética antigua, y por tanto, se adaptan pobremente para gobernar un mundo complejo, altamente poblado y cambiante. Nuestra solución epicíclica es abultar la ley estatutaria con la ley administrativa. Puesto que resulta prácticamente imposible mencionar todas las condiciones bajo las cuales es seguro quemar basura en el patio trasero o manejar un coche sin control anticontaminante, con las leyes delegamos los detalles a las oficinas. El resultado es una ley administrativa, la cual es lógicamente temida por la vieja razón —¿Quis custodiet ipsos custodes? ¿Quién ha de vigilar a los propios vigilantes—. John Adams señaló que debemos tener un “gobierno de leyes y no de hombres”. Los administradores, al tratar de evaluar la moralidad de los actos en la totalidad del sistema, están singularmente expuestos a la corrupción, generando un gobierno de hombres y no de leyes.

La prohibición es fácil de legislar (pero no necesariamente fácil de imponer); pero ¿cómo

reconocido; específicamente: que la moralidad de un acto es una función del estado del sistema en el momento en que se realiza (Fletcher, 1966). Usar los recursos comunes como un pozo sin fondo no daña a la población en general en zonas vírgenes o poco explotadas, simplemente porque no existe dicha población; el mismo comportamiento en una metrópolis es insostenible. Hace ciento cincuenta años un hombre de las praderas podía matar un bisonte americano, cortarle solamente la lengua para cenar y desechar el resto del animal. No se podría considerar en ningún sentido que fuera un desperdicio. Hoy en día, cuando quedan sólo algunos miles de bisontes, nos sentiríamos abrumados con este comportamiento.

De paso, no tiene ningún valor que la moralidad de un acto no pueda ser determinada a partir de una fotografía. No se sabe si un hombre matando a un elefante o prendiéndole fuego a un pastizal está dañando a otros hasta que se conoce el sistema total dentro del que se incluye este acto. “Una imagen vale por mil palabras”, dijo un anciano chino; pero se llevaría diez mil palabras validar esto. Resulta tentador tanto para los ambientalistas como para los reformadores en general, el tratar de persuadir a otros por medio de imágenes fotográficas. Pero la esencia del argumento no puede ser fotografiada; debe ser presentada racionalmente: en palabras.

legislar la moderación? La experiencia indica que ésta puede ser alcanzada mejor a través de la acción de la ley administrativa. Limitamos innecesariamente las posibilidades si suponemos que los sentimientos de Quis custodiet nos niegan el uso de la ley administrativa. Deberíamos mejor tener la frase como un perpetuo recordatorio de temibles peligros que no podemos evitar. El gran reto que tenemos ante nosotros es cómo inventar las retroalimentaciones correctivas que se requieren para mantener honestos a nuestros guardianes. Debemos encontrar maneras de legitimar la necesaria autoridad tanto para los custodios como para las retroalimentaciones correctivas.

### **La libertad de reproducción es intolerable**

La tragedia de los recursos comunes se relaciona con los problemas de población de otra manera. En un mundo regido únicamente por el principio de “perro come perro” —si en efecto alguna vez existió tal mundo— el número de hijos por familia no sería un asunto público. Los padres que se reprodujeran escandalosamente dejarían menos descendientes, y no más, porque serían incapaces

de cuidar adecuadamente a sus hijos. David Lack (1954) y otros han encontrado que esa retroalimentación negativa controla de manera demostrable la fecundidad de los pájaros. Pero los hombres no son pájaros, y no han actuado como ellos por milenios, cuando menos.

Si cada familia humana dependiera exclusivamente de sus propios recursos, si los hijos de padres no previsores murieran de hambre, si, por lo tanto, la reproducción excesiva tuviera su propio “castigo” para la línea germinal: entonces no habría ninguna razón para que el interés público controlara la reproducción familiar. Pero nuestra sociedad está profundamente comprometida con el estado de bienestar (Girvetz, 1950), y por tanto confrontada con otro aspecto de la tragedia de los recursos comunes.

En un estado de bienestar ¿cómo tratar con la familia, la religión, la raza o la clase (o bien con cualquier grupo cohesivo y distinguible) que adopte a la sobre reproducción como política para asegurar su propia ampliación? (Hardin, 1963). Equilibrar el concepto de libertad de procreación con la creencia de que todo el que nace tiene igual derecho sobre los recursos comunes es encaminar al mundo hacia un trágico destino.

Desafortunadamente ese es justamente el curso que persiguen las Naciones Unidas. A fines de 1967, unas treinta naciones acordaron lo siguiente: “La declaración Universal de los Derechos Humanos describe a la familia como la unidad natural y fundamental de la sociedad. Por consecuencia, cualquier decisión en relación con el tamaño de la familia debe residir irrevocablemente en la propia familia, y no puede ser asumida por nadie más” (U. Thant, 1968).

Es doloroso tener que negar categóricamente la validez de este derecho; al negarlo, uno se siente tan incómodo como un habitante de Salem, Massachusetts, al negar la existencia de las brujas en el siglo XVII. En el presente, en los cuarteles liberales, algo como un tabú actúa para inhibir la crítica a las Naciones Unidas. Existe un sentimiento de que Naciones Unidas son nuestra “última y mejor esperanza”, y que no debemos encontrar fallas en ella; de que no debemos caer en manos de archiconservadores. Sin embargo, no hay que olvidar lo que dijo Robert Louis Stevenson: “La verdad que es negada por los amigos es arma pronta para el enemigo”. Si amamos la verdad debemos negar abiertamente la validez de la Declaración de los Derechos Humanos, aun cuando sea promovida por las

Naciones Unidas. Deberíamos unirnos a Kingsley Davis (1967) en el intento de tener una población mundial planificada por los padres para ver el error en sus opciones al abrazar el mismo trágico ideal.

### **La conciencia es autoeliminante**

Es un error pensar que podemos controlar el crecimiento de la humanidad en el largo plazo haciendo un llamado a la conciencia. Charles Galton Darwin señaló esto cuando habló en el centenario de la publicación del gran libro de su abuelo. El argumento es claro y darwiniano.

La gente varía. Al confrontarse con los llamamientos para limitar la reproducción, algunas gentes indudablemente responderán más que otros a la súplica. Aquellos que tengan más hijos producirán una fracción más grande para la siguiente generación que aquellos con conciencias más susceptibles. Las diferencias se acentuarán, generación tras generación.

En palabras de C. G. Darwin: “Bien puede tomar cientos de generaciones para que el instinto progenitivo se desarrolle en este sentido, pero de lograrse, la naturaleza ya habría cobrado venganza, y la variedad *Homo contraciapiens* se habría extinguido y habría sido remplazada por la variedad *Homo progenitivus*” (Tax, 1960).

El argumento supone que la conciencia o el deseo de tener hijos (no importa cuál) es hereditario, pero hereditario solamente en el sentido formal más general. El resultado será el mismo si la actitud es transmitida a través de las células germinales o extrasomáticamente, para usar el término de A. J. Lotka. (Si se niega la segunda posibilidad al igual que la primera, entonces ¿cuál es el sentido de la educación?) El argumento aquí ha sido señalado dentro del contexto del problema demográfico, pero es válido igualmente para cualquier situación en la que la sociedad inste a un individuo que explote los recursos comunes a que se restrinja por el bien general, por medio de su conciencia. Hacer ese llamado es montar un sistema selectivo que trabaje por la eliminación de la conciencia de la raza.

### **Efectos patogénicos de la conciencia**

Las desventajas a largo plazo de un llamado a la conciencia deberían ser suficientes para condenarlo; pero también tiene serias desventajas en el corto plazo. Si le pedimos a un hombre que está explotando los recursos comunes que desista de hacerlo “en nombre de la conciencia” ¿qué

estamos haciendo? ¿qué está escuchando? —no sólo en el momento sino también en las pequeñísimas horas de la noche cuando, medio dormido, recuerda no solamente las palabras que le dijimos, sino las pistas de comunicación no verbal que le dimos sin percatarnos—. Tarde o temprano, consciente o subconsciente, este hombre percibe que ha recibido dos comunicados, y que son contradictorios: 1. (el comunicado pretendido) “Si no haces lo que te pedimos, te condenaremos abiertamente por no actuar como un ciudadano responsable”. 2. (el comunicado no pretendido) “Si te comportas como te pedimos, secretamente te condenaremos como un tonto que puede ser humillado a tal punto de hacerse a un lado mientras el resto de nosotros explota los recursos comunes”.

Todo hombre se encuentra atrapado en lo que Bateson ha llamado un “doble mensaje” como un Por siglos se asumió sin prueba que la culpa era un valioso, incluso casi indispensable, ingrediente de la vida civilizada. Ahora, en este mundo postfreudiano, lo dudamos.

Paul Goodman (1968) habla desde un punto de vista moderno cuando dice: “Nada bueno ha salido del sentimiento de culpa, ni inteligencia, ni política, ni compasión. Los que sienten culpa no prestan atención al objeto, sino solamente a sí mismos, y ni siquiera a sus propios intereses, lo que podría tener sentido, sino a sus ansiedades”.

Uno tiene que ser un psiquiatra profesional para ver las consecuencias de la ansiedad. Nosotros en Occidente estamos emergiendo apenas de una espantosa etapa de dos siglos de oscurantismo de Eros que estuvieron sustentados parcialmente en leyes prohibitivas, pero quizás más efectivamente en los mecanismos educativos generadores de ansiedad. Alex Comfort (1967) ha contado bien la historia en *The Anxiety Makers* y no es una historia agradable.

Puesto que la prueba es difícil podríamos incluso conceder que los resultados de la ansiedad pueden, en algunos casos, desde cierto punto de vista, ser deseables. La pregunta más amplia que debemos hacernos es si, como un asunto de política, deberíamos alguna vez propiciar el uso de una técnica cuya tendencia (sino su intención), es psicológicamente patogénica. Oímos hablar mucho en estos días sobre la paternidad responsable; el par de palabras son incorporados en los títulos de algunas organizaciones dedicadas al control natal. Algunas gentes han propuesto campañas masivas de propaganda para inculcar la responsabilidad en los futuros reproductores de la

importante factor causal en la génesis de la esquizofrenia (Bateson et. Al., 1956). El mensaje doble puede no ser siempre tan dañino, pero constantemente amenaza la salud mental de cualquiera que lo recibe. “Una mala conciencia — dijo Nietzsche— es una clase de enfermedad”.

Conjurar la conciencia de los demás es tentar a cualquiera que desee extender su control más allá de los límites legales. Los líderes en los más altos niveles sucumben a esta tentación. ¿Ha evitado algún presidente durante las últimas generaciones caer en llamados a los sindicatos para que voluntariamente moderen sus demandas por mejores salarios, o a las compañías acereras para que bajen voluntariamente sus precios? No puedo recordar ninguno. La retórica utilizada en dichas ocasiones está diseñada para producir sentimientos de culpa en los no cooperadores.

nación (o del mundo). ¿Pero cuál es el sentido de la palabra conciencia? Cuando utilizamos la palabra responsabilidad en ausencia de sanciones sustanciales, ¿no estamos tratando de intimidar a un hombre que se encuentra en los recursos comunes para que actúe en contra de su propio interés? La responsabilidad es una falsedad verbal para un quid pro quo sustancial. Es un intento para obtener algo por nada.

Si la palabra responsabilidad se llega a usar, sugiero que debe ser en el sentido en que Charles Fraenkel (1955) la usaba. “Responsabilidad — dice este filósofo—, es el producto de arreglos sociales definidos”.

Observen que Fraenkel habla de arreglos sociales, no de propaganda.

### **Coerción mutua, mutuamente acordada**

Los arreglos sociales que producen responsabilidad son arreglos que generan coerción de algún tipo. Considérese el robo de un banco. El hombre que se lleva el dinero del banco actúa como si el banco fuera parte de los recursos comunes. ¿Cómo prevenir tal acción? Ciertamente no intentando controlar su comportamiento exclusivamente con base en llamados verbales a su sentido de responsabilidad. En vez de basarnos en propaganda seguimos el consejo de Fraenkel e insistimos en que el banco no forma parte de los bienes comunes; buscamos arreglos sociales definidos que mantendrán al banco fuera de ese ámbito. El que al hacer esto infringimos la libertad de los ladrones potenciales, no lo negamos ni lo lamentamos.

La moralidad de un asalto a un banco es particularmente fácil de entender porque aceptamos la prohibición total de esta actividad. Estamos de acuerdo en decir “No robarás un banco”, sin excepciones. Pero la moderación también puede ser generada por medio de la coerción. El cobro de impuestos es un buen medio coercitivo. Para mantener a los compradores moderados en el uso de espacios de estacionamiento en el centro de la ciudad, colocamos parquímetros para periodos cortos y multas de tráfico para periodos largos. Realmente no necesitamos prohibirle al ciudadano estacionarse tanto tiempo como desee simplemente necesitamos que sea cada vez más caro hacerlo. No es la prohibición, sino opciones cuidadosamente orientadas las que le ofrecemos. Un hombre de la Avenida Madison puede llamarlo persuasión; yo prefiero el mayor candor de la palabra coerción.

Coerción es una palabra sucia para la mayoría de los liberales de hoy, pero no necesita serlo por siempre. Como en el caso de otras palabras, su suciedad puede limpiarse por medio de la exposición a la luz, es decir, diciéndola una y otra vez sin apología o vergüenza. Para muchos, la palabra coerción implica decisiones arbitrarias de burócratas distantes e irresponsables; pero esto no es necesariamente parte de su significado. La única clase de coerción que yo recomiendo es la coerción mutua, mutuamente acordada por la mayoría de las personas afectadas.

Decir que acordamos la mutua coerción no es decir que requerimos disfrutarla o incluso, pretender disfrutarla. ¿Quién disfruta los impuestos? Todos nos quejamos de ellos. Pero aceptamos los impuestos obligatorios porque reconocemos que los impuestos voluntarios favorecerían la inconsciencia. Instituímos y (gruñendo) apoyamos los impuestos y otros medios coercitivos para escapar de los horrores de los recursos comunes.

Una alternativa a los recursos comunes no necesita ser perfectamente justa para ser preferible. Con bienes raíces u otros bienes materiales, la alternativa que hemos escogido es la institución de la propiedad privada emparejada con la herencia legal. ¿Es este un sistema perfectamente justo? Como biólogo entrenado en genética niego que el sistema lo sea. Me parece, que sí deben existir diferencias entre las herencias de los individuos, la posesión legal debería estar perfectamente correlacionada con la herencia biológica —que aquellos individuos que son biológicamente más aptos para ser custodios de la

propiedad y del poder deberían legalmente heredar más—. Pero la recombinación genética hace continuamente burla de la doctrina “de tal padre, tal hijo” implícita en nuestras leyes de herencia legal. Un idiota puede heredar millones, y los fondos de una empresa pueden mantenerse intactos. Debemos admitir que nuestro sistema legal de propiedad privada más herencia es injusto, pero nos quedamos con él porque no estamos convencidos, por el momento, de que alguien haya inventado un sistema mejor. La alternativa de los recursos comunes es demasiado aterradora para contemplarse. La injusticia es preferible a la ruina total.

Esta es una de las peculiaridades del enfrentamiento entre la reforma y el status quo que está irreflexivamente gobernada por una doble norma. Frecuentemente una reforma es derrotada cuando sus oponentes encuentran triunfalmente una falla en ella. Como lo señaló Kingsley Davis (1966) los creadores del status quo suponen algunas veces que ninguna reforma es posible sin un acuerdo unánime, una suposición contraria a los hechos históricos. Tan claro como lo puedo poner, el rechazo automático a las reformas propuestas se basa en dos suposiciones inconscientes: 1) que el status quo es perfecto; o bien 2) que la elección que encaramos es entre la reforma y la no acción; si la reforma propuesta es imperfecta, supuestamente no deberíamos tomar decisión alguna, y esperar una propuesta perfecta.

Pero no podemos dejar de hacer algo. Eso que hemos hecho por cientos de años es también acción. Claro que produce males. Una vez que estamos prevenidos de que el status quo es una acción podremos descubrir las ventajas y desventajas de la reforma propuesta, haciendo la mejor aritmética posible dada nuestra falta de experiencia.

Con base en esa comparación, podemos tomar una decisión racional que no involucrará la suposición inmanejable de que sólo los sistemas perfectos son tolerables.

### **Reconocimiento de la necesidad**

Quizás el resumen más sencillo del problema de la población humana es el siguiente: los recursos comunes, si acaso justificables, son justificables solamente bajo condiciones de baja densidad poblacional. Conforme ha aumentado la población humana han tenido que ser abandonados en un aspecto tras otro.

Primero abandonamos los recursos comunes en recolección de alimentos, cercando las tierras de cultivo y restringiendo las áreas de pastoreo, caza y pesca. Estas restricciones no han terminado aún en todo el mundo.

De alguna manera, poco después vimos que los recursos comunes como áreas para deposición de basura también tenían que ser abandonados. Las En un estado aún más embrionario se encuentra nuestro reconocimiento a los peligros de los recursos comunes en cuestiones de esparcimiento. Casi no existen restricciones a la propagación de ondas de sonido en el medio público. El consumidor es asaltado por música demencial sin su consentimiento. Nuestro gobierno ha gastado miles de millones de dólares en la creación de transporte supersónico que podría molestar a 50,000 personas por cada individuo transportado de costa a costa tres horas más rápido. Los anuncios ensucian y las ondas de radio y televisión contaminan la vista de los viajeros. Estamos muy lejos de prohibir los recursos comunes para cuestiones de recreación. ¿Se deberá esto a nuestra herencia puritana, que nos hace considerar el placer como un pecado y el dolor (en este caso la contaminación de la publicidad) como un signo de virtud?

Cada nueva restricción en el uso de los recursos comunes, implica restringir la libertad personal de alguien. Las restricciones impuestas en un pasado distante son aceptadas porque ningún contemporáneo se queja por su pérdida. Es a las recientemente propuestas a las que nos oponemos vigorosamente; los gritos de "derechos" y de "libertad" llenan el aire. ¿Pero qué significa libertad? Cuando los hombres mutuamente acordaron instaurar leyes contra los robos, la humanidad se volvió más libre, no menos. Los individuos encerrados en la lógica de los recursos comunes son libres únicamente para traer la ruina universal; una vez que ven la necesidad de la coerción mutua, quedan libres para perseguir nuevas metas. Creo que fue Hegel quien dijo: "La libertad es el reconocimiento de la necesidad".

El aspecto más importante de la necesidad que debemos ahora reconocer es la necesidad de abandonar los recursos comunes, en la reproducción. Ninguna solución técnica puede salvarnos de las miserias de la sobrepoblación. La libertad de reproducción traerá ruina para todos. Por el momento, para evitar decisiones difíciles Hardin, G. (ed.), *Population, Evolution, and Birth Control* (Freeman, San Francisco, Cal., 1964)

restricciones para la eliminación de desechos domésticos en el drenaje son ampliamente aceptadas en el mundo occidental; continuamos en la lucha para cerrar esos espacios a la contaminación por automóviles, fábricas, insecticidas en aerosol, aplicación de fertilizantes y centrales de energía atómica.

muchos de nosotros nos encontramos tentados para hacer campañas de concienciación y de paternidad responsable. Podemos resistir la tentación porque un llamado a la actuación de conciencias independientes selecciona la desaparición de toda conciencia a largo plazo, y aumenta la ansiedad en el corto.

La única manera en que nosotros podemos preservar y alimentar otras y más preciadas libertades es renunciando a la libertad de reproducción, y muy pronto. "La libertad es el reconocimiento de la necesidad", y es el papel de la educación revelar a todos la necesidad de abandonar la libertad de procreación. Solamente así podremos poner fin a este aspecto de la tragedia de los recursos comunes.

## Referencias

- Bateson, G., Jackson, D. D., Haley, J. y Weakland, J. *Behavioral Science*, 1, 251 (1956).
- Comfort, A. *The Anxiety Makers* (Nelson, Londres, 1967).
- Davis, K. *Science* 158, 730 (1967)
- Fletcher, J. *Situation Ethics* (Westminster, Philadelphia, 1966)
- Frankel, C. *The Case for Modern Man* (Harper & Row, New York, 1955), p.203.
- Fremlin, J. H. *New Scientist*, núm. 415 (1964), p.285.
- Girvetz, H. *From Wealth to Welfare* (Stanford University Press, Stanford, Cal., 1950).
- Goodman, P. *New York Review of Books* 10 (8), 22 (23 de mayo de 1968).
- Hardin, G. *Journal of Heredity* 50, 68 (1959), S. von Hoernor, *Science* 137, 18 (1962).
- Hardin, G. *Perspectives in Biology and Medicine*, 6, 366 (1963).
- Lack, D. *The Natural Regulation of Animal Numbers* (Clarendon Press, Oxford England, 1954).

Lloyd, W. F. Two Lectures on the Checks to Population (Mentor, New York, 1948), p. 17.

McVay, S. Scientific American 216 (núm.8), 13 (1966).

Neumann, J. von y Morgenstern, O. Theory of Games and Economic Behavior (Princeton University Press, Princeton, N. J., 1947), p. 11.

Roslansky, J. D. Genetics and the Future of Man (Appleton-Century-Crofts, New York, 1966), p. 177.

Smith, A. The Wealth of Nations (Modern Library, New York, 1937), p. 423 (Hay

traducción del Fondo de Cultura Económica, México).

Tax, S. (ed.) Evolution After Darwin (University of Chicago Press, Chicago, 1960), vol. 2, p. 469.

Thant, U. International Planned Parenthood News, núm. 168 (febrero de 1968)

Whitehead, A. N. Science and the Modern World (Mentor, New York, 1948), p.17

Wiesner, J. B y York, H. F. Scientific American 211 (4), 27, 1964.



Centro de Cómputo. Instituto de Ingeniería y Tecnología. UACJ.

Mientras que el hombre siga siendo el despiadado destructor de seres vivientes inferiores, jamás conocerá la salud o la paz. Mientras los hombres sigan masacrando animales, seguirán matándose entre sí. De hecho, quien siembra las semillas del asesinato y el dolor no puede cosechar gozo y amor.

**Pitágoras**, 582 –500 AC.

Y no contaminaras tu tierra que Jehová tu Dios te da por heredad.

**Deuteronomio** 21:23.

Tlatipac toquichtin tiez (la Tierra será como sean los hombres).

**Proverbio náhuatl**

Todo lo que acontezca a la Tierra acontecerá a los hijos de la Tierra. El hombre no tejió la red de la vida; es tan solo uno de sus hijos. Todo lo que lega a la red se lo hace a sí mismo.

**Jefe Seattle**, 1854.

Cualquier tonto puede destruir árboles, no pueden defenderse ni huír.

**John Muir**, 1892.

El ambiente, que ha moldeado el cuerpo y el alma de nuestros antepasados por muchos milenios, ha sido sustituido por otro. Esta revolución silenciosa ha tenido lugar sin que apenas lo advirtamos.

**Alexis Carrel**, 1919.

Químicamente, la faz de nuestro planeta, la *biosfera*, está siendo cambiada por el hombre, consciente e inconscientemente.

**W. Vernadsky**, 1925.

En cuanto a la naturaleza, el hombre no ha sabido prever ni prevenir. Terminará por destruirla.

**Albert Schweitzer**, 1940.

Ciego ante la necesidad de cooperar con la naturaleza, el hombre gasta su tiempo en destruir los recursos de su propia vida. Un siglo más como este que estamos viviendo y la civilización humana se enfrentará a la crisis final.

**Fairfield Osborn**, 1948.

Hemos abusado de la tierra porque creemos que es un bien que nos pertenece. Cuando veamos la Tierra como una comunidad a la cual pertenecemos, empezaremos a usarla con amor y respeto.

**Aldo Leopold**, 1949.

La mente humana debe desechar la antigua idea de que la atmósfera e hidrosfera representan recipientes de desperdicios de capacidad infinita.

**L. C. Cole**, 1966.

Ya hemos agotado la Tierra y nada podremos hacer para que la humanidad subsista más de dos centurias.

**M. Litton**, 1970.

Antes de conquistar otros planetas, aprendamos de la vida y descubramos quienes somos y que hacemos en este.

**M. Nicholson**, 1970.

El costo de una adecuada conservación es pequeño en relación con lo que hemos gastado en exploración espacial y aviación; sin embargo, los recursos naturales que hemos descuidado ofrecen más para nuestros hijos que los que pudieran ofrecernos esas dos empresas combinadas.

**Charles Lindberg**, 1971.

Recordemos que las especies vivas hoy son los productos finales de 20 millones de siglos de evolución; no puede hacerse nada en absoluto cuando la especie se ha ido definitivamente, cuando ha muerto.

**P. Scott**, 1972.

El hombre ha conseguido no sólo hacer desaparecer la vida, sino convertir en tóxicos un gran número de medios o seres vivos.

**Pierre Saint Marc**, 1973.

El ensuciamiento de la tierra, el aire y el agua del mundo, es la enfermedad más rápida de propagación de la civilización.

**N. Cousins**, 1973.

Moralmente, no existe diferencia alguna entre matar a un hombre en una guerra que condenarlo a morir de hambre.

**Willy Brandt**, 1973.

Algunos pronósticos de peligros del medio han sido tan aterradores, que bastantes personas sencillamente se han negado a creer en ellos.

**C. Adebo**, 1973.

El paradigma más probable de autodestrucción para las civilizaciones, es la falta de flexibilidad, al transformarse en prisioneras de los intereses a corto plazo que resultan contraproducentes en el largo plazo.

**Gregory Bateson**, 1976.

Sólo podremos cambiar nuestras costumbres si desarrollamos una nueva forma de religión social. Cualesquiera que sea la forma de esta religión, sin duda deberá basarse en la armonía entre la naturaleza y el hombre, en lugar del impulso de dominio imperante hasta ahora.

**René Dubos**, 1978.

La manifestación de la conducta humana que conduce, directa o indirectamente, a la destrucción del medio ambiente indispensable para la existencia del hombre se conoce como ecocidio.

**Fernando Cesarman**, 1984.

El objeto más hermoso que haya mirado en mi vida en una fotografía, es el planeta tierra visto desde la luna, colocado ahí en el espacio, evidentemente vivo.

**Lewis Thomas**, 1984.

Aquellos que viven entre cemento, plástico y computadoras, pueden perder de vista rápidamente hasta que punto nuestro bienestar está ligado a la Tierra.

**Erik Eckholm**, 1985.

Muchos esfuerzos presentes para conservar y mantener el progreso humano, para hacer frente a las necesidades humanas, y para lograr las ambiciones humanas, son simplemente insostenibles en las naciones ricas como en las pobres.

**Comisión Mundial de Desarrollo y Medio Ambiente**, 1987.

Por lo que sabemos hasta ahora, parece que nuestro planeta es el único lugar de la oscura inmensidad del Universo donde existe vida.

Estamos solos en el espacio, y la continuidad de esa vida está en nuestras manos.

**David Attenborough**, 1987.

La sociedad basada en el consumismo y la explotación de la naturaleza sólo productora de ganancias, es la causa generadora de la falta de control y de racionalidad en el uso de la ciencia y la tecnología.

**R. Chediak**, 1990.

Esta noche, mientras duermas, imagina que es lo que más te gustaría hacer para que el mundo siga siendo mágico. Porque una de estas noches, los “guardianes de las maravillas” van a tocar a tu ventana para invitarte a que seas uno de ellos y les ayudes a conservar el equilibrio mágico del Universo.

**P. Hume**, 1991.

En la presente carrera del avance tecnológico, la frase “salvemos la Tierra” no puede separarse de la frase “salvemos la Humanidad”. Pero la pregunta es, ¿cómo?

**H. Cartier-Bresson**, 1991.

Mi generación les ha dejado un oneroso legado y, aunque estén dispuestos a trabajar y luchar con todas sus fuerzas, no conocerán lo que yo conocí.

**A. Russell**, 1991.

Eso del desarrollo sustentable es pura retórica de las Naciones Unidas.

**Augusto Roa Bastos**, 1997.

Pienso en cada uno de nosotros como pequeñas células de un tejido biológico y espiritual llamado Humanidad; un tejido que, gracias a las aportaciones de la ciencia y la tecnología, creció en demasía los últimos cien años. La Humanidad no se ha dado la oportunidad de desarrollarse con calidad, con pureza; la injusticia y la inequidad son sólo algunos de los pringues que se extienden profusamente sobre su trama. Ese tejido tiene cáncer

**Lin Tai Wao**, 2000.

Excerpta proveniente del libro:

**Paráfrasis Ambiental**

Pedro Cesar Cantú Martínez.

México. 2004. En prensa.



CULCyT//Luis Felipe Fernández M.

*A veces me siento y pienso...*

*y a veces, nada más me siento*



Una felicitación al Instituto de Ingeniería y Tecnología de nuestra Universidad, en particular a Victoriano Garza por este esfuerzo. Concebir y hacer real una revista no es sencillo, y menos en el ámbito de la cultura científica y tecnológica. Ojalá *Cultura Científica y Tecnológica* tenga una larga vida; y que al paso del tiempo se convierta en una referencia obligada no solo para la universidad y nuestra comunidad; esperemos que impacte más al sur del kilómetro 30 y más al norte del Río Bravo.

La intención de este espacio con un nombre de columna entre lo cursi y lo chusco, y del cual me apropio como colaborador, es reflexionar brevemente sobre algunos temas ligados evidentemente a la ciencia y la tecnología, pero sin dejar de lado la cultura en general. Esperemos que encuentre interesante leer esta columna... si no es así, querrá decir que se cumplió la segunda parte del título: nada más me senté.

**Desarrollo científico y Tecnológico: ¿Lujo o Necesidad?** El pasado miércoles 1 de septiembre de 2004, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el DECRETO por el que se adiciona el artículo 9 Bis de la Ley de Ciencia y Tecnología; y que a la letra dice:

**ARTÍCULO 9 BIS.** El Ejecutivo Federal y el Gobierno de cada Entidad Federativa, con sujeción a las disposiciones de ingresos y gasto público correspondientes que resulten aplicables, concurrirán al financiamiento de la investigación científica y desarrollo tecnológico. El monto anual que el Estado-Federación, entidades federativas y municipios-destinen a las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, deberá ser tal que el gasto nacional en este rubro no podrá ser menor al 1 % del producto interno bruto del país mediante los apoyos, mecanismos e instrumentos previstos en la presente Ley.

Aunque este decreto ha sido recibido con optimismo entre la comunidad científica, hay que dimensionarlo justamente. No es un decreto que de facto eleve lo destinado a ciencia y tecnología a un 1% del PIB. La

meta es pasar de los 27 mil millones de pesos en el 2004 a 75 mil millones de pesos en el 2006, lo que se traduciría también en un avance importante para la asignación de becas de posgrado y programas de repatriación. Esta meta por desgracia está supeditada a las posibilidades del estado. Así que difícilmente habría que echar las campanas al vuelo.

Aún hay más “prietitos” en este arroz. Al inicio de la administración federal actual, se prometió que se aumentaría considerablemente lo que se destinaba a este rubro (0.4%). A la fecha y casi por terminar este sexenio, no se ha cristalizado y sólo se ha materializado en un decreto, como reza el refrán “*del dicho al hecho se cae la sopa*”, esperemos que en estos dos años que restan de la administración federal, realmente el desarrollo científico y tecnológico del país se vea apoyado, ya no digamos suficientemente, pero sí de manera sustancial, continua y creciente.

Según el esquema de M. Bunge, los países que aspiran a mejorar la calidad de vida de sus integrantes no pueden darse el lujo de descuidar el desarrollo de lo biológico, de lo político, de lo económico, de lo cultural. Un plan razonable de desarrollo incluye estrategias y medidas que promuevan un progreso simultáneo de estos cuatro aspectos. Ahora bien, es ampliamente aceptado que desde inicios de la Edad Moderna que toda cultura desarrollada ha tenido un motor: la Ciencia y la Tecnología; Ciencia básica sobre todo. No hay muchas posibilidades de desarrollo sin Ciencia y Tecnología, y que impulse de forma equitativa lo político, lo económico, lo biológico y lo cultural. Invertir en este binomio no es un lujo; es una necesidad. Pero cuidémonos de que sea Ciencia y Tecnología con Conciencia; pero este es otro tema, quizá para una columna futura.

En las condiciones actuales de nuestro país: en un astenia, en una especie de caquexia política, biológica, económica y cultural, invertir en Ciencia Básica y Tecnología no es un lujo, es una necesidad y una esperanza. Ya lo han dicho y escrito otros, esto es simplemente una variación sobre el mismo tema.

lfernand@uacj.mx

## El \$oftware en México

**Software** es un concepto que ha llegado para quedarse en la vida diaria de la sociedad. La mayoría de las áreas del conocimiento tienen una relación con el software. Así mismo, el software es parte inherente de cualquier desarrollo tecnológico o científico en nuestros días; por ejemplo, comentaban que un ingeniero aeronáutico decía que lo único manual que podía hacerse en uno de los aviones de combate más recientes, es tomarle una foto; ya que el 80% de las funciones de un avión de este tipo es manejada por software.

Como el lector habrá notado, en el título de esta colaboración, se ha cambiado la letra “S” de la palabra software por el símbolo “\$”, la intención es que en este espacio analicemos los aspectos del software desde el punto de vista de negocios. **El \$oftware en México** presentará aspectos relacionados con la denominada “Industria de Software”. Se incluyen reflexiones en torno a aspectos de negocios, estrategias gubernamentales, programas académicos, empresas, tecnología, entre otras cosas.

Estas primeras líneas las dedico a aspectos semánticos, es decir, aspectos relacionados con el significado de las cosas. Iniciemos por discutir brevemente a que se refieren con “Industria de Software”.

Es bien conocido que todo gobierno federal establece un plan sexenal para el desarrollo del país. De manera particular, el gobierno federal actual creó un programa particular denominado Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PDIS). El documento de este programa puede leerse a través de Internet en la dirección de la Secretaría de Economía <http://www.economia.gob.mx/>. Este programa tiene dentro de sus objetivos obtener un crecimiento significativo en el ramo para 2013.

En el título y a lo largo de dicho documento, se incluye el término Industria de Software y trato de encontrar su definición. Lamentablemente no la encontré. Esto me alarma en cierto modo dado que dicha expresión se ha usado en muchos documentos, congresos, paneles, y conferencias. La pregunta que me hago es: ¿qué es la industria del Software? Para contestar esta pregunta me remonto a lo que la experiencia me dicta, analizar los vocablos que componen dicha expresión. Un primer término se refiere a “industria”, esto me trae a la mente aspectos

de maquinaria, equipo, organización, fabricas, procesos, estándares, calidad, etc. El segundo término me evoca confusión, dado que en mi experiencia el Software es todo aquello que en mi computadora no son cosas físicas (fierros). El Software no es algo tangible.

Con la intención de determinar a qué nicho de negocio se refiere el PDIS, trato de definir a qué se refiere el este término. La primera conclusión establece es que el término Industria del Software evoca todo un dominio muy general y diverso. Dicho dominio incluye “distintos” tipos de software: una analogía, pienso que el término “Industria de Software” es similar a decir “Industria Médica”, donde dicho término engloba una cantidad de áreas distintas.

Desde el punto de vista de negocios, sería recomendable el PDIS hubiera incluido (en su primera versión) los tipos particulares de software en los que se buscaría mercado. Recordemos las conocidas máximas “el que mucho abarca, poco aprieta” y “el que no sabe a donde va, no llega a ningún lado”. Tomemos como ejemplo la India de hace algunos años, donde su nicho de especialidad industrial se centraba en sistemas basados en Unix; esto llevo a que muchas empresas se desarrollaran y crecieran en dicho mercado.

Aún más, el precisar el tipo de software que se desea desarrollar en México y sus áreas de servicio específicas, ayudará en la definición de estrategias concretas de dicho plan, dado que se avanzaría sobre objetivos específicos. Junto con esto, toda actividad de investigación, vinculación y promoción podrá alinearse. La brecha entre academia e industria sería reducida dado que necesidades muy concretas de las industrias serían satisfechas por la academia. De manera particular, la estrategia relacionada con la formación de recursos humanos en cantidad y calidad se verían beneficiada porque los programas formativos serían muy específicos.

gpadilla@cimat.mx

# La Puerta



**L**a Puerta, colosal composición geométrica en metal, obra del reconocido escultor chihuahuense Sebastián. Es una de las esculturas más altas del mundo y está localizada en la entrada sur de la ciudad de Chihuahua, por la carretera a Delicias. Representa nuestras raíces a través de la unión del arco colonial con la escalinata prehispánica. La excelente fotografía es de Javier de la Mora. Decidí utilizar esta imagen y este título para este espacio de colaboración porque pienso que puede ser una entrada a algunos temas de la tecnología. Ojalá y así sea.

**¿Por qué utilizar LaTeX?** Algunas veces estudiantes y compañeros de trabajo se han acercado a mí con esta pregunta. He de reconocer que mi primer contacto con el LaTeX fue en una fase tardía de mi desempeño como computólogo; y en computación, hablar de un año e incluso algunos meses puede implicar mucho desfase.

Pero bueno, ¿qué es el **LaTeX**? Ilanamente se trata de un procesador de documentos. En otras palabras, este tipo de procesador automatiza una serie de parámetros para que todos los documentos sujetos a ellos sean estéticamente similares (salida homogénea). Para lograr lo anterior, dichos procesadores emplean el contenido por separado del proceso que determina la forma estética. Obligando al autor a centrarse en la estructura interna del documento.

**Un poco de historia.** Corrían los años 70, cuando D. Knuth mandó a una imprenta sus manuscritos del segundo tomo de la serie "The Art of Computer Programming". Cuando le llegaron las pruebas de imprenta le quedó muy mal sabor de boca debido a que sus expectativas eran muy superiores a los resultados otorgados por la imprenta. Así que puso manos a la obra, optó por implementar un sistema profesional de elaboración tipográfica denominado TeX. Con este sistema se escribe un texto con instrucciones de formato y cuando es procesado, se obtiene un archivo que de forma directa se puede llevar a la imprenta. De esta forma Knuth controlaba, además del contenido, todo el proceso de composición del documento hasta la imprenta.

Una de las características más sobresalientes que tenía, era su soporte para escribir fórmulas y expresiones matemáticas. Dada la enorme calidad de TeX y de las salidas que producía, fue adoptado rápidamente por las revistas técnicas y declarado formato oficial por la Asociación de Matemáticos Americanos. Sin embargo el sistema era muy complejo de usar y esta asociación (AMS) contrato a L. Lamport para que simplificase el uso de TeX dando lugar al LaTeX. Así LaTeX consiste de un conjunto de macros de parámetros TeX que tienen dos objetivos:

1. Convertir secuencias de instrucciones en TeX de uso corriente en comandos más simples y,
2. la elaboración de los documentos siguiendo ciertos criterios estéticos según criterios comúnmente aceptados por los tipógrafos (ya no hace falta ser un tipógrafo para elaborar documentos estéticos de alta calidad).

**Si LaTeX no es tan amigable como Word y similares ¿por qué debo utilizarlo?** Quizás para una persona que utiliza las herramientas computacionales para producir documentos sencillos y de forma periódica (no todos los días se escribe un libro) no sea de gran interés la utilización del LaTeX; pero, debiera hacerse así mismo las preguntas de ¿qué es lo que voy a escribir? y ¿qué calidad se me exige? Si la respuesta es: cualquier documento de aceptable calidad y donde el tamaño del documento generado no importe, mejor dejar el LaTeX de lado. Caso contrario, vale la pena invertir tiempo en aprender LaTeX.

Para los investigadores de cualquier área, sobre todo para los que publican artículos o libros continuamente, la historia es diferente, escribir un artículo científico puede representar todo un reto, computacionalmente hablando. Así, en muchos casos, el LaTeX puede ser la respuesta esperada tal como en su momento lo fue para Knuth.

jorge.rodas@itesm.mx

## Publica o Perece

### Publica o Perece: Origen e impacto de una frase.

En el ambiente científico y académico de cualquier lugar, el dicho “publica o perece” es, sin duda, de amplio reconocimiento. El significado de estas palabras es tan simple como que si alguien desea progresar profesionalmente en una carrera científica, no le queda otra que escribir y publicar trabajos que van desde la tesis de postgrado hasta artículos científicos, pasando por todo clase de documentos técnicos, que es muy amplia y que tiene que ver con las actividades de investigación y educación superior.

Publica o perece. Las palabras de esta breve sentencia son la fiel de la balanza que sostiene y sopesa, castiga o premia la carrera profesional de millones de académicos y científicos en el mundo entero. La vida de quienes toman como credo y siguen ese mensaje será, con mucho, diferente a la de quienes les rodean y viven al margen de su círculo.

Publica o perece no es un credo para todos, como lo pudiera ser el de una religión cuyos miembros tratan: o de convertir en su creencia a los incrédulos o de combatir a los infieles que no tienen remedio. Publica o perece es una actitud que algunas personas abrazan después de haber sido educados en una universidad o tecnológico y luego formados como científicos.

Publica o perece es también una ley, paradójicamente, no escrita, pues ocurre que ni los manuales de investigación ni los de escritura científica ni texto alguno la describen, tampoco la mencionan de pasada ni recomiendan su búsqueda en otras fuentes para entenderla y aplicarla como una regla para alcanzar el éxito; sin embargo, por extraño que parezca, es seguida tan obedientemente como ninguna ley sagrada tallada en roca por el fuego divino, o terrena, creada por el hombre en tumultuosas asambleas para el gobierno del hombre. Quien quebranta la ley “publica o perece”, corre el riesgo de ser expulsado del paraíso de la ciencia y la academia.

A vuelo de pájaro, publica o perece es una frase referida como curiosidad por algunos buscadores de dichos o citas, y la explican como una especie de arrebato que tienen los científicos y algunos profesores universitarios, a los cuales se les manifiesta cuando a toda costa pretenden dar a

conocer a sus colegas los resultados de sus investigaciones o reflexiones. La manera en como hacen esto es escribiendo sus hallazgos y experiencias y publicándolas en revistas especializadas, presentándolas en congresos de expertos y, después, utilizándolas como pretexto para sacar a la luz extensos ensayos y libros de texto.

El origen de tan poderoso pronunciamiento: “publica o perece”, es oscuro. Eugene Garfield, fundador del International Science Institute (1952) y creador del *Index Science Citation* (1962) –la mayor, más prestigiosa y una de las más antiguas bases de datos sobre publicaciones científicas en el mundo–, y quien es una de las personas que ha adquirido el más profundo conocimiento sobre el impacto de la ley del “publica o perece” sobre la sociedad de la ciencia y la tecnología, declaró: “como muchos otros científicos y académicos, he usado esta frase tan familiar en muchas de mis conferencias durante los pasados 40 años. Una búsqueda bibliográfica sólo produjo unos pocos artículos y cartas al respecto, pero ningún autor citó alguna fuente común para esta expresión. También he buscado en diccionarios, incluyendo el incomparable *Oxford English Dictionary*, pero no hubo nada”.

Garfield también se lanzó a indagar en grupos de discusión a través de la internet, preguntó a expertos bibliotecarios e hizo pesquisas a través del Educational Resources Information Center (ERIC), MEDLINE y otras bases de datos electrónicas. Rastreó todos los medios posibles a través de incontables contactos y boletín ayuda. Como un último recurso envió un SOS al ciber espacio, pero no le fue posible encontrar información sobre el autor de la referida cita. “Esta simple cuestión, confesó Garfield, me venció”. Y para que un hombre que tiene archivadas más de 300 millones de citas y arriba de 20 millones de artículos científicos se venza por algo tan –aparentemente– simple, es que muy probablemente no existe respuesta. Y en esto, la ciencia no puede ayudarle.

publicaoperece@yahoo.com



***Problemática Vial en Ciudad Juárez, durante el período 2003 y 2004.***

Percances viales automovilísticos oficialmente registrados en el 2003: **13,434** (trece mil cuatrocientos treinta y cuatro)

Percances viales automovilísticos oficialmente registrados entre el 1° de enero y el último de septiembre del 2004: **13,069** (trece mil sesenta y nueve).

Número de muertos en accidentes viales ocurridos en el 2003: **98** (noventa y ocho)

Número de muertos en accidentes viales ocurridos entre el 1° de enero y el último de septiembre del 2004: **103** (ciento tres).

Número de personas atropelladas entre el 1° de enero y el último de agosto del 2004: **548** (quinientas cuarenta y ocho).

Número de personas que murieron en atropellos y choques en marzo del 2004: **22** (veintidós).

Número de personas que murieron en atropellos y choques en septiembre del 2004: **16** (dieciséis).

Número de personas fallecidas por atropello el 15 de septiembre del 2004: **5** (cinco).

Número de personas heridas en accidentes automovilísticos entre el 1° de enero y el último de septiembre del 2004: **4,114** (cuatro mil ciento catorce).

Número de choques automovilísticos entre el 1° de enero y el último de agosto del 2004: **11,348** (once mil trescientos cuarenta y ocho).

Número de conductores detenidos por percances viales entre el 1° de enero y el último de agosto del 2004: **9,950** (nueve mil novecientos cincuenta).

Número de conductores que no portaba licencia de manejar: **31** %.

Número de conductores que no poseía seguro de responsabilidad civil: **60** %.

Multa por no portar licencia de manejar: aproximadamente **200** pesos (17.40 dólares).

Fuente: Diario de Juárez.

***Los Diez Idiomas más Hablados en el Mundo***

<b>Idioma</b>	<b>Hablantes</b>
Chino (mandarín)	874, 000, 000
Hindú	366, 000, 000
Inglés	341, 000, 000
Español	322, 000, 000
Árabe	207, 000, 000
Bengalí	207, 000, 000
Portugués	176, 000, 000
Ruso	167, 000, 000
Japonés	125, 000, 000
Alemán	100, 000, 000

Fuente: The Times of India.

***Los Diez Idiomas más Hablados en Estados Unidos***

Población en EU en el 2000: 262,375,152

<b>Idioma</b>	<b>Hablantes</b>
Inglés	215, 423, 152
Español	28, 101, 052
Chino	2, 022, 143
Francés	1, 643, 838
Alemán	1, 383, 442
Tagalo (Filipinas)	1, 224, 241
Vietnamés	1, 009, 627
Italiano	1, 008, 370
Coreano	894, 063
Ruso	706, 242

Residentes en EU que no hablan inglés: 46, 951, 595.

Fuente: US Bureau of the Census.

***Francis Crick  
1916–2004***

Francis Crick y James Watson descubrieron la estructura del ácido desoxirribonucleico o DNA en el año de 1953. Un año después se separarían para

continuar sus propios trabajos. Sin embargo, sus nombres quedaron unidos por siempre en la historia de la ciencia. Los tres años que pasaron investigando juntos en la Universidad de Cambridge, formando parte de un cuerpo científico que existía de tiempo atrás y que igual siguió después de que ellos hicieran su tarea, ha dado material para montones de historias impresas, televisadas o exhibidas en salas de cine.

Con la muerte de Crick el pasado 28 de agosto no termina la polémica; de hecho, los rescoldos volvieron a avivarse y alumbrar viejos recuerdos. Sus relaciones, a veces tormentosas, dieron mucho que hablar, y ellos mismos expresaron opiniones cruzadas uno del otro.



Francis Crick

“Nunca he visto a Francis Crick comportarse con modestia”, escribió James Watson al comienzo de su historia personal del ADN: *La Doble Hélice*, que se publicó en 1968, quince años después del descubrimiento de la estructura del material genético.

Por su parte, Crick relata en su libro *Que Loco Propósito: Una visión personal del descubrimiento científico*, “recuerdo que cuando Jim (Watson) estaba escribiendo su libro, me leyó un capítulo mientras cenábamos en un pequeño restaurante cerca de Harvard Square. Me resultó difícil tomar en serio su relato. En realidad, ¿a quién podría interesarle leer algo así? En algunos aspectos, mis años de dedicación absoluta a los problemas fascinantes de la biología molecular me habían hecho vivir en una torre de marfil. Puesto que toda la gente que conocía estaba de alguna manera involucrada intelectualmente en estos problemas, yo debía sobrentender que todo el mundo era así. Ahora estoy más enterado. Al adulto medio sólo suele gustarle algo si está relacionado con

aquello que él conoce de antemano, y lo que sabe sobre ciencia en muchos casos es, lamentablemente insuficiente. Es más fácil que a la gente le gusten las historias de disputas, frustraciones y rencores, sobre un fondo de fiestas, chicas extranjeras y paseos por el río en bote, que los detalles científicos involucrados.”

“Ahora me doy cuenta de lo hábil que fue Jim, no sólo por hacer que su libro se leyera como una historia de detectives (...) sino también por haber incluido una cantidad sorprendente de detalles científicos...” Más adelante, no sin desdén, Crick afirma: “por fortuna, para aquellos que deseen saber realmente como fue todo, existen trabajos más eruditos...” tales como los relatos de Robert Olby y Horace Freeland Judson.

Hace cincuenta años, un año después del descubrimiento de la doble hélice del ADN por James Watson y Francis Crick, esto es en 1954, John D. Bernal publicó su amplia y reconocida obra de historia de la ciencia *Science in History*. El hallazgo, que marcó el inicio de la biología molecular y evolucionó hasta la moderna biotecnología, no fue registrado por Bernal. En 1957 se publicó la segunda edición de su obra, y aunque era una edición revisada el autor volvió a pasar por alto el descubrimiento del ADN.

Visto a medio siglo de distancia la omisión parece un error imperdonable, pero situados en el contexto histórico parece que no fue así, el propio Francis Crick declaró más de una vez que a la gente de entonces no pareció interesarle el asunto. Watson y Crick no alcanzaban en ese momento a medir la dimensión de su hallazgo.

Nueve años después, en 1962, Francis Crick y James Watson, junto a Maurice Wilkins, recibieron el premio Nóbel de Medicina.

“El profano está encantado al descubrir que al fin y al cabo aunque la ciencia sea tremendamente difícil de comprender, LOS CIENTÍFICOS SON HUMANOS, a pesar de que la palabra humano en este caso se refiere al comportamiento de los mamíferos más que a algo peculiar de nuestra especie, como son los matemáticos”. Francis Crick.

CULCyT//VGA

## La Mentoría como Estrategia para la Transmisión de Conceptos y Habilidades de Investigación

Conferencia. X Semana de Ingeniería. Septiembre, 2004. Instituto de Ingeniería y Tecnología. UACJ.

Victoriano Garza Almanza

### COMIENZOS

Aunada a las necesidades propias de desarrollo del Instituto de Ingeniería y Tecnología, en febrero del 2004 surgió la idea de apoyar a los académicos de Tiempo Completo del Instituto, que no tuvieran experiencia pero si interés en investigación, mediante un entrenamiento que incentivara el inicio de actividades en esta vertiente de desarrollo profesional.

De esta manera dio inicio el que denominado: **Programa para la Formación de Investigadores**

### MISION

La misión propuesta consistió en la “ampliación y generación del capital intelectual para la investigación científica y tecnológica en el IIT”, mediante los siguientes **objetivos**:

1. Desarrollar una cultura científica,
2. Formar recursos humanos especializados, e
3. Impulsar las actividades de investigación.

Todo lo anterior, para la consolidación de grupos y proyectos dedicados a la generación de conocimiento científico y tecnológico.

### CULTURA CIENTIFICA

Estudiantes y maestros son imagen en el espejo, y ese reflejo puede permanecer inmutable por largo tiempo, y sin producir otra cosa más que lo mismo. Si no hay maestros investigadores tampoco se tendrán estudiantes investigadores. Este círculo vicioso continuará hasta que se desgaste o una intervención externa rompa la ciclicidad.

Lo anterior fue advertido y esto motivó la creación de Programa para la Formación de Investigadores.

De tal forma, para romper con ese círculo se identificó la necesidad de iniciar trabajos en pro de una cultura científica; quiere decir, emprender acciones conducentes a la transformación del entorno estudiantil y docente.

Tales acciones emprendidas fueron:

1. Ciclo de Conferencias Magistrales.
2. Revista Cultura Científica y Tecnológica.
3. Página Web.
4. Seminario de Ciencia, Tecnología y Sociedad.

### FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

¿Cómo incidir en los maestros?

La respuesta fue: “educando a educadores para iniciar un proceso de formación de investigadores”.

Se pensó en un esquema de entrenamiento dirigido a aquellos maestros de TC que pudieran tener interés en la investigación pero que no sabían como empezar.

En lugar de ofrecer cursos o talleres dispersos, se estimó que era más conveniente un programa de educación–acción que diera lugar a la interacción de maestros de diferentes departamentos de instituto por un plazo mayor a dos semanas.

Se estructuró un diplomado con 6 módulos de 30 hs c/u, y 180 hs de duración en total.

En esta diplomado se ofrecerían diversos esquemas de educación: seminarios, cursos y talleres, todos con un mismo objetivo, ofrecer a los asistentes la información y práctica necesaria para que por sí mismos pudieran emprender, en corto plazo, investigaciones que les permitieran ir creciendo en experiencia.

### ACTIVIDADES DE INVESTIGACION

Después, cuando los maestros hubieran adquirido algunas herramientas de trabajo y laborado sobre algunas ideas, podrían comenzar con algunas rutinas propias del investigador, a saber:

1. Preparación de artículos académicos
2. Desarrollo de propuestas de investigación
3. Elaboración de conferencias
4. Otras

### RUTA CRÍTICA

1. **Febrero:** Elaboración de proyecto integral Programa para la Formación de Investigadores (PPFI).
2. **Marzo:** Gestión del proyecto (conferencistas, instructores, etc.).
3. **Abril:** Presentación del proyecto: Conferencias magistrales.

4. **Mayo:** Inicio del Diplomado en Investigación.
5. **Junio:** Diplomado.
6. **Julio:** Período vacacional.
7. **Agosto:** Conclusión del diplomado.
8. **Septiembre:** X Semana de Ingeniería: Presentaciones.

## RESULTADOS

1. Discurso de inauguración
2. Presentación del PPFi
3. Conferencias Magistrales: 4
4. Diplomado en Investigación:
  - a. 6 módulos
  - b. 5 manuales impresos
  - c. Se ofreció a 25 maestros de TC
  - d. Cumplieron con todos los requisitos 18
  - e. 18 artículos
  - f. 18 proyectos
  - g. 19 presentaciones en conferencia
  - h. 6 carteles
5. Desarrollo de Comunidad Virtual
6. Revista Cultura Científica y Tecnológica (2 números)
7. Página Web del PPFi

## CONCLUSION

Además de los resultados esperados, del Programa para la Formación de Investigadores se obtuvieron otros resultados que van más allá de la expectativa planteada.

Destaca un producto que, a partir del Diplomado en Investigación, se fue desprendiendo; es

decir inopinadamente se llegó un esquema de “mentoría” el cual, además de la capacitación ofrecida durante el entrenamiento, se brindó a los maestros participantes.

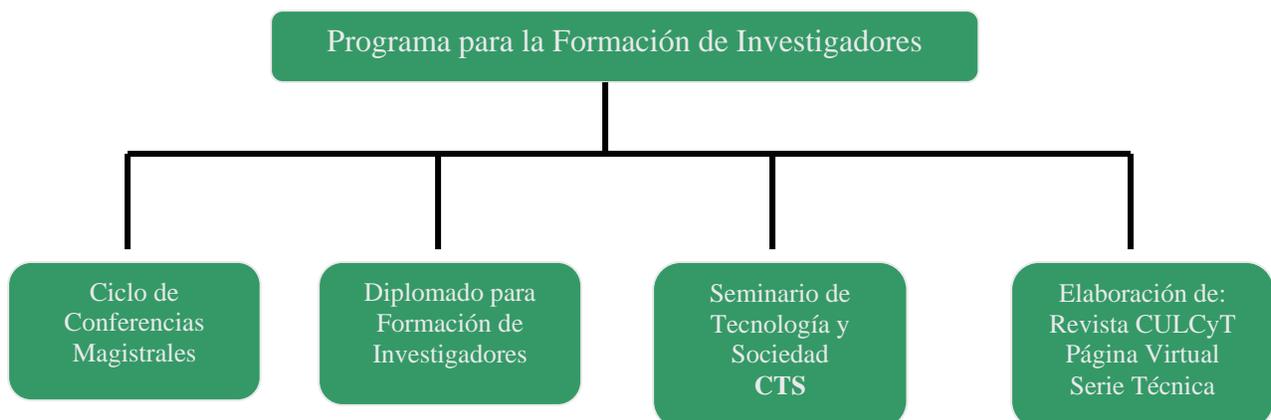
La “mentoría” es un esquema de apoyo por parte de quien conoce algo a quien tiene menos experiencia en un tema.

Este esquema de enseñanza–aprendizaje es poco conocido y menos entendido en México, pero muy empleado en naciones desarrolladas, sobre todo en el campo de la investigación.

La “mentoría” es el establecimiento gradual de una relación de colaboración entre un instructor y sus alumnos con el propósito de:

1. Ayudarles a tomar riesgos apropiados
2. Desarrollar más confianza en sí mismos respecto a alguna cosa; p.e. como investigar
3. Tomar decisiones informadas
4. Alcanzar objetivos mediante logros inmediatos, e ir aumentando
5. Manejar efectivamente la tensión y la inseguridad

El esquema de la mentoría, que se fue incorporando sutilmente al Programa para la Formación de Investigadores, es una prometedora forma de apoyar y guiar a jóvenes profesores que debe de ser analizada y considerada como un elemento esencial en los siguientes entrenamientos de esta clase.



Esquema del Programa para la Formación de Investigadores.

**DIPLOMADO EN INVESTIGACION**



**Maestros del IIT participantes del Módulo 6: Escritura Científica:**  
De izq. a der. Lidia, Karla, Onofre, Maribel, Javier, Lázaro,  
Roberto, Héctor e Imelda.



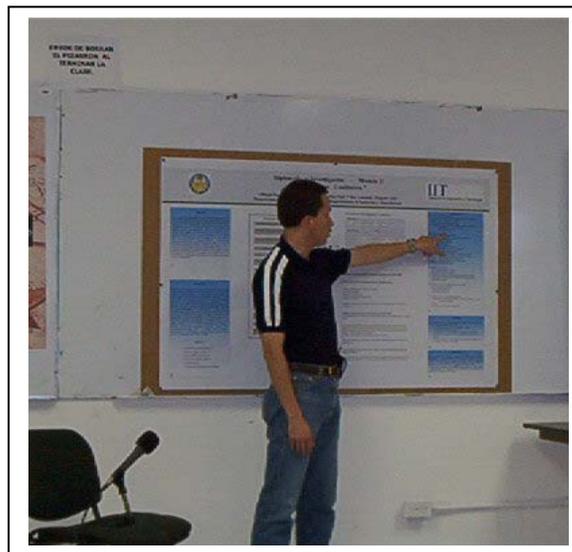
De izq. a der. Rossana, Ernesto, Saúl, Armando, Abdí

## DIPLOMADO EN INVESTIGACIÓN.

### PRESENTACION DE CARTELES.



**Roberto**



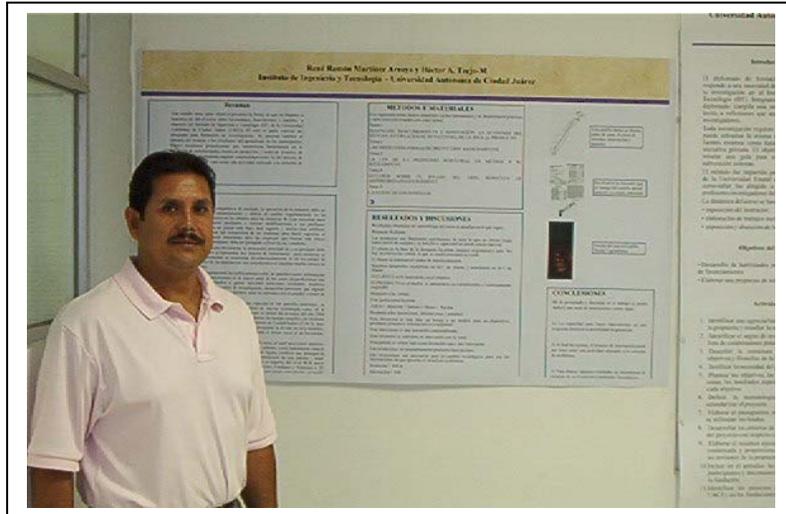
**Saúl**



Onofre



Manuel



René



Diplomado en Investigación

Foto de Grupo

## **CICLO DE CONFERENCIAS MAGISTRALES**

**Dr. Ruy Pérez Montfort.**

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Tema:**

**Sobre la Investigación Científica**

**Septiembre 22, 2004.**



 <p><b>Dr. Jorge E. Rodas O.</b></p>	<p>Es profesor-investigador de la Escuela de Ingeniería del ITESM Campus Chihuahua. Obtuvo el grado de Doctor por la Universitat Politècnica de Catalunya en el área de Inteligencia Artificial, el día 10 de abril de 2003 con matrícula de Excelente Cum Laude por unanimidad. Tiene la Maestría en Ciencias en Inteligencia Artificial de la misma universidad y la Licenciatura en Ingeniería en Electrónica del Instituto Tecnológico de Chihuahua. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel-C (SNI-Conacyt).</p>
 <p><b>M. C. Gerardo Padilla</b></p>	<p>Actualmente es estudiante del Doctorado en Ingeniería de Software en el Centro de Investigación en Matemáticas, A. C. Anteriormente trabajó en la empresa <a href="#">SisLogic</a> fungiendo funciones de Gerente de Investigación y Desarrollo, del mismo modo colaboró como consejero tecnológico en la empresa <a href="#">COSIC</a>. Ha sido instructor en cursos en universidades en Guadalajara: <a href="#">ITESO</a>, <a href="#">ULSAG</a> y <a href="#">UNIVA</a>. Durante 2003 obtuvo la certificación OMG-Certified Fundamental UML Professional</p>
 <p><b>M. C. Luis Felipe Fernández M.</b></p>	<p>Es profesor-investigador del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, del departamento de Eléctrica y Computación. Lic. en Ciencias Físicas y Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería Nuclear por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Diploma de Estudios Avanzados en Software y Candidato a Doctor del programa en Software por la Universidad Politècnica de Catalunya. Es evaluador invitado de CIEES desde el 2002. Fue candidato a investigador por el SNI de 1987 a 1990.</p>
 <p><b>Dr. Victoriano Garza Almanza</b></p>	<p>Profesor titular "C" de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), con mención <i>Summa Cum Laude</i>. Fundador y coordinador del Programa para la Formación de Investigadores del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la UACJ. Director de la revista universitaria Cultura Científica y Tecnológica (CULCyT). Miembro del Comité editorial de la Revista de Salud Pública y Nutrición de la UANL. Reconocimiento PROMEP-SEP perfil deseable. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel 1 (SNI-Conacyt).</p>