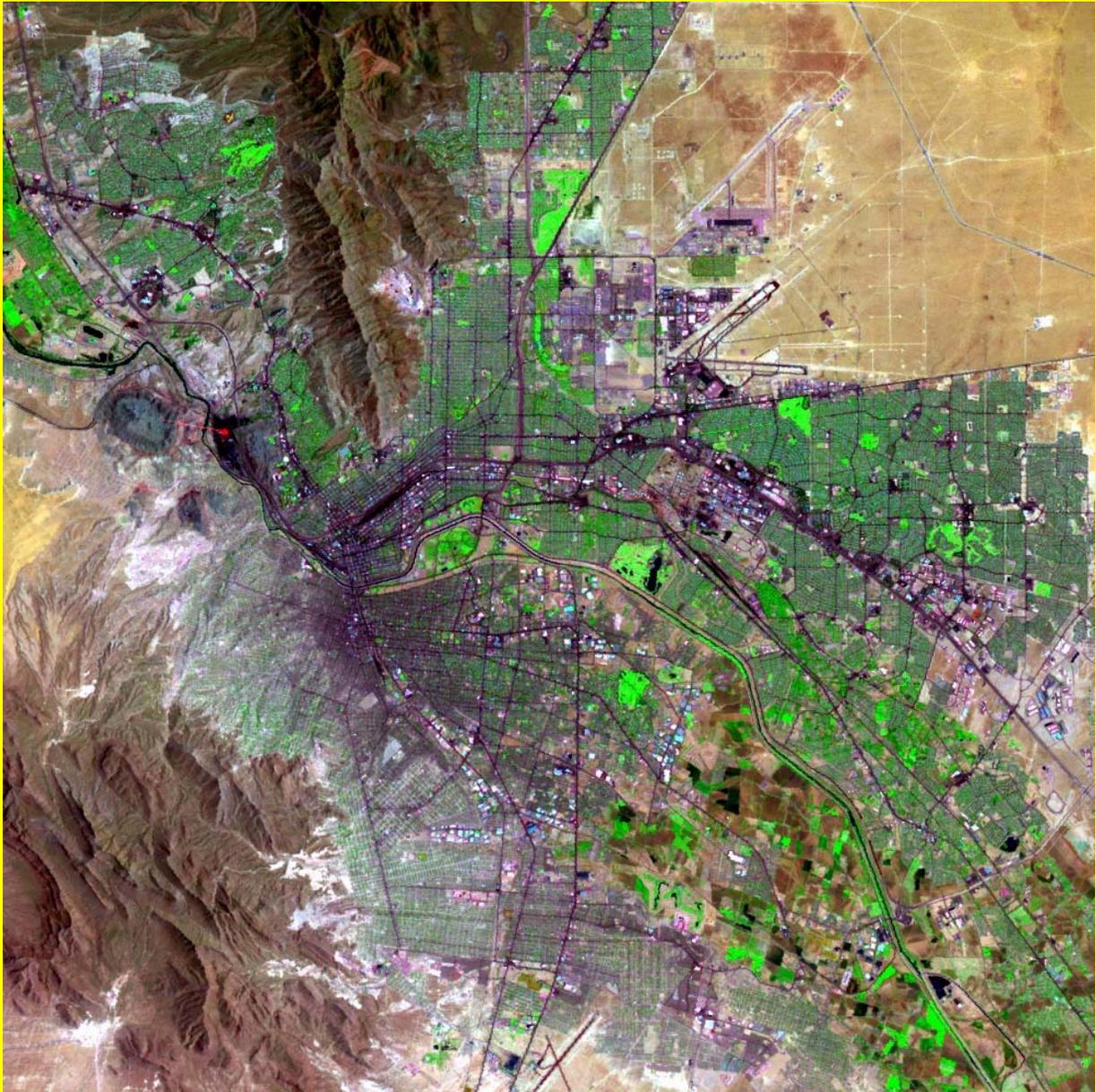


# Cultura Científica y Tecnológica

Septiembre – Octubre, 2005. Año 2, N° 10

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez



Ciudad Juárez, Chihuahua. México – El Paso, Texas. Estados Unidos



CULCyT



---

**Universidad Autónoma  
de  
Ciudad Juárez**

---

Dr. Felipe Fornelli Lafón  
**Rector**

Quím. Héctor Reyes Leal  
**Secretario General**

Ing. Rafael Woo Chew  
**Director del IIT**

MI Gerardo Sandoval Montes  
**Coord. de Investigación del IIT**

---

**CULCyT**

---

**Fundador y Director Editorial**

Dr. Victoriano Garza Almanza

**Subdirector Editorial**

MC Luis Felipe Fernández

---

**Comité Editorial**

---

Dr. Mohammad Badii. UANL  
Dra. Lucy Mar Camacho. ITESM  
Dr. Pedro Cesar Cantú. UANL  
Dra. Perla Elvia García. UACJ  
Dr. Victoriano Garza. UACJ  
Dr. Cuauhtémoc Lemus. CIMAT  
Dr. José Mireles Jr. UACJ  
Dr. Jorge E. Rodas. ITESM  
Dr. Barry Thatcher. NMSU  
Dr. Hugo Vilchis. NMSU

---

**Columnas**

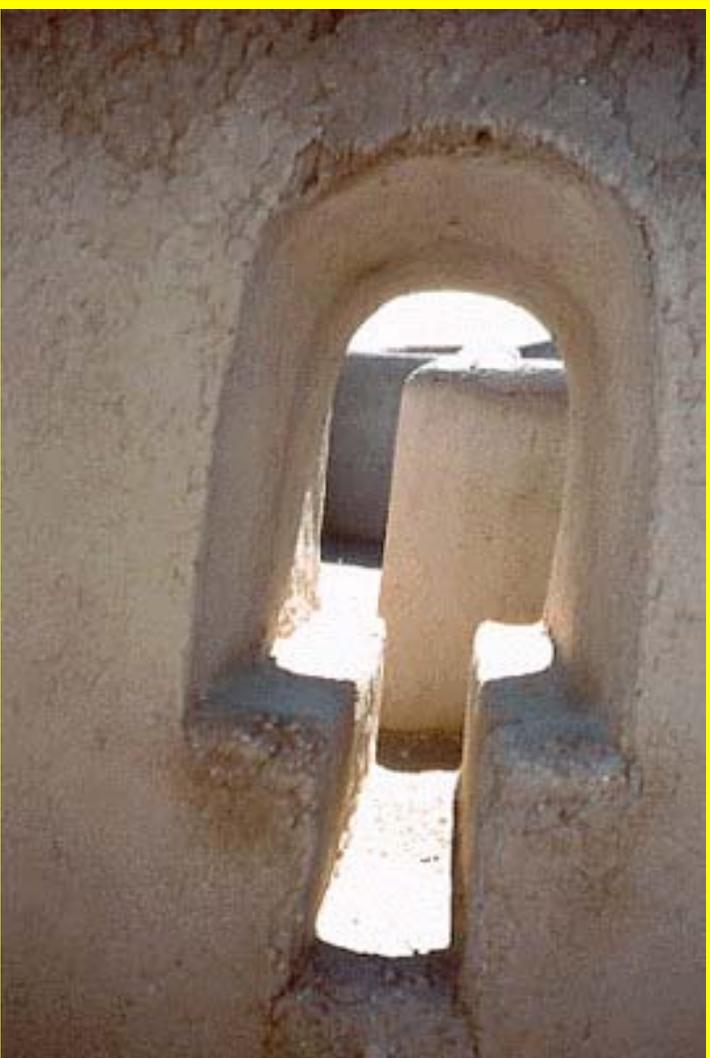
---

Dr. Jorge E. Rodas O.  
**Coordinador**

MC Luis Felipe Fernández  
Dr. Victoriano Garza  
MC Gerardo Padilla

MC Victoria González de Moss  
**Webmaster**

Portada: Lamont Doherty Herat Lab.



*Paquimé, Chihuahua. Portal en forma de hongo*

**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/Fax (52-656) 688-48-46.

Correo electrónico: [vgarza@uacj.mx](mailto:vgarza@uacj.mx)

Los autores son responsables de sus textos.

Indexada en el **Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal: LATINDEX.** <http://www.latindex.unam.mx/>

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



Portada: Lamont Doherty Herat Lab

# CULCyT

## CONTENIDO

Septiembre – Octubre. 2005.

Año 2, N° 10

### CARTA DEL EDITOR

La cultura en el desarrollo científico 3

### AMBIENTE BINACIONAL

El agua y las relaciones entre México y Estados Unidos: Tratado binacional de 1906 y las reglas de Helsinki 4

### INVESTIGACIÓN

Predicción de la rugosidad superficial del acero *cold rolled 1018* a través de la metodología de superficie de respuesta y redes neuronales 9

### DIVULGACIÓN

De paseo con la Osa Mayor 21

### RESEÑA

La aventura de aprender 25

### ENSAYOS CLÁSICOS DE LA CIENCIA

Stephen Hawking: ¿Juega Dios a los dados? 29

### COLUMNAS

Luis F. Fernández	A veces me siento y pienso...	36
Victoriano Garza	Publica o Perece	37
Gerardo Padilla	El \$oftware en México	38
Jorge E. Rodas	La Puerta	39

### CIENCIA EN LA NOTICIA

Científicos luchan contra el miedo a la tecnología 40

Científico laureado defiende la libertad de dudar y ser curioso 40

Premio Nóbel de Física 2005 41

Premio Nóbel de Química 2005 41

Entregan premios IG Nóbel por investigaciones que no deberían repetirse 42

Llega a las puertas de Europa el virus mortal H5N1 de la gripe aviar 43

Reafirma Stephen Hawking su creencia de vida extraterrestre 43

### GALERÍA FOTOGRÁFICA

Antigua oficina de correos de Ciudad Juárez 44

# Carta del Editor

---

## LA CULTURA EN EL DESARROLLO CIENTÍFICO

La cultura científica en una nación es consecuencia de una cultura general, rica en expresiones creativas, valores, tradiciones e instituciones sociales, que advierte que con la generación de nuevo conocimiento; esto es, con el quehacer investigativo científico y tecnológico, existe una salida, con miles de vías, que conduce a una prosperidad que podrá ser más adecuada y favorable a los intereses de su comunidad.

La cultura científica no es precisamente divulgar la ciencia entre el público, como se da a pensar entre algunos comunicólogos de la ciencia, esto es sólo una parte; sino el acto de influirla desde el mismo medio social especializado que han recreado los científicos para sí y contagiarla enfermizamente a sus medios académicos, políticos, gubernamentales, industriales, de comunicación, hasta llegar, entonces sí, a la gente.

Estas cosas parecen que se han dado en México, al menos así lo creen religiosamente muchos científicos mexicanos; sin embargo, la “ciencia mexicana”, si es que hay algo que pudiéramos llamar así, no ha despegado del suelo ni con el apoyo del Instituto Nacional de Investigación Científica, fundado en los años 50 del siglo XX, ni con el CONACYT, fundado en 1970. Ni con todas las estrategias de “diseño de futuro” de Sachs, visiones prospectivas de Ackoff, descentralizaciones en SEP-Conacyts, programas de becas y proyectos, Sistema Nacional de Investigadores, etc. Y, como se puede ver, México tomó la delantera, en tiempo, visión y recursos –así fueran pocos–, a naciones que ahora son superiores a nuestro país en materia científica o, peor aún, que hace 55 años ni siquiera existían. Hay, eso sí, muchas empresas científicas individuales, que juntas hacen un “bonche”, pero no un quehacer sistematizado respecto a una agenda de problemas y propuestas nacionales.

“El impacto científico de las naciones”, uno de los últimos estudios realizados sobre “quien es quien” en la ciencia mundial, elaborado por David King de la Oficina de Ciencia y Tecnología de Inglaterra y publicado en Nature en julio del 2004, revela cuales son esas naciones que conforman la maquina productora de conocimiento científico a nivel global, y qué lugar ocupan. Treinta y una naciones, con Estados Unidos a la cabeza, producen más del 98% del conocimiento científico planetario. El restante 1% es producido por las restantes 160 y tantas naciones, incluido México.

Naciones como Israel, que a golpe y porrazo surgió a fines de los años 40 y que vive sometida a un constante reino de terror; Korea del Sur, que emergió de una guerra a principios de los 50; Singapur, que se creó en los 60 y que solo cuenta con 4 millones de habitantes; España, que a comienzos de los 70 era un país fascista y absolutamente rural que lo único que exportaba eran toreros, como el Cordobés, y actores como las mellizas Pili y Mili, Marisol y Joselito; la centenaria y atrasadísima Irlanda; la Sudáfrica sobreviviente del “apartheid”; el orgulloso Brasil, representando a toda Latinoamérica; y la pequeñísima Luxemburgo que posee una población menor a la tercera parte de Ciudad Juárez y apenas unas varas de tierra; hasta Grecia e Irán, constituyen, junto a las grandes potencias, lo que King denomina “la liga premier de la ciencia.”

Uno de los grandes enigmas de la sociedad mexicana contemporánea, que es la clave para resolver este nudo gordiano, es la razón oculta por la cual México no ha podido montar y manejar la maquinaria de la ciencia, como de facto vemos que lo han hecho otras naciones con menos recursos, menos tradición y mucho menos investigadores de carrera. Producimos científicos, pero también los exportamos; se brinda apoyo, pero se soslaya “la provincia”; se crean sociedades en el centro y para el centro, etc.

Si algo tiene la ciencia es pragmatismo, y el pragmático tiene que tomar decisiones, pues el quehacer científico es un “hago esto o hago aquello, pero hago”, y el que decide debe tener liderazgo o inteligentemente sumarse al que mejor lo manifiesta. Y ninguna de esas cosas es característica de nuestra idiosincrasia, nuestra cultura. Esto lo advertí claramente en innumerables proyectos binacionales México–Estados Unidos que alguna vez supervisé, donde en un lado se organizaban y trabajaban como hormigas su parte correspondiente, en tanto que en el otro lado se pasaban la estafeta de la decisión en medio de largas reuniones cargadas de retórica sin aterrizar, al final, en nada.

México no ha logrado aún, contando con ejércitos de gente muy capaz y con infraestructura calificada y recursos financieros que muchos juzgan insuficientes pero que de cualquier forma son un asidero para hacer miles de cosas, encaramarse a la cima del quehacer científico y enlistarse en la liga premier, y los años de experiencia en este sentido nos dicen que por ese camino nunca vamos a llegar. Entonces, ¿qué se necesita para dar ese giro? Pienso que buena parte de la solución está en el cambio de actitud, y esto surge en situaciones de crisis o bajo una intensa campaña de concientización. Y esa actitud para hacer, para decidir, para liderar, para salir a pescar fondos en vez de esperar a que nos alimenten con centavos, debe incorporarse a la cultura en todos los niveles de la enseñanza si queremos impactar la formación de los futuros científicos.

*Victoriano Garza Almanza*

## **El agua y las relaciones entre México y Estados Unidos: Tratado binacional de 1906 y las reglas de Helsinki**

Ph:D. Jorge A. Salas Plata M.<sup>1</sup>

### **Introducción**

El propósito de este ensayo es el de describir a grandes rasgos la asignación histórica de las aguas superficiales que se llevó a cabo en la frontera México-Estados Unidos en el área de El Paso-Ciudad Juárez. Posteriormente, y con base en las Reglas de Helsinki presentadas por la Asociación Internacional de Derecho (ILA, por sus siglas en inglés) en el 2004, hacer una crítica de dicho tratado.

### **Antecedentes Históricos**

El agua es vital para el desarrollo económico de cualquier parte del mundo. Debido a su valor estratégico, este recurso natural genera conflictos entre ciudades, regiones y países. Este ha sido el caso de los Estados Unidos (EU) y México en su zona fronteriza, en la que el Río Bravo/Río Grande es la línea divisoria a lo largo de casi 2000 km. Dicha línea quedó definida en 1848, después de la guerra entre ambos países, con la firma del Tratado de Guadalupe Hidalgo. Mediante este tratado, los EU se ampliaron geográficamente con los actuales estados de California, Nevada, Arizona, Colorado, Utah, Nuevo México y parte de Wyoming, e iniciaron el desarrollo económico de dichas entidades. El control de las

aguas de los ríos Colorado y Río Bravo/Río Grande, como parte de estos nuevos territorios, favoreció el gran desarrollo capitalista agrícola e industrial de los EU en algunos de esos nuevos territorios como California, Colorado y Nuevo México. De 1880 a 1896, la región del sur de Colorado y norte de Nuevo México, pasó de 49,000 hectáreas (121,000 acres) a 129,000 hectáreas (318,000 acres) bajo riego. Lo anterior significó un conflicto doméstico entre los estados de Colorado, Nuevo México y Texas, y un diferendo internacional con México debido a que se disminuyeron los flujos de agua para riego de la región Paso del Norte (condados de Doña Ana en Nuevo México, El Paso, Texas y Ciudad Juárez, Chihuahua). En la década de 1880-1890 el valle agrícola de Ciudad Juárez tenía una población de 17,000 habitantes, y regaba 22,000 hectáreas (54,363 acres) con un volumen de 220 millones de m<sup>3</sup>.

### **La Legislación en Materia de Agua**

El artículo VII del Tratado de Guadalupe Hidalgo prohibía a los países construir obras hidráulicas que afectaran las ya existentes aguas abajo de los ríos navegables, como era el caso del Río Bravo/Río Grande. Asimismo, el derecho internacional romano regulaba la distribución de las aguas de los ríos binacionales mediante el derecho de apropiación previa (primero en tiempo primero en derecho). La doctrina de apropiación previa, adoptada por la mayoría de los estados del oeste de los Estados Unidos, daba a la primera persona en usar el agua de una corriente, el primer derecho en el uso de la misma. Si el primer usuario no consume toda el agua, entonces el segundo y los posteriores usuarios pueden apropiarse el agua para sus necesidades. Los derechos

<sup>1</sup> Depto. de Ing. Civil y Ambiental. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Correo-e: [jsala@uacj.mx](mailto:jsala@uacj.mx)

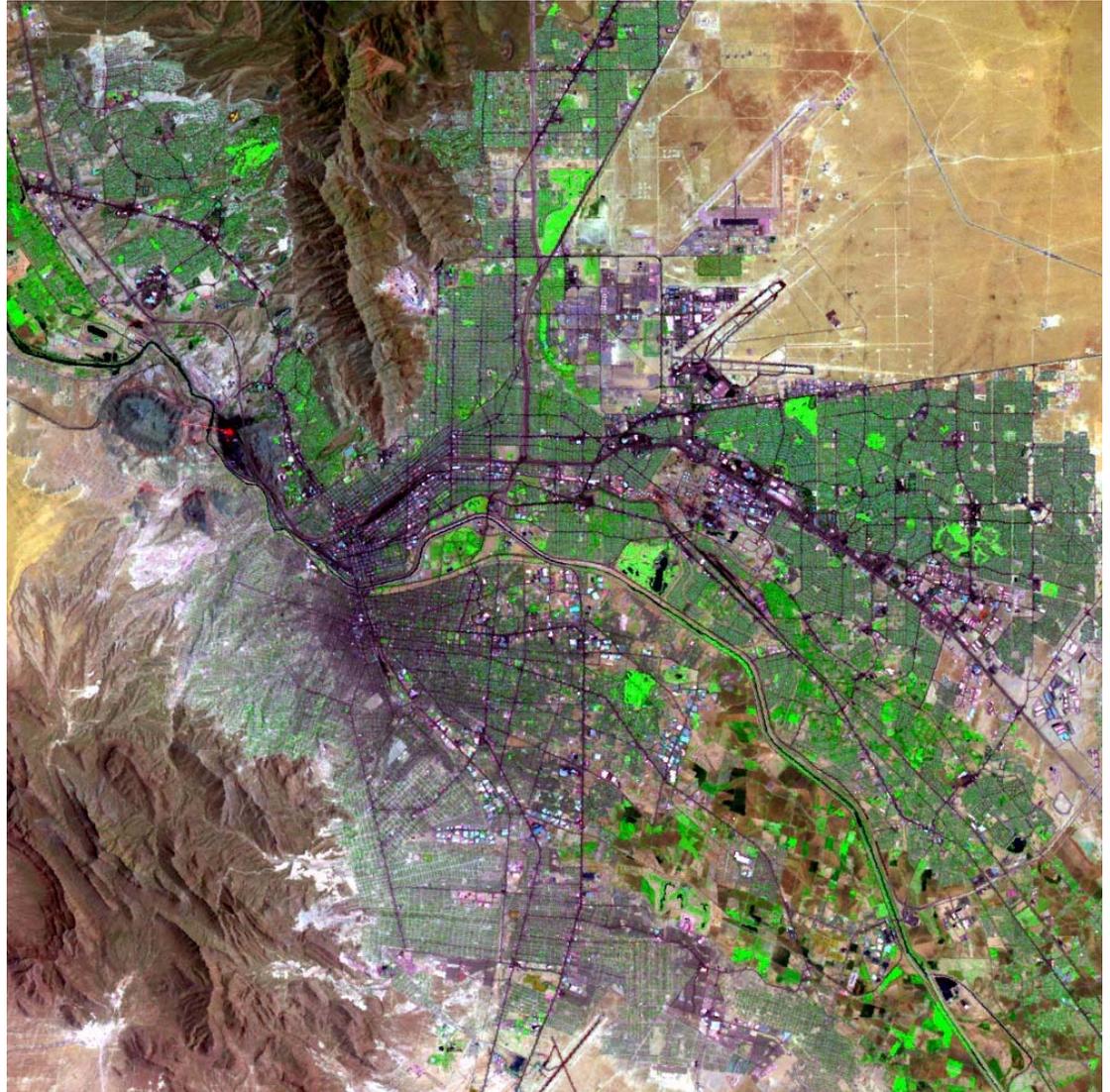
del agua no necesariamente implicaban la propiedad del suelo.

Por otro lado, los derechos de los ribereños (Riparian Law) establecía que los ríos fronterizos eran comunes y pertenecían mitad a los Estados Unidos y mitad a México, para el uso y suministro de agua de los estados vecinos. Ni la jurisprudencia ni la soberanía que un estado ejerciera sobre una porción del río autorizaba a cualquier país a apropiarse de los derechos de agua que le pertenecían al otro. Tampoco disminuir el volumen de la corriente para el consumo o derivación por medio de canales en su territorio. Las reglas de la jurisprudencia romana se consideraban aplicables a las naciones y, por tanto, no eran acciones legales si se derivaba agua de la corriente

de un río navegable afectando al otro país. Incluso cuando un país era dueño exclusivo de la corriente, si estaba junto a otro país vecino que compartía el beneficio de un río declarado navegable, no podía derivar ni disminuir el volumen de este.”

Debido a las derivaciones de agua en el sur de Colorado y norte de Nuevo México, la economía

agrícola de la región entró en crisis; la población disminuyó en esa época a 7,800 habitantes y su superficie de riego se redujo a 6,800 hectáreas (16,803 acres) dado que sólo se contaba con 68 millones de m<sup>3</sup> por año aproximadamente.



**Región binacional Juárez, Chihuahua (sur) – El Paso, Texas (norte)  
Lamont Doherty Herat Laboratory. Columbia University**

### **El Tratado de 1906**

Ante el reclamo de México por la situación del Valle de Juárez, EU respondió en el plano legal con base en la doctrina de soberanía absoluta con el

objetivo de decidir unilateralmente sobre las aguas de los ríos dentro de su territorio (Doctrina Harmon). Estas medidas de política fueron instituidas en el Acta de Recuperación de junio de 1902. A través de esta acta a México se le impidió hacer uso de cualquier flujo de agua proveniente de los EU. El gobierno federal de los EU decidió privilegiar el desarrollo agrícola del sur de Colorado y consideró inevitable la falta de agua para la agricultura en la región de El Paso/Juárez. También resolvió que los conflictos por el agua eran un asunto meramente de ingeniería y que podía resolverse mediante la construcción de una presa. El Departamento del Interior a través del Buró de Recuperación (USBR) resolvió la construcción de la presa Elephant Butte que habría de reasignar las aguas a Nuevo México, Texas y el Valle de Juárez.

El Tratado de 1906 para la distribución equitativa de las aguas del Río Bravo/Río Grande, firmado por ambos países, le otorgó a México 74 millones de m<sup>3</sup> anuales en un punto conocido como la Acequia Madre y provenientes de la presa Elephant Butte, como respuesta a su demanda por daños. Este volumen fue otorgado por los EU como cortesía y, a juicio de este país, no implicaba reconocimiento alguno de los derechos de México a las aguas del río en esta zona. Estados Unidos interpretó también el tratado como una aceptación de México a la renuncia a sus derechos presentes y futuros a dichas aguas. Por su parte, México entendió mediante este tratado que el volumen anteriormente mencionado de agua era un pago en especie por los daños ocasionados a la agricultura del Valle de Juárez y que mantenía sus derechos tradicionales a una porción de las aguas del río, aceptando no levantar más reclamaciones por concepto de los daños que ascendían a 35 millones de dólares. La anfibiología de los términos del tratado

permitió a los EU la aplicación de su filosofía de absoluta soberanía.

El tratado de 1906 no abordó las cuestiones ecológicas y medioambientales.

### **Las Reglas de Helsinki**

El documento Las Reglas de Helsinki expone los nuevos lineamientos de la normatividad internacional en materia de reparto de aguas de ríos binacionales. Estos criterios establecen que el reparto deberá hacerse con base en las necesidades socioeconómicas y políticas presentes y futuras de la región binacional vista como un todo, respetando los derechos tanto de los centros de población como de los ecosistemas. En la nueva normatividad internacional se busca causar el menor daño al medio ambiente y desarrollar la economía de la región sin poner en riesgo la disponibilidad del recurso para las nuevas generaciones del área binacional, es decir con un criterio sustentable. La aplicación de las Reglas de Helsinki presupone una planeación económica regional. Las reglas constituyen una serie de leyes que un administrador del agua, juez o tomador de decisiones tendrían que tomar en cuenta para la solución de problemas relacionados con los recurso agua. Estas leyes sobre el uso de las aguas de los ríos nacionales e internacionales, así como la presencia de la Asociación Internacional de Derecho, son fundamentales en la formulación de la regla básica del uso equitativo y razonable en la utilización y desarrollo de las aguas internacionales. Desde 1966 en que apareció la primera versión de las Reglas de Helsinki, han surgido un conjunto de leyes internacionales relacionados con los problemas ambientales y la protección de los derechos humanos. A continuación se destacan algunas definiciones importantes de las Reglas:

- El término administración incluye desarrollo, uso, protección, asignación, regulación y control de las aguas, independientemente de la cantidad y calidad de las mismas. No se emplea el término en el sentido técnico, que es una connotación estrecha.
- La administración conjunta significa la administración de las aguas de una cuenca hidrográfica considerando las aguas superficiales y/o subterráneas de la misma.
- Las reglas reservan el término "administración integral" (enfoque holístico) para la administración que integra el manejo de los recursos del agua con los otros recursos naturales. Este tipo de administración es esencial para el logro de la sustentabilidad. Considera el agua como parte de los ecosistemas, los cuales no pueden administrarse efectivamente sin un cuidado especial de las interconexiones íntimas de las partes del sistema.
- Las necesidades de las generaciones presentes y futuras deben de ser tomadas en cuenta en la planeación y uso del agua. Todas las personas deben de tener acceso equitativo a los recursos que ellos necesitan y estos recursos, sean renovables o no, no deben agotarse. La noción básica de sustentabilidad incluye el hecho de que el manejo de los recursos naturales debe realizarse de una manera integral
- Una organización regional para la integración económica significa una organización constituida por estados soberanos de una región dada, a quienes sus estados miembros han transferido competencia respecto al tema que gobiernan estas leyes.
- Los estados ribereños tienen el derecho de participar en la administración de las aguas de

una cuenca hidrográfica internacional de una manera equitativa, razonable y sustentable.

- El primer principio de la cooperación es que cada sistema fluvial es una unidad física natural e indivisible, y que como tal debe ser desarrollada para que rinda el mayor servicio posible a toda la comunidad a la que sirve independientemente de si esa comunidad este dividida en dos o mas jurisdicciones políticas. Esta es la base del desarrollo binacional.
- Tres formas de integridad son necesarias para que los ecosistemas continúen con su función: la biológica, química y física.
- El uso equitativo y razonable es un uso determinado por factores relevantes en cada caso particular
- En la determinación del uso equitativo y razonable, los Estados deben primero asignar agua para satisfacer las necesidades humanas vitales.

## Discusión

La manera en que se distribuían las aguas en la región antes del Tratado de 1906 era de carácter "usufructuario". Esta palabra, de acuerdo con el derecho romano expresa dos características: *usus* y *fructus*, mientras que la palabra propiedad absoluta incluye los términos anteriores mas el termino *abusus*, es decir, no sólo el derecho al uso del agua y los frutos de tal uso, sino también el derecho al desperdicio, destrucción o consumo total del recurso. Estados Unidos hizo uso de su soberanía, es decir de la aptitud que tiene un estado para crear normas jurídicas internacionales.

Por cuanto a la cortesía internacional que menciona el Tratado de 1906, esta encierra un

contrasentido. Por un lado, la cortesía “esta integrada por las reglas de conducta que regulan los actos con los que se manifiesta la atención, el respeto o el afecto de un sujeto de la comunidad internacional a otro de la misma comunidad. Las normas de conducta integrantes de la cortesía internacional se les llama reglas de decoro, usos sociales reglas de trato externo o convencionalismos sociales”

Sin embargo, los efectos sobre dicha regla en el estado de ánimo de los agricultores y el gobierno mexicano fueron el de un acto descortés.

Las Reglas de Helsinki, incluyen los derechos humanos como una componente de una equitativa y razonable distribución de las aguas transfronterizas. Esto se relaciona con la necesidad de una oferta de trabajo que garantice el pleno empleo de los ciudadanos fronterizos, los aumentos de salarios, así como otros beneficios de crecimiento económico fundamentales ya que las desigualdades en los ingresos de los ciudadanos es de 5-10/1 son contrastantes, independientemente del costo de la vida.

Otro tema importante de las reglas de Helsinki es el de la participación pública y el acceso a la información. Al respecto “...cuando se abren los espacios para la participación de la gente, esta se

fortalece en influencia y presencia política. Las democracias pueden crecer, se puede repartir el poder y las relaciones de poder pueden cambiar. Pero no basta con la voluntad de darle la voz a la gente, se requieren estructuras de participación.” Es decir, que en la administración de las aguas los estados deben asegurar que las personas afectadas por las decisiones puedan participar de manera directa o indirecta en los procesos de toma de decisiones y tener una oportunidad razonable para expresar sus puntos de vista acerca de los programas, planes, proyectos o actividades relacionadas con las aguas. Para permitir tal participación, los Estados deben proveer acceso a la información relevante para la administración de las aguas sin costos ni obstáculos irrazonables.

### **Conclusión**

En la región fronteriza, el tema del agua se ubica en un contexto de tres temas de política mas amplios: el medio ambiente, la mano de obra y los negocios y los derechos humanos, incluyendo los servicios de salud para los necesitados, así como los derechos para las mujeres y los inmigrantes. En suma se requiere justicia social en el sentido de la igualdad de derechos, salarios, y responsabilidades de uno y otro lado de la frontera.



Vista parcial de  
El Paso, Texas y Ciudad Juárez  
Fuente: Creighton Prep.

## Predicción de la Rugosidad Superficial del Acero *cold rolled 1018* a través de la Metodología de Superficie de Respuesta y Redes Neuronales

M.C Lázaro Rico Pérez<sup>1</sup>, Dr. Juan J. Díaz N.<sup>2</sup>,  
Dr. Francisco J. Estrada O.<sup>3</sup>, M.C. Javier Molina  
Salazar<sup>3</sup>

### RESUMEN

Se propone la predicción de la rugosidad superficial sobre un acero cold rolled 1018 empleando una herramienta de corte de alta velocidad. Como objetivo secundario, predecir la temperatura de la herramienta de corte y del material de trabajo. Como variables independientes se incluyen tres parámetros de maquinado: la velocidad de corte, tasa de alimentación y profundidad de corte. Los modelos predictivos son obtenidos con el apoyo de la metodología de superficie de respuesta (RSM) y la teoría de redes neuronales (NN).

*Palabras claves:* Parámetros de corte, Rugosidad superficial, Metodología de superficie de respuesta, Redes neuronales.

### INTRODUCCIÓN

En la industria actual debido al alto grado de competitividad que existe a nivel mundial, los procesos de manufactura en las empresas, y en especial, los procesos de corte de metal (PDCM) requieren de confiables indicadores de desempeño que garanticen la obtención de buenos resultados operativos conduciendo a las empresas, a la obtención de ahorros significativos.

El acabado superficial es uno de los indicadores de desempeño que tiene efecto sobre la aceptación o rechazo de un producto terminado. Un producto terminado que no cumpla con el acabado superficial requerido por el cliente es garantía de la generación de costos en el PDCM manifestándose a través de grandes cantidades de desperdicio de material, re-trabajo de piezas, tiempos extras etc.

La uniformidad y calidad superficial de la pieza de trabajo se mide a través de su rugosidad superficial. La rugosidad superficial en el PDCM es el efecto de la combinación de materiales de trabajo,

<sup>1</sup> Estudiante del doctorado en Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez.

<sup>2</sup> Profesor investigador. Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez.

<sup>3</sup> Profesor investigador. Depto. Ing. Industrial y Manufactura. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

herramientas y parámetros de corte. El acabado superficial es un fenómeno complejo, y en la actualidad la experiencia del operador es un factor determinante en la obtención de una rugosidad superficial adecuada.

Sin embargo, los académicos han usado diferentes herramientas de análisis para el modelado de la rugosidad superficial en diferentes materiales de trabajo en diferentes PDCM. Dos de las herramientas de análisis más utilizadas por los académicos son la metodología de superficie de respuesta (RSM) y las redes neuronales (NN).

En la literatura existe un amplio uso de la RSM y NN para la predicción de la rugosidad superficial, tal es el caso de Spedding T.A y Wang Z.Q.(1997) quienes utilizan la metodología de superficie de respuesta y redes neuronales para desarrollar un modelo predictor de la velocidad de corte, la rugosidad superficial y el segmento de más baja frecuencia en el proceso de una máquina EDM. Sus resultados muestran que ambas metodologías son capaces de predecir adecuadamente el desempeño del PDCM. Pero, puntualizan, que el modelo establecido por la metodología de redes neuronales se

ajusta mejor a los datos para predecir la velocidad de corte y la rugosidad superficial.

Suresh et.al.(2002) desarrollan un modelo para predecir la rugosidad superficial en un material de acero templado mediante la metodología de superficie de respuesta y con el apoyo de algoritmos genéticos. Ellos sostienen que, el radio de la nariz de la herramienta para corte, la velocidad de corte, la tasa de alimentación, la dureza del material, el uso de fluidos para corte, la vibración de la máquina herramienta y la profundidad de corte; son los factores que más afectan la rugosidad superficial de la pieza de trabajo.

Bernardos P.G. y Vosniakos G.C.(2002) estructuran un modelo para la predicción de la rugosidad superficial en operaciones de fresado empleando redes neuronales y el método Taguchi. Los resultados muestran que la tasa de alimentación por diente del cortador, el fluido para corte, la profundidad y la herramienta de corte son los factores que más afecta la rugosidad superficial de la pieza de trabajo.

Por otro lado, Zurperl Uros y Cus Franci (2003), establecen un modelo fundamentado en la teoría de redes neuronales, el cual

optimiza una función multiobjetivo para mejorar las condiciones de corte de metal en las operaciones de torneado. La función multiobjetivo está compuesta por los siguientes objetivos en conflicto: la tasa de producción, los costos de operación y la calidad del acabado superficial. Este modelo tiene como variables de entrada la tasa de alimentación, la velocidad y profundidad de corte, y como variables de salida la función multiobjetivo anteriormente mencionada. El modelo obtenido tiene la capacidad de predecir valores cercanos a los datos experimentales.

Choudhury S.K. y Bartarya G.(2003) utilizan la metodología de superficie de respuesta y redes neuronales para la predicción del acabado superficial, desgaste en el flanco de la herramienta y el incremento de la temperatura en la zona de corte. Ellos sostienen, que la red neuronal tiende a predecir valores más cercanos del desgaste en el flanco de la herramienta de corte. Y con respecto a la predicción de acabado superficial y el incremento de la temperatura en la zona de corte ambas metodologías son aceptadas.

Sahin Y. y Motorcu A.R.(2005), establecen un modelo para predecir la rugosidad superficial sobre un material de acero suave en piezas maquinadas a través un torno CNC y empleando herramientas de corte con recubrimiento de carburo. En sus resultados se observa, que la rugosidad superficial incrementa con el incremento de la tasa de alimentación pero decrementa con la velocidad y profundidad de corte.

A pesar de que existe una gran cantidad de literatura relacionada con la modelación de la rugosidad superficial, falta aún determinar algunos modelos para una gran cantidad de materiales que son de uso común en la industria. Por lo que, en este estudio, se propone como primera meta; establecer un modelo predictor de la rugosidad superficial para el acero cold rolled 1018. Siendo este un material muy requerido por las empresas de maquinado por sus propiedades mecánicas intrínsecas que posee. Y como segunda meta, la obtención de modelos para predecir la temperatura en la herramienta de corte y en el material de trabajo. Este estudio se lleva a cabo con el apoyo de la metodología de superficie de respuesta y redes neuronales. Los modelos obtenidos a través de ambas

metodologías son comparados para obtener el modelo que mejor se ajuste a los datos reales experimentales. Esta investigación es importante debido a que la estructuración de modelos matemáticos apoya significativamente a los operadores en la obtención de un acabado superficial satisfactorio antes de que la pieza de trabajo entre a producción reduciéndose los costos de maquinado.

### Metodología de superficie de respuesta

La metodología de superficie de respuesta, es una colección de técnicas matemáticas y estadísticas para el modelado y análisis de problemas, en la cual, una respuesta de interés es afectada por varias variables (Montgomery2004).

Si la respuesta se modela mediante una función lineal, la función de aproximación es de primer orden. Siendo esta:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + K + \beta_k x_k + \varepsilon$$

Cuando el sistema presenta una curvatura, entonces se debe emplear un polinomio de orden superior, así se tiene el modelo de segundo orden:

$$y = \beta_0 + \sum \beta_i x_i + \sum \beta_{ij} x_j^2 + K + \sum \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon$$

Para una explicación más detallada de la metodología de superficie de respuesta, se recomienda consultar Montgomery(2004).

### Redes neuronales

NN es una herramienta útil en donde los métodos tradicionales no pueden dar una solución satisfactoria para resolver problemas complejos (J.F.Hair et.al.1999). NN son estructuras computacionales inspiradas en el comportamiento biológico neuronal del cerebro y tienen como finalidad resolver problemas de una manera similar a como lo resuelve el cerebro humano.

La estructura de una red neuronal se conforma por nodos, capas y pesos. Los nodos representan las neuronas. Estas, se interconectan entre sí y se agrupan por capas, el número de capas aumenta conforme crece la complejidad del problema. Por último, están los pesos, los cuales, se asignan entre las conexiones neuronales a través de las diferentes capas de la red. Estos pesos desempeñan un importante papel dentro de la estructura de NN ya que tienen la tediosa tarea de entrenarla. Además, el éxito del entrenamiento de una red depende en gran parte de la correcta selección de los pesos

iniciales así como de sus parámetros de funcionamiento. En la figura número uno se muestra la estructura de una red neuronal.

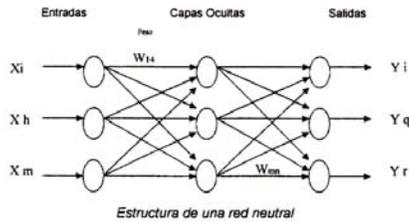


Fig. No. 1

Debido a los múltiples usos que se les ha dado tales como procesamiento de imágenes y de voz, reconocimiento de patrones, planeamiento, interfase adaptativa para estructuras hombre-máquina, predicción, control y optimización y filtrado de señales, en la actualidad, las redes neuronales son utilizadas en diferentes campos de la ciencia. Para mayor información sobre NN se recomienda consultar Hagan (2004).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se lleva a cabo con el apoyo de la metodología de superficie de respuesta y redes neuronales. Para ello se emplean 60 probetas de material Cold Rolled 1018 con diámetro y largo de 0.75" y 2" respectivamente. Las propiedades químicas como mecánicas del cold Rolled se

muestran en la tabla 1 y 2. El proceso de corte se realiza en un torno convencional horizontal con un rango de velocidades de 340 a 1150 rpm. La herramienta de corte utilizada es de acero de alta velocidad de 1/2" de espesor con un afilado de 60 grados.

Tabla 1 Propiedades Químicas (AISI 1018)

C	Mn	P	S
0.15/0.2	0.6/0.9	0.04 Max	0.050 Max

Tabla 2 Propiedades Mecánicas (AISI 1018)

Resistencia a la tensión Psi	Límite elástico psi	Elongación en 2%	Reducción de área %	Dureza Brinell
64000	54000	15	40	125

La rugosidad superficial, la temperatura de la herramienta y del material de trabajo son variables dependientes de los principales parámetros de corte tales como: la velocidad de corte, tasa de alimentación y profundidad de corte (figura dos).

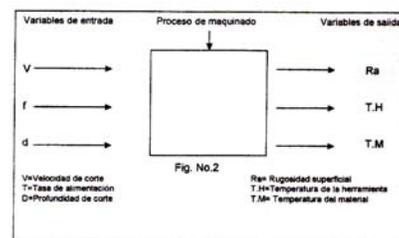


Fig. No.2

La figura número tres esquematiza la preparación del trabajo experimental para cada una de las probetas del estudio.

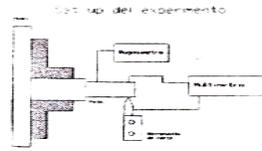


Figura No. 3

A través de la metodología de superficie de respuesta, y apoyado con el software Minitab se diseña un experimento  $2^3$  con seis puntos centrales y tres réplicas para cada una de las combinaciones. Con este arreglo experimental se generan sesenta corridas experimentales. En la tabla No. tres se muestran los parámetros de maquinado a través de los cuatro niveles codificados.

Tabla No. 3

Nivel codificado	-2	-1	0	1	2
Velocidad de corte (m/min)	20.2949	25.3687	37.3064	56.7057	68.6438
Tasa de alimentación (mm/min)	.0381	.04572	.05588	.05842	.07874
Profundidad de corte (mm)	.508	.762	1.651	2.032	2.286

La rugosidad superficial de cada una de las réplicas se obtiene mediante el método  $R_a$  a través un rugosímetro mitutoyo modelo Surfesf.301. Además, un multímetro digital Steren modelo MUL-100 con adaptador para termopar es utilizado para medir la temperatura en la herramienta de corte y en la pieza de trabajo en grados centígrados. Los

resultados obtenidos a través de la metodología de superficie de respuesta son mostrados en la siguiente sección.

Por otro lado, para la obtención del modelo a través de las redes neuronales, se cuenta con el apoyo del software Matlab. El diseño de la red multicapas queda conformado por un tipo de red de aplicación en problemas complejos llamada back-propagation. La red queda estructurada con dos capas de 15 y 3 neuronas respectivamente. En la primera capa se emplea una función de transferencia hiperbólica tangente. Matemáticamente se representa a través de la ecuación número tres.

$$a = \frac{e^n - e^{-n}}{e^n + e^{-n}} \quad (3)$$

donde:

$a$  = Valor de salida de una capa

$n$  = es la sumatoria de salida es decir

$$n = \mathbf{Wp} + \mathbf{b}$$

$\mathbf{W}$  = matriz de pesos

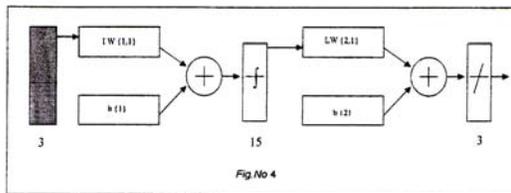
$\mathbf{p}$  = Vector de entrada a la red

$\mathbf{b}$  = bias

Para la segunda capa se utiliza una función de transferencia purelin representada por la ecuación número cuatro.

$$a = n \quad (4)$$

En forma esquemática el diagrama multicapas es mostrada en la figura número cuatro.



Para el entrenamiento de la red neuronal se opta por seleccionar el algoritmo de Levenberg –Marquardt. El algoritmo de Levenberg –Marquardt es de los más usados para el entrenamiento rápido de una red, y frecuentemente es utilizado para entrenar redes que estructuran problemas no lineales complejos.

El algoritmo de Levenberg –Marquardt se representa a través de la siguiente ecuación matemática.

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{x}_k - [\mathbf{J}^T(\mathbf{x}_k) \cdot \mathbf{J}(\mathbf{x}_k) + \mu_k \mathbf{I}]^{-1} \mathbf{J}(\mathbf{x}_k) \cdot \mathbf{v}(\mathbf{x}_k) \quad (5)$$

Para obtener mayor información con respecto al desarrollo del algoritmo de Levenberg –Marquardt consultar Hagan (1996). El modelo obtenido a través de las redes neuronales es discutido más adelante.

Los modelos obtenidos a través de las dos metodologías son comparados mediante el error cuadrático medio tomando como mejor modelo el que alcance el error cuadrático medio mínimo (MSE). Matemáticamente se expresa de la siguiente manera.

$$\varepsilon = (y_R - y_T)^2 \quad (6)$$

$\varepsilon$  = error cuadrático

$$MSE = \frac{\sum (y_R - y_T)^2}{N} \quad (7)$$

$y_T$  = valor teórico obtenido del modelo

$y_R$  = valor real

MSE = error cuadrático medio

N = No. de corridas

## RESULTADOS

### Modelos obtenidos a través de RSM

De la aplicación de la metodología de superficie de respuesta (tabla 4, 5 y 6) se obtienen las ecuaciones de regresión de segundo orden (8), (9) y (10) para modelar la rugosidad superficial, temperatura en la herramienta de corte y en el material de la pieza de trabajo.

Tabla No.4 Coeficientes estimados de regresión para la rugosidad superficial

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	5.69307	0.2404	21.862	0.000
Vel	-2.23979	0.1632	-13.725	0.000
T.Alim	1.21896	0.1632	7.469	0.000
Prof.corte	0.24133	0.1673	1.443	0.155
Vel*Vel	-0.06013	0.1302	-0.462	0.646
T.Alim*T.Alim	-0.27097	0.1302	-2.081	0.043
Prof.corte*Prof.corte	0.10009	0.1326	0.755	0.454
Vel*T.Alim	-0.41292	0.2308	-1.789	0.080
Vel*Prof.corte	-0.75542	0.2308	-3.273	0.002
T.Alim*Prof.corte	-0.13792	0.2308	-0.598	0.553

S = 1.131 R-Sq = 84.2% R-Sq(Adj) = 81.3%

Tabla No.5 Coeficientes estimados de regresión para la temperatura de la herramienta de corte

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	35.2701	1.0895	32.374	0.000
Vel	3.4167	0.6827	5.004	0.000
T.Alim	-0.4583	0.6827	-0.671	0.505
Prof.corte	5.3362	0.6997	7.626	0.000
Vel*Vel	1.5924	0.5447	2.925	0.005
T.Alim*T.Alim	2.8851	0.5447	5.296	0.000
Prof.corte*Prof.corte	0.9411	0.5549	1.696	0.096
Vel*T.Alim	0.5000	0.9655	0.518	0.607
Vel*Prof.corte	5.9267	0.9655	6.142	0.004
T.Alim*Prof.corte	-0.2500	0.9655	-0.259	0.797

S = 4.730 R-Sq = 72.0% R-Sq(Adj) = 66.9%

Tabla No.6 Coeficientes estimados de regresión para la temperatura del material

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	43.8674	2.202	19.923	0.000
Vel	7.2500	1.380	5.254	0.000
T.Alim	-1.6250	1.380	-1.178	0.245
Prof.corte	11.6267	1.414	8.221	0.000
Vel*Vel	1.7254	1.101	1.567	0.123
T.Alim*T.Alim	9.3087	1.101	8.455	0.000
Prof.corte*Prof.corte	2.1631	1.121	1.929	0.059
Vel*T.Alim	1.0833	1.951	0.555	0.581
Vel*Prof.corte	7.3333	1.951	3.758	0.000
T.Alim*Prof.corte	0.0933	1.951	0.043	0.966

S = 9.560 R-Sq = 79.0% R-Sq(Adj) = 75.2%

$$Ra = -2.23979x_1 + 1.21896x_2 + 0.24133x_3 - 0.06013x_1^2 - 0.27097x_2^2 + 0.10009x_3^2 - 0.41292x_1x_2 - 0.75542x_1x_3 - 0.13792x_2x_3 + 5.69307 \quad (8)$$

$$T.H. = 3.41667 x_1 - 0.45833 x_2 + 5.33621 x_3 + 1.59339 x_1^2 + 2.88506 x_2^2 + 0.94109 x_3^2 + 0.50000 x_1x_2 + 2.91667 x_1x_3 - 0.25000 x_2x_3 + 35.27010 \quad (9)$$

$$T.M. = 7.25000x_1 - 1.62500x_2 + 11.62670x_3 + 1.72535x_1^2 + 9.30869x_2^2 + 2.16313x_3^2 + 1.08333x_1x_2 + 7.33333x_1x_3 + 0.08333x_2x_3 + 43.86740 \quad (10)$$

En donde las variables  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  representan la velocidad de corte, tasa de alimentación y profundidad de corte respectivamente. Para que las ecuaciones proporcionen resultados correctos, las variables son codificadas aplicando las siguientes ecuaciones de transformación:

$$X_1 = \frac{(V) - (37.3064)}{(56.7057) - (37.3064)} \quad (11)$$

$$X_2 = \frac{(f) - (0.05588)}{(0.05842) - (0.05588)} \quad (12)$$

$$X_3 = \frac{(d) - (1.651)}{(2.032) - (1.651)} \quad (13)$$

### Modelos obtenidos a través de NN

El modelo que representa la rugosidad superficial, temperatura de la herramienta y de la pieza de trabajo obtenido mediante redes neuronales se define por la ecuación No. 14.

$$\mathbf{X}^2 = \mathbf{f}^2 \cdot (\mathbf{W}^2 \cdot \mathbf{a}^1 + \mathbf{b}^2) \quad (14)$$

Donde:

- X es el vector de salida, siendo sus componentes la rugosidad superficial, temperatura del material y de la herramienta de corte.
- p es el vector de entrada a la red, siendo sus componentes : la velocidad de corte, tasa de alimentación y la profundidad de corte.
- W<sup>1</sup> y W<sup>2</sup> representan la matriz de pesos de la capa 1 y 2 respectivamente.
- b<sup>1</sup> y b<sup>2</sup> representan los biases de la capa 1 y 2 respectivamente.
- a<sup>1</sup> representa el vector de salida de la capa No. 1

$$\mathbf{a}^1 = \mathbf{f}^1 \cdot (\mathbf{W}^1 \cdot \mathbf{p} + \mathbf{b}^1)$$

Las matrices de los pesos W<sup>1</sup> y W<sup>2</sup> así como los biases b<sup>1</sup> y b<sup>2</sup> quedan de la siguiente forma:

$$\mathbf{W}^1 = \begin{bmatrix} 0.42197 & -134.5245 & -2.4413 \\ 0.29461 & -132.3825 & 0.78114 \\ 0.53151 & 61.1775 & 8.172 \\ 0.069717 & 175.4217 & -4.3966 \\ -0.89322 & -22.1225 & -17.1254 \\ 1.6315 & 152.0635 & -5.2901 \\ 0.68064 & -137.5312 & 3.9876 \\ 0.1513 & -107.5331 & 4.5466 \\ 0.083997 & 44.067 & -3.6508 \\ 0.040439 & 93.9309 & -1.9909 \\ 0.18801 & 113.6498 & 14.9361 \\ 1.2194 & 140.1334 & -20.999 \\ -0.21267 & -99.4362 & 8.5039 \\ 0.44143 & 75.27 & -4.7164 \\ 4.9687 & -123.1544 & 9.9516 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W}^2 = \begin{bmatrix} 1.682 & -4.893 & 0.884 & -3.891 & 2.027 & 1.274 & 0.958 & -1.850 & -1.584 & 1.294 & 2.425 & -1.072 & 2.581 & 4.328 & 1.589 \\ -0.598 & 1.571 & 2.187 & -0.887 & 4.880 & -0.882 & -1.188 & 0.808 & -1.162 & 1.639 & 1.088 & 1.888 & -2.987 & 4.722 & 12.708 \\ -3.929 & -0.889 & -2.649 & -4.038 & -1.873 & -3.268 & -3.014 & 2.283 & 2.888 & 0.623 & 0.898 & 2.583 & -3.252 & 1.881 & 0.848 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{b}^1 = \begin{bmatrix} -0.8346 \\ 19.2343 \\ 9.4223 \\ -6.6315 \\ 6.2185 \\ -16.5475 \\ 14.3274 \\ -4.9841 \\ 7.8849 \\ -3.3744 \\ -9.6419 \\ -5.7869 \\ 20.4234 \\ -15.5310 \\ 4.8841 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{b}^2 = \begin{bmatrix} 3.4623 \\ 15.3258 \\ 17.7973 \end{bmatrix}$$

En las tablas 7,8 y 9 se muestra un resumen de las diferentes combinaciones de los datos experimentales, así como un comparativo entre el error cuadrático medio presentado por las dos metodologías propuestas para cada una de las variables de salida en el experimento.

Tabla No. 7 Comparativo entre la metodología de Superficie de Respuesta y redes neuronales para predecir la rugosidad superficial.

V. salida	f en mm/min	d en mm	Presión T (N/mm²)	Modelo predictivo de la Metod. Superficie de Respuesta Y (µm)	Error de predicción de la Metod. Superficie de Respuesta (Y-Y <sub>pred</sub> )²	Modelo predictivo de la Red neuronal Y (µm)	Error de predicción de la Red neuronal (Y-Y <sub>pred</sub> )²
48.6438	0.05588	1.651	1.67	0.97	0.08	1.67	0e+00
17.3064	0.05588	0.998	5.20	1.61	0.1	5.20	9.4e-07
56.7037	0.04872	0.762	2.92	2.79	-0.1	2.92	2.7e-05
56.7037	0.04872	2.032	1.69	2.02	-0.1233	1.69	1e-05
17.3064	0.05588	1.651	5.72	5.69	0.0016	5.72	6.4e-05
17.3064	0.07874	1.651	8.17	7.09	1.28	8.17	1.08e-01
23.3687	0.04872	2.032	7.56	7.20	-0.13	7.57	4.9e-05
56.7037	0.05842	0.762	3.68	4.68	1	3.68	0
17.3064	0.03881	1.651	1.69	2.17	-0.23	1.69	0
23.3687	0.05842	2.032	2.42	10.19	-0.99	2.42	0
23.3687	0.04872	0.762	5.11	4.94	0.02	5.11	0
17.3064	0.05588	2.286	0.81	0.78	0.03	0.81	0
56.7037	0.03881	2.032	2.54	1.38	0.67	2.54	0
20.2949	0.05588	1.651	0.88	0.93	-0.05	0.88	0
23.3687	0.05842	0.762	8.18	8.47	-0.09	8.18	0
MSE					0.3114		1.12e-04

Tabla No. 8 Comparativo entre la metodología de Superficie de Respuesta y Redes neuronales para predecir la Temperatura en la herramienta de corte.

V. salida	f en mm/min	d en mm	Presión T (N/mm²)	Modelo predictivo de la Metod. Superficie de Respuesta Y (°C)	Error de predicción de la Metod. Superficie de Respuesta (Y-Y <sub>pred</sub> )²	Modelo predictivo de la Red neuronal Y (°C)	Error de predicción de la Red neuronal (Y-Y <sub>pred</sub> )²
48.6438	0.05588	1.651	22.67	48.48	17.58	52.67	0
17.3064	0.05588	0.998	29.67	28.26	1.71	29.67	0
56.7037	0.04872	0.762	20.67	22.26	23.93	20.67	0
56.7037	0.04872	2.032	50.00	32.37	0.52	50.00	0
17.3064	0.05588	1.651	35.94	35.87	0.45	35.94	1.6e-05
17.3064	0.07874	1.651	46.67	45.89	0.60	46.67	0
23.3687	0.04872	2.032	42.00	40.90	1.21	42.00	0
56.7037	0.05842	0.762	31.00	36.15	26.47	31.00	1e-05
17.3064	0.03881	1.651	11.00	47.73	19.71	11.00	0
23.3687	0.05842	2.032	39.33	38.48	0.72	39.33	0
23.3687	0.04872	0.762	31.33	35.26	17.91	31.33	0
17.3064	0.05588	2.286	45.33	49.71	19.16	45.33	0
56.7037	0.05842	2.032	32.33	52.15	0.03	52.33	0
20.2949	0.05588	1.651	14.67	34.81	0.02	14.67	0
23.3687	0.05842	0.762	32.67	34.15	2.18	32.67	0
MSE					8.62		1.13e-04



## DISCUSIÓN

El tratamiento estadístico de los datos mostrado en las tablas 4, 5 y 6 revela que la velocidad de corte y la tasa de alimentación son los factores que afectan significativamente la rugosidad superficial de la pieza de trabajo. Por un lado, la rugosidad superficial decrece al incrementar la velocidad de corte, pero, incrementa con la tasa de alimentación tal y como también lo demuestran parcialmente Sahin Y. y Motorcu A.R.(2005). Por otro lado, la temperatura de la herramienta y del material de la pieza de trabajo son influenciados significativamente por la velocidad y la profundidad de corte.

También se demuestra que las NN son mejores para predecir las variables de respuestas. Este argumento es además sostenido por özel Tugrul y Karpaz Yigit(2004). No así Choudhury y Bartarya (2003) quienes afirman que ambas metodologías son adecuadas para predecir las variables de respuesta.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda para investigaciones futuras crear modelos que utilicen otros diferentes materiales y herramientas de corte. Además se recomienda utilizar otros factores de importancia tales como la vibración de la máquina, el desgaste de la herramienta de corte, su geometría entre otros.

## REFERENCIAS

- Benardos PG y Vosniakos GC. 2002. *Prediction of surface roughness in CNC face milling using neural networks and Taguchi's desing of experiments*. Robotics and computer integrated manufacturing. 18: 343-354.
- Choudhury GB. 2003. *Role of temperature and surface finish in predicting tool wear using neural network and design of experiments* International journal of machine tools & Manufacture. 43: 675-680.
- Hagan MT, Demuth HB, Beale M. 1996. *Neural network Design*.
- Hair JF, et al. 1999. *Análisis multivariante*. España: Prentice Hall Iberia.
- Montgomery DC, 2004. *Diseño y análisis de experimentos*. México: Limusa Wiley. 427-510.
- Özel T, Yigit K. 2004. *Predictive modeling of surface roughness and tool wear in hard turning using regression and neural networks*.International Journal of Machine Tools & Manufacture Vol. XX: 1-13.

Suresh, PVS, Rao PV, Deshmukh SG. 2002. *A Genetic algorithmic approach for optimization of surface roughness prediction models*. International Journal of machine tools & Manufacture. 675-680.

Spedding TA, Wang ZQ. 1997 *Study on modeling of wire EDM process*. Journal of Materials Processing Technology. Vol 69: 18-28.

Sahin Y, Riza MA. 2005. *Surface roughness model for machining mild steel with coated carbide tool*. Materials and Design. 26: 321-326.

Zuperl U. 2003. *Optimization of cutting conditions during cutting by using neural networks*. Robotics and Computer Integrated Manufacturing. 19: 189-19



Antigua Presidencia Municipal de Ciudad Juárez, Chihuahua. FOTO: Betina.

## DE PASEO CON LA OSA MAYOR

Humberto de Jesús Ochoa Domínguez, PhD<sup>1</sup>

El nombre de muchas constelaciones tuvo su origen en la mitología griega, en especial el de la Osa Mayor. Se dice que Zeus, padre de los dioses, se enamoró de una joven doncella llamada Calisto, quien era una de las ninfas de la diosa Diana. Un día Zeus se disfrazó de esta Diosa, para acercarse a la ninfa y conseguir seducirla. Como Calisto quedó embarazada, la diosa Diana la separó de su grupo. Hera, esposa de Zeus, escuchó que Calisto había parido a Arkas, hijo de Zeus, por lo que en un ataque de celos, convirtió a la ninfa en osa.

Pasó el tiempo y Arkas se hizo cazador. Cierta día, cuando Arkas cazaba en el bosque, se topó con una osa. Cuando estaba a punto de dispararle una flecha, Zeus intervino para impedirle y revelarle que la osa, a la que destinaría su flecha, era su madre. A fin de que Calisto no volviera a tener encuentros peligrosos de esa naturaleza, Zeus la tomó de la cola y la lanzó al firmamento, formándose lo que hoy conocemos como la constelación de la Osa Mayor.

La Osa Mayor es una de las constelaciones más grandes y más fácil de observar en cualquier época del año y desde cualquier sitio en el hemisferio norte, por esta razón la navegación estelar la toma como referencia, entre otras, para el cálculo de la posición y la dirección de un navío. El uso de esta navegación es ya muy limitado. Actualmente se utiliza para corroborar el estado de los aparatos modernos de navegación, como el GPS.

Para situar a la Osa Mayor en el firmamento, en una noche despejada, debe verse hacia el norte y buscar las estrellas que forman la figura 1. Si nos acercamos más al Ecuador, la constelación quedará situada cerca de la línea del horizonte; mientras que si nos acercamos más al Polo Norte, la constelación se quedará situada por arriba de nuestra cabeza. Por ejemplo, en Ciudad Juárez, la Osa Mayor aparece aproximadamente entre unos 25 a 35 grados sobre el horizonte. Esta diferencia en grados, se debe a que el movimiento de rotación de la tierra causa la sensación de que la constelación gira alrededor de algún punto en el norte, este punto es la estrella polar, y mas adelante veremos como se puede localizar, tomando como referencia a la Osa Mayor.

<sup>1</sup> Depto. Ing. Eléctrica y Computación, IIT. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. hochoa@uacj.mx

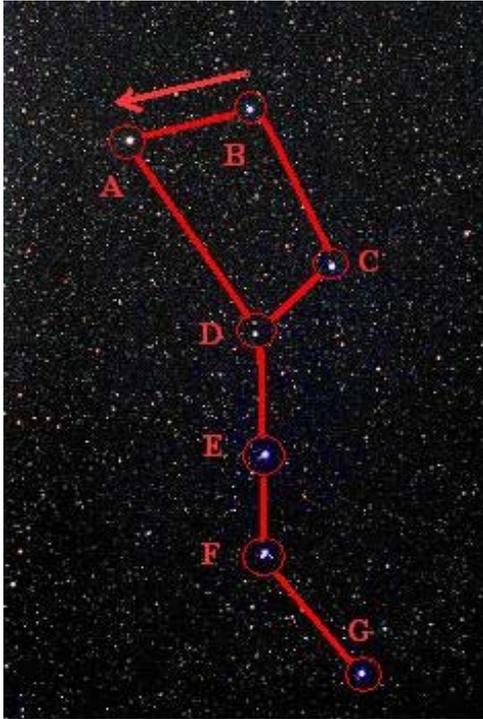


Figura 1. Estrellas de la constelación de la Osa Mayor.

En la figura 1, las estrellas de la Osa Mayor se encuentran encerradas por círculos rojos para distinguirlas del resto de las estrellas. Las líneas rojas representan la delimitación de la

constelación. Los nombres de las estrellas, que conforman a la Osa Mayor, son de la A a la G: Dubhe, Merak, Phecda, Megrez, Alioth, Alcor y Mizar, y por último a Alkaid respectivamente. Alcor y Mizar son en realidad dos estrellas, aunque se toma como referencia solo una de ellas.

Si con el dedo índice y el anular, medimos la distancia que hay entre Duhe y Merak y contamos cinco distancias iguales en dirección de la flecha roja (Fig. 1), localizamos a la estrella polar o Polaris. Esta estrella se encuentra situada exactamente sobre el Polo Norte y nos indica en todo momento donde está el norte. Si nos paramos en el centro del Polo Norte, Polaris se encontraría situada exactamente sobre nuestra cabeza todo el tiempo.

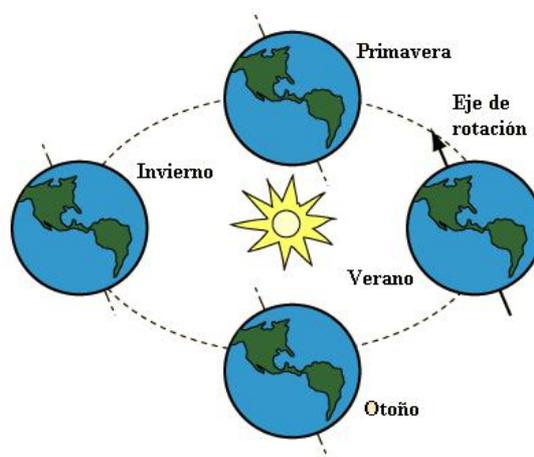


Figura 2. La tierra mantiene la dirección de su eje de rotación en el espacio todo el año.

Es probable que ya esté pensando que si la tierra gira alrededor de su propio eje y se traslada alrededor del sol, ¿por qué Polaris se observa todo el tiempo en el mismo lugar? La respuesta es sencilla, la tierra mantiene la misma dirección del eje de rotación en el espacio todo el año (Fig. 2) entonces el eje de rotación apunta directamente hacia Polaris.

Con un poco de ingenio podemos construir un dispositivo del tamaño de nuestra mano, el cual simule ser nuestro planeta, utilizando una esfera sólida y un eje que atraviese la esfera por el centro, como en la figura 2. Si metemos el dispositivo dentro de un envase al vacío para que no le afecte el rozamiento y apuntamos uno de los extremos del eje hacia cualquier estrella, digamos Alkaid de la Osa Mayor y posteriormente hacemos girar al dispositivo alrededor del eje a una velocidad elevada, la velocidad de rotación y la dirección del eje de giro se mantendrán siempre. Con el paso de las horas, parecerá que el eje cambia de dirección, pero no es así. Si observamos bien, el eje quedará apuntando siempre hacia Alkaid y quien en realidad se mueve es la tierra, creándonos la sensación de que quien cambia de dirección es el eje de giro del dispositivo. Esto mismo sucede con nuestro planeta, razón por la cual el eje imaginario de giro de la tierra apunta siempre por el extremo norte hacia la estrella

Polaris. El dispositivo pequeño que mencionamos anteriormente y que se asemeja a la tierra, es lo que comúnmente se conoce como rotor (masa - eje), y el fenómeno descrito se debe a la ley de la conservación del momento angular.

Si nos detenemos a pensar en este fenómeno, podríamos diseñar un aparato de orientación parecido a la brújula. ¿Qué tal si hacemos apuntar el eje de un rotor hacia el norte y lo mantenemos girando a alta velocidad? Esto significa que el eje del rotor apuntaría siempre hacia el norte, haciendo las veces de brújula, no importando hacia donde nos desplazemos, el eje apuntaría siempre hacia el norte. Este aparato ya existe, se llama giroesfera y se utiliza en los sistemas modernos de navegación de barcos y submarinos como medio de orientación.

Pero ¿por qué no utilizar una simple brújula (también llamada compás magnético), en lugar de algo tan sofisticado? Como sabemos, las líneas magnéticas de la tierra tienen desviaciones en ciertas partes y provocan que el compás magnético proporcione información errónea acerca de la dirección. Para remediar esto, existen cartas de correcciones magnéticas, pero el cálculo de la dirección correcta de una nave no es muy exacto y además se hace muy tedioso.

Las giroesferas dependen de un mecanismo rotor y de un ambiente controlado, no dependen del flujo magnético de la tierra para indicar dónde se encuentra el norte. Su lectura es inmediata y no se precisa de cartas para corregir la dirección, lo que constituye una ventaja muy grande sobre el compás magnético. Por esta razón, las giroesferas han desplazado en gran medida, aunque no del todo, el uso del compás magnético. La ventaja de este último es que no depende de ningún ambiente controlado ni de ningún mecanismo sofisticado para dar una lectura aproximada de la dirección. Esto quiere decir, que una giroesferas es más propensa a

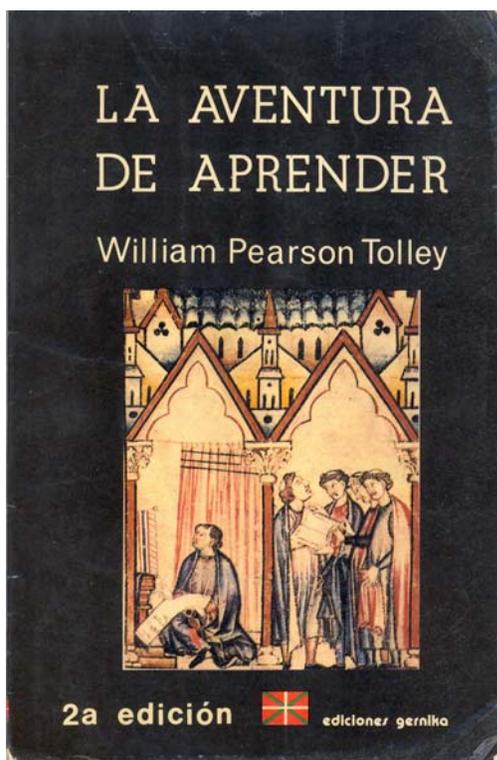
fallar que un compás magnético. Por lo tanto, cuando en una nave falla la giroesfera, el compás magnético es la única opción para orientarse, convirtiéndolo en un aparato de emergencia en caso de que la nave pierda la información de la orientación proveniente de la giroesfera.

No deja de ser sorprendente como la mitología sirvió de inspiración a la navegación. Actualmente la tecnología ha desplazado a la navegación estelar, para dar paso a un nuevo mundo donde los mitos ya se pueden comprobar.



## La Aventura de Aprender

Beatriz Sánchez Marta<sup>1</sup>



El presente comentario se desarrolló a partir de la lectura del libro *La Aventura de Aprender*, de William Pearson Tolley, publicado originalmente en inglés en el año de 1977, y en español en 1978 por Ediciones Gernika. La obra, de 96 páginas, consta de un prefacio escrito por el propio autor, y once capítulos. Cada capítulo es un ensayo que trata sobre algún aspecto de la educación.

<sup>1</sup> Instituto Federico Froebel. Cd. Juárez, Chih.

En principio, el libro atrae por su título. Pero si uno lo hojea y al azar detiene la vista en alguno de sus párrafos, hallará ideas, metáforas, ejemplos de toda clase que convergen en el tema del aprendizaje.

Por el conocimiento sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje que contiene el libro, el autor manifiesta una gran erudición y muestra, en el manejo de la información, una gran experiencia no únicamente como profesor sino también como promotor de la educación. De hecho, al investigar sobre la vida profesional del Dr. Pearson Tolley, se encontró que durante 27 años, de 1942 a 1969, fue rector de la universidad de Siracusa, en Nueva York. Asimismo, se destacó por su liderazgo en entidades como la Asociación Americana de Universidades.

*La aventura de aprender* es un libro que, por las varias ediciones que lleva ya en nuestro país, más que en los propios Estados Unidos, dónde sólo se publicó una vez, lo que si es en verdad insólito, ha sido utilizado desde el nivel secundario hasta la universidad y, por su sencillez y atractiva lectura, seguramente no le han de faltar lectores sin especialidad alguna.

El libro está escrito para toda clase de gente de cualquier edad, sin importar el grado de

educación de la persona que lo tome entre sus manos, pues esa es la intención de Tolley: atraparlo, hacerle ver que la mucha o poca escolaridad no es obstáculo para aprender, para disfrutar de la autoinstrucción. Aún más, pretende que la autoeducación sea como la vida misma: un proceso continuo hasta el fin de los días del individuo.

Por eso le denomina *la aventura de aprender*, porque la exploración del conocimiento debe ser una búsqueda constante. Y esa pasión por el conocer es la que marca al hombre inquisitivo moderno, ya sea científico o intelectual, que a veces carece de educación formal, como el inventor Tomás Alba Edison o el escritor Juan José Arreola.

Tolley estaba convencido que la verdadera educación era adquirida por uno mismo, en un vuelo solitario por la vida, y por la atención puesta en las fuentes de conocimiento, llámense bibliotecas o comunidad virtual, como el internet de ahora.

La razón fundamental de esta creencia estriba en que el hombre es el único ser de la naturaleza que no únicamente aprende en todos los momentos de su vida y bajo cualquier circunstancia, sea bajo presión o libre de ella, sino que también propone situaciones de las cuales

obtiene información y aprende. De esta manera, nuestra especie aprende sobre lo aprendido y reconstruye cada vez más hacia arriba. Esta ha sido la constante desde el momento en que el hombre despertó a eso que conocemos como *cultura*.

Tolley apoyaba esta idea parafraseando a la aviadora Anne Morrow Lindbergh, esposa del *aguila solitaria*, Charles Lindbergh, el que en 1927 realizara el primer vuelo en avión a través del océano Atlántico, quien al emprender un vuelo recibió el siguiente mensaje radial de la torre de control: *visibilidad ilimitada*.

Luego, Anne Morrow escribió: “al oír la palabra ilimitada levanté la vista. ...*ilimitada*, mi respiración se acelera al oírla sonar. Porque sugiere más que el término técnicamente perfecto, techo y visibilidad ilimitados.”



Anne M. Lindbergh. 1937

Y así, sin límites, y como un vuelo lleno de aventuras y esperanzas, es la educación. Más aún la autoeducación, donde cada cual es el propio piloto de su vuelo personal.

El libro es también una invitación a ir más allá de la lectura, a reflexionar sobre la vida en función de las lecciones de otros que

caminaron por donde uno ni siquiera ha visto el sendero.

Sin embargo, aclara, “uno de los mayores problemas que encaramos en la educación es encender el fuego de la curiosidad y la investigación intelectual.” Y quien no es curioso de la sabiduría, aunque tenga título universitario, se estanca. El conocimiento adquirido hoy, si no se mantiene vivo, se olvida en parte, se hace obsoleto por otra parte, se endurece y deja de ser útil lo que queda. Por eso, la autoeducación no consiste en aprender hoy algo y luego no seguir estudiando, no, la autoeducación es como un fuego que debe mantenerse perpetuamente encendido, alimentándolo con materia.

Por eso la diferencia clara entre el estudiante y el estudioso. El estudiante es el que formalmente cursa estudios oficiales en alguna institución, y que deja de tener ese estatus en el momento en que obtiene su grado o abandona la escuela. Por el contrario, el estudioso es aquel que informalmente, como un deber –como el caso de un profesor investigador– o por gusto –como el autodidacta–, se mantiene intelectualmente activo estudiando cosas que les interesan y les hacen vivir.



**William P. Tolley**

Incluso lo desconocido no descorazona al estudioso. Si le interesa un asunto, sin demora acomete el reto de aprender nuevas palabras o sistemas de ideas que le permitan acceder a esa particular área del conocimiento. Es cosa de tiempo para que adquiera entendimiento y lo imposible pase a ser posible.

Para quien se aventura por el aprendizaje a lo largo de su vida, aprende a navegar por las inmensurables cantidades de información que hoy día produce el hombre, como lo hicieron los antiguos navegantes descubridores de nuevos mundos.

No nomás hay que vivir la vida biológica, dice el pensador chino Lin Tai Wao, eso dejémoselo a los animales; los humanos tenemos una vida de espíritu, que por lo común está vacía pero que podemos y debemos llenar mediante el aprendizaje. Y éste, en la formación autodidacta, llega a través de la lectura, primero, y de la escritura, después. Por eso, aseveraba Lin Tai Wao, *somos lo que leemos y escribimos lo que somos.*

La educación no es para espectadores, afirma Tolley, es un juego para jugadores fuertes. No es para aquellos que únicamente buscan un

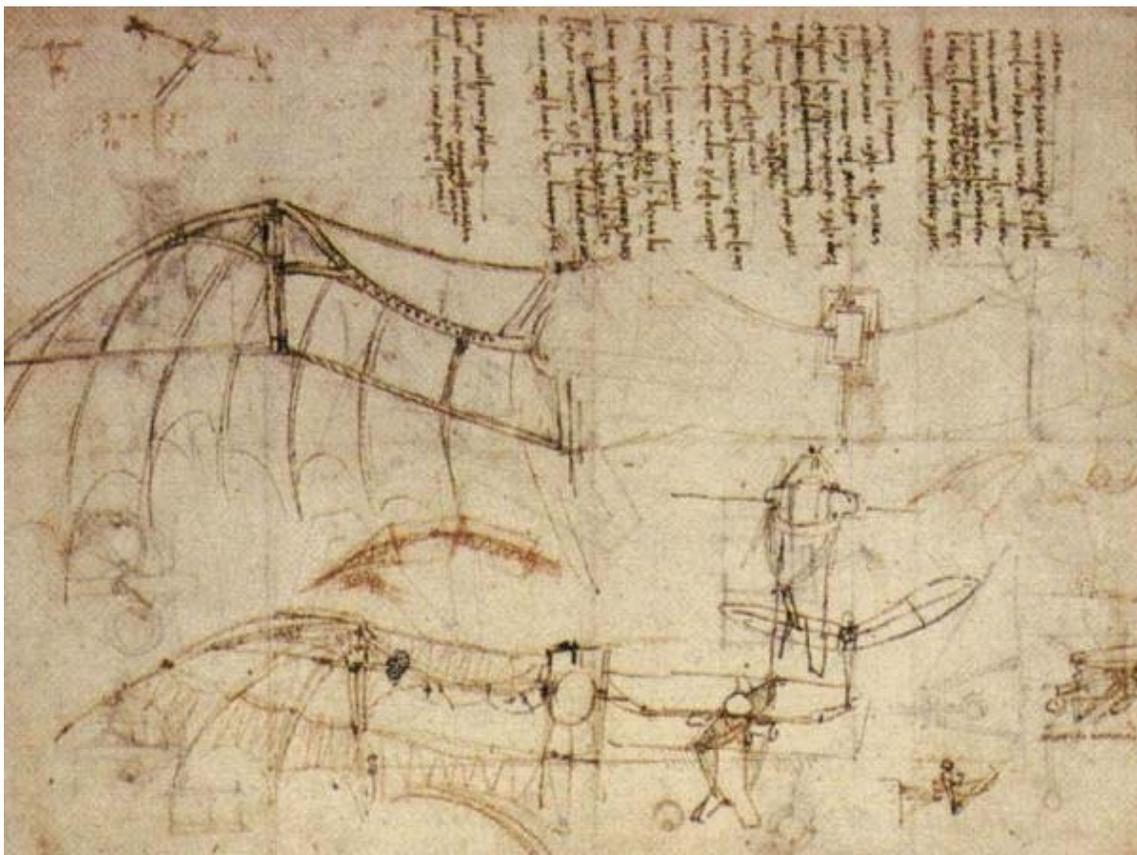
título académico para sobrevivir o preñar sin importarles la manera en como lo obtengan. Quienes hacen esto no merecen los certificados que obtienen, ni tampoco son dignos de usufructuar los beneficios que les conceden. La educación demanda entrega y devoción, y la autoeducación –que es una acción netamente voluntaria– exige, además de sacrificio personal, pasión. A estos últimos *apasionados* se les conoce como *mentes disciplinadas*.

Finalmente, debe recalcar que el libro de Tolley es un recorrido histórico y literario

alrededor de los procesos de enseñanza–aprendizaje; un canto al principio de la humanización del hombre y a la última de sus esperanzas en estos tiempos de riesgos tecnológicos, que no es otra cosa sino la misma educación.

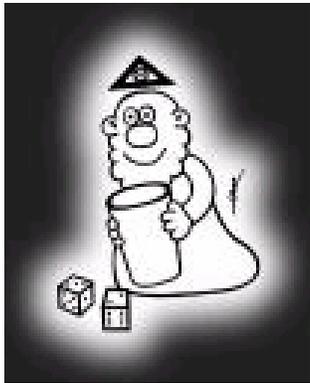
Y como dice, “la aventura es sólo nuestra. El pensamiento es sólo nuestro. La excitación es sólo nuestra. La educación es un vuelo solitario.”

*Culcyt*



# Stephen Hawking

## ¿Juega Dios a los Dados?



Artículo original en inglés.

Traducción por

*José Luis Acuña y Ariadna Martínez*  
Astroseti. España.

Esta conferencia versa sobre si podemos predecir el futuro o bien éste es arbitrario y aleatorio. En la antigüedad, el mundo debía de haber parecido bastante arbitrario. Desastres como las inundaciones o las enfermedades debían de haber parecido producirse sin aviso o razón aparente. La gente primitiva atribuía esos fenómenos naturales a un panteón de dioses y diosas que se comportaban de una forma caprichosa e impulsiva. No había forma de predecir lo que harían, y la única esperanza era ganarse su favor mediante regalos o conductas. Mucha gente todavía suscribe parcialmente esta creencia, y tratan de firmar un pacto con la fortuna. Se ofrecen para hacer ciertas cosas a cambio de un sobresaliente en una asignatura, o de aprobar el examen de conducir.

Sin embargo, la gente se debió de dar cuenta gradualmente de ciertas regularidades en el comportamiento de la naturaleza. Estas regularidades eran más obvias en el movimiento de los cuerpos celestes a través del firmamento.

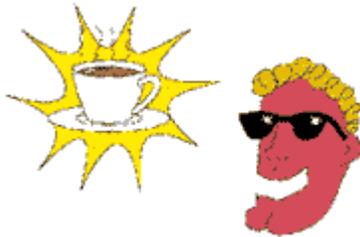
Por eso la Astronomía fue la primera ciencia en desarrollarse. Fue puesta sobre una firme base matemática por Newton hace más de 300 años, y todavía usamos su teoría de la gravedad para predecir el movimiento de casi todos los cuerpos celestes. Siguiendo el ejemplo de la Astronomía, se encontró que otros fenómenos naturales también obedecían leyes científicas definidas. Esto llevó a la idea del determinismo científico, que parece haber sido expresada públicamente por primera vez por el científico francés Laplace. Me pareció que me gustaría citar literalmente las palabras de Laplace, y le pedí a un amigo que me las buscara. Por supuesto que están en francés, aunque no esperaba que la audiencia tuviera ningún problema con esto. El problema es que Laplace, como Prewst [N. del T.: **Hawking probablemente se refiere a Proust**], escribía frases de una longitud y complejidad exageradas. Por eso he decidido parafrasear la cita. En efecto, lo que él dijo era que, si en un instante determinado conociéramos las posiciones y velocidades de todas las partículas en el Universo, podríamos calcular su comportamiento en cualquier otro momento del pasado o del futuro. Hay una historia probablemente apócrifa según la cual Napoleón le preguntó a Laplace sobre el lugar de Dios en este sistema, a lo que él replicó "Caballero, yo no he necesitado esa hipótesis". No creo que Laplace estuviera reclamando que Dios no existe. Es simplemente que El no interviene para romper las leyes de la Ciencia. Esa debe ser la postura de todo científico. Una ley científica no lo es si solo se cumple cuando algún ser sobrenatural lo permite y no interviene.

La idea de que el estado del universo en un instante dado determina el estado en cualquier otro momento ha sido uno de los dogmas centrales de la ciencia desde los tiempos de Laplace. Eso implica que podemos predecir el futuro, al menos en principio. Sin embargo, en la práctica nuestra capacidad para predecir el futuro está severamente limitada por la complejidad de las ecuaciones, y por el hecho de que a menudo exhiben una propiedad denominada caos. Como sabrán bien todos los que han visto Parque



Jurásico, esto significa que una pequeña perturbación en un lugar puede producir un gran cambio en otro. Una mariposa que bate sus alas puede hacer que llueva en Central Park, Nueva York. El problema es que eso no se puede repetir. La siguiente vez que una mariposa bata sus alas, una multitud de otras cosas serán diferentes, lo que también tendrá influencia sobre la meteorología. Por eso las predicciones meteorológicas son tan poco fiables.

A pesar de estas dificultades prácticas, el determinismo científico permaneció como dogma durante el siglo 19. Sin embargo, en el siglo 20 ha habido dos desarrollos que muestran que la visión de Laplace sobre una predicción completa del futuro no puede ser llevada a cabo. El primero de esos desarrollos es lo que se



denomina mecánica cuántica. Fue propuesta por primera vez en 1900, por el físico alemán Max Planck, como hipótesis ad hoc para resolver una paradoja destacada. De acuerdo con las ideas clásicas del siglo 19, que se remontan a los tiempos de Laplace, un cuerpo caliente, como una pieza de metal al rojo, debería emitir radiación. Perdería energía en forma de ondas de radio, infrarrojos, luz visible, ultravioleta, rayos x, y rayos gamma, todos a la misma tasa. Esto no sólo significaría que todos moriríamos de cáncer de piel, sino que además todo en el universo estaría a la misma temperatura, lo que claramente no es así. Sin embargo, Planck mostró que se puede evitar este desastre si se abandonara la idea de que la cantidad de radiación puede tener cualquier valor, y se dijera en su lugar que la radiación llega únicamente en paquetes o cuantos de un cierto tamaño. Es un poco como decir que en el supermercado no se puede comprar azúcar a granel, sino sólo en bolsas de un kilo. La energía en los paquetes o cuantos es mayor para los rayos x y ultravioleta, que para la luz infrarroja o visible. Esto significa que a menos que un cuerpo esté muy caliente, como el Sol, no tendrá suficiente energía para producir ni siquiera

un único cuanto de rayos x o ultravioleta. Por eso no nos quemamos por insolación con una taza de café.

Para Planck los cuantos no eran más que un truco matemático que no tenía una realidad física, lo que quiera que eso signifique. Sin embargo, los físicos empezaron a encontrar otro comportamiento, que sólo podía ser explicado en términos de cantidades con valores discretos o cuantizados, más que variables continuas. Por ejemplo, se encontró que las partículas elementales se comportaban más bien como pequeñas peonzas girando sobre un eje. Pero la cantidad de giro no podía tener cualquier valor. Tenía que ser algún múltiplo de una unidad básica. Debido a que esa unidad es muy pequeña, uno no se da cuenta de que una peonza normal decelera mediante una rápida secuencia de pequeños pasos, más que mediante un proceso continuo. Pero para peonzas tan pequeñas como los átomos, la naturaleza discreta del giro es muy importante.

Pasó algún tiempo antes de que la gente se diera cuenta de las implicaciones que tenía este comportamiento cuántico para el determinismo. No sería hasta 1926, cuando Werner Heisenberg, otro físico alemán, indicó que no podrías medir exactamente la posición y la velocidad de una partícula a la vez. Para ver dónde está una partícula hay que iluminarla. Pero de acuerdo con el trabajo de Planck, uno no puede usar una cantidad de luz arbitrariamente pequeña. Uno tiene que usar al menos un cuanto. Esto perturbará la partícula, y cambiará su velocidad de una forma que no puede ser predicha. Para medir la posición de la partícula con exactitud, deberás usar luz de una longitud de onda muy corta, como la ultravioleta, rayos x o rayos gamma. Pero nuevamente, por el trabajo de Planck, los cuantos de esas formas de luz tienen energías más altas que las de la luz visible. Por eso perturbarán aún más la velocidad de la partícula. Es un callejón sin salida: cuanto más exactamente quieres medir la posición de la partícula, con menos exactitud puedes conocer la velocidad, y viceversa. Esto queda resumido en el Principio de Incertidumbre formulado por Heisenberg; la incertidumbre en la posición de una partícula, multiplicada por la

**Uncertainty Principle**

$$(\text{uncertainty in position}) \times (\text{uncertainty in speed}) \times \text{mass}$$

is greater than  $h$

Planck's Constant

incertidumbre en su velocidad, es siempre mayor que una cantidad llamada la constante de Planck, dividida por la masa de la partícula.

La visión de Laplace del determinismo científico implicaba conocer las posiciones y velocidades de las partículas en el universo en un instante dado del tiempo. Por lo tanto, fue seriamente socavado por el Principio de Incertidumbre de Heisenberg. ¿Cómo puede uno predecir el futuro, cuando uno no puede medir exactamente las posiciones ni las velocidades de las partículas en el instante actual? No importa lo potente que sea el ordenador de que dispongas, si lo alimentas con datos deplorables, obtendrás predicciones deplorables.



Einstein estaba muy descontento por esta aparente aleatoriedad en la naturaleza. Su opinión se resumía en su famosa frase 'Dios no juega a los dados'. Parecía que había presentado que la incertidumbre era sólo provisional, y que existía una realidad

subyacente en la que las partículas tendrían posiciones y velocidades bien definidas y se comportarían de acuerdo con leyes deterministas, en consonancia con Laplace. Esta realidad podría ser conocida por Dios, pero la naturaleza cuántica de la luz nos impediría verla, excepto tenuemente a través de un cristal.

La visión de Einstein era lo que ahora se llamaría una teoría de variable oculta. Las teorías de variable oculta podrían parecer ser la forma más obvia de incorporar el Principio de Incertidumbre en la física. Forman la base de la imagen mental del universo, sostenida por muchos científicos, y prácticamente por todos los filósofos de la ciencia. Pero esas teorías de variable oculta están equivocadas. El físico británico John Bell, que murió recientemente, ideó una comprobación experimental que distinguiría teorías de variable oculta. Cuando el experimento se llevaba a cabo cuidadosamente, los resultados eran inconsistentes con las variables ocultas. Por lo tanto parece que incluso Dios está limitado por el Principio de Incertidumbre y no puede conocer la posición y la velocidad de una partícula al mismo tiempo. O sea que Dios juega a los dados con el universo. Toda la evidencia lo señala como un jugador

### Wave Function



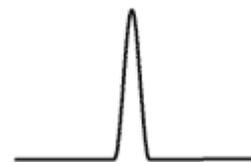
empedernido, que tira los dados siempre que tiene ocasión.

Otros científicos estaban mucho más dispuestos que Einstein a modificar la visión

clásica del determinismo del siglo 19. Una nueva teoría, denominada la mecánica cuántica, fue propuesta por Heisenberg, el austríaco Erwin Schrodinger, y el físico británico Paul Dirac. Dirac fue mi penúltimo predecesor en la cátedra Lucasiana de Cambridge. Aunque la mecánica cuántica ha estado entre nosotros durante cerca de 70 años, todavía no es generalmente entendida o apreciada, incluso por aquellos que la usan para hacer cálculos. Sin embargo, debería preocuparnos a todos, puesto que es una imagen completamente diferente del universo físico y de la misma realidad. En la mecánica cuántica, las partículas no tienen posiciones ni velocidades bien definidas. En su lugar, son representadas por lo que se llama una función de onda. Esta es un número en cada punto del espacio. El tamaño de la función de onda indica la probabilidad de que la partícula sea encontrada en esa posición. La tasa con la que la función de onda cambia de punto a punto, proporciona la velocidad de la partícula. Uno puede tener una función de onda con un gran pico en una región muy pequeña. Esto significará que la incertidumbre en la posición es muy pequeña. Pero la función de onda variará muy rápidamente cerca del pico, hacia arriba en un lado, hacia abajo en el otro. Por lo tanto la incertidumbre en la velocidad será grande. De la misma manera, uno puede tener funciones de onda en las que la incertidumbre en la velocidad es pequeña, pero la incertidumbre en la posición es grande.

La función de onda contiene todo lo que uno puede saber de la partícula, tanto su posición como su velocidad. Si sabes la función de onda en un momento dado, entonces sus valores en otros momentos son determinados por lo que se llama la ecuación de Schrodinger. Por lo tanto uno tiene aún un cierto determinismo, pero no del tipo que Laplace imaginaba. En lugar de ser capaces de predecir las posiciones y las velocidades de las partículas, todo lo que podemos predecir es la función de onda. Esto significa que podemos

### Strongly Peaked Wave Function



predecir sólo la mitad de lo que podríamos de acuerdo con la visión clásica del siglo 19.

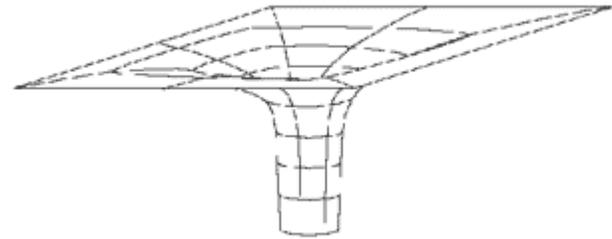
Aunque la mecánica cuántica lleva a la incertidumbre cuando tratamos de predecir la posición y la velocidad a un mismo tiempo, todavía nos permite predecir con certidumbre una combinación de posición y velocidad. Sin embargo, incluso este grado de certidumbre parece estar amenazado por desarrollos más recientes. El problema surge porque la gravedad puede torcer el espacio-tiempo tanto que puede haber regiones que no observamos.

Curiosamente, el mismo Laplace escribió un artículo en 1799 sobre cómo algunas estrellas pueden tener un campo gravitatorio tan fuerte que la luz no podría escapar, siendo por tanto arrastrada de vuelta a la estrella. Incluso calculó que una estrella de la misma densidad que el Sol, pero doscientas cincuenta veces más pequeña, tendría esta propiedad. Pero aunque Laplace podría no haberse dado cuenta, la misma idea había sido propuesta 16 años antes por un hombre de Cambridge, John Mitchell, en un artículo en *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Tanto Mitchell como Laplace concebían a la luz como formada por partículas, más bien como bolas de cañón, que podían ser deceleradas por la gravedad, y hechas caer de vuelta a la estrella. Pero un famoso experimento llevado a cabo por dos americanos, Michelson y Morley, en 1887, mostraron que la luz siempre viajaba a una velocidad de ciento ochenta y seis mil millas por segundo, no importa de dónde viniera. Cómo podía entonces la gravedad decelerarla, y hacerla caer de nuevo.

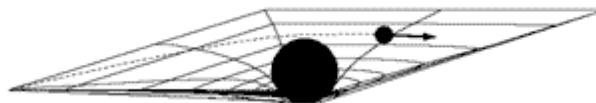
De acuerdo con las ideas sobre el espacio y el tiempo vigentes en aquel momento esto era imposible. Sin embargo, en 1915 Einstein presentó al mundo su revolucionaria Teoría General de la Relatividad en la cual espacio y tiempo dejaban de ser entidades separadas e independientes. Por el contrario, eran meramente diferentes direcciones de una única noción llamada espacio-tiempo. Esta noción espacio-tiempo no era uniforme sino deformada y curvada debido a su energía inherente. Para que se entienda mejor, imagínese que colocamos un peso

(que hará las veces de estrella) sobre una lámina de goma. El peso (estrella) formará una depresión en la goma curvándose la zona alrededor del mismo en contraposición a la planicie anterior. Si hacemos rodar canicas sobre la lámina de goma, sus rastros serán espirales más que líneas rectas. En 1919, una expedición británica en el Oeste de África observaba la luz de estrellas lejanas que cruzaba cerca del sol durante un eclipse. Descubrieron que las imágenes de las estrellas variaban ligeramente de sus posiciones habituales; esto revelaba que las trayectorias de la luz de las estrellas habían sido curvadas por el influjo del espacio-tiempo que rodea al sol. La Relatividad General había sido confirmada.

Imagínese ahora que colocamos pesos sobre la lámina de goma cada vez más cuantiosos y de manera más intensiva. Hundirán la plancha cada vez más. Con el tiempo, alcanzado el peso y la masa crítica se hará un agujero en la lámina por el que podrán caer las partículas pero del que no podrá salir nada.



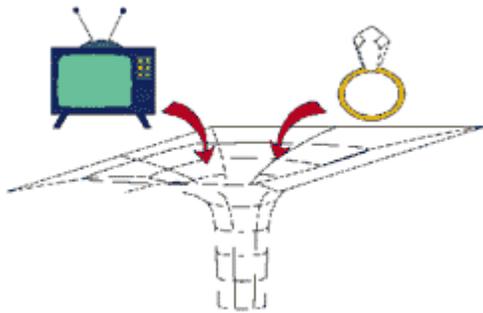
Según la Teoría General de la Relatividad lo que sucede con el espacio-tiempo es bastante similar. Cuanto más ingente y más densa sea una estrella, tanto más se curvará y distorsionará el espacio-tiempo alrededor de la misma. Si una estrella inmensa que ha consumido ya su energía nuclear se enfría encogiéndose por debajo de su masa crítica, formará literalmente un agujero sin fondo en el espacio-tiempo por el que no puede pasar la luz. El físico americano John Wheeler llamó a estos objetos “agujeros negros” siendo el primero en destacar su importancia y los enigmas que encierran. El término se hizo popular rápidamente. Para los americanos sugería algo oscuro y misterioso mientras que para los británicos existía además la amplia difusión del Agujero Negro de Calcuta. Sin embargo los franceses, muy franceses ellos, percibieron algo indecente en el vocablo. Durante años se



resistieron a utilizar el término, demasiado negro, arguyendo que era obsceno; pero era parecido a intentar luchar contra préstamos lingüísticos como “le weekend” y otras mezcolanzas del “franglés”. Al final tuvieron que claudicar. ¿Quién puede resistirse a una expresión así de conquistadora?

Ahora tenemos evidencias de la existencia de agujeros negros en diferentes tipos de entidades, desde sistemas de estrellas binarios al centro de

las galaxias. Por lo tanto, la existencia de agujeros negros está ampliamente aceptada hoy en día. Con todo y al margen de su potencial para la ciencia ficción, ¿cuál sería su relevancia para el

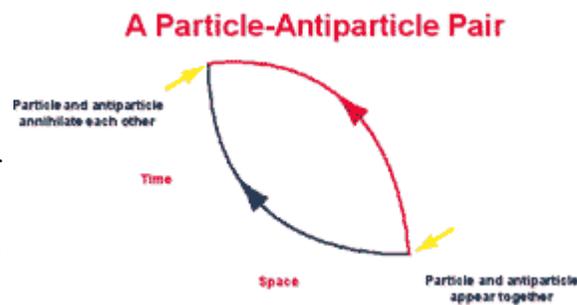


determinismo? La respuesta reside en una pegatina de parachoques que tenía en la puerta de mi despacho: “los agujeros negros son invisibles”. No sólo ocurre que las partículas y los astronautas desafortunados que caen en un agujero negro no vuelven nunca, sino que la información que estos portan se pierde para siempre, al menos en nuestra demarcación del universo. Puede lanzar al agujero negro aparatos de televisión, sortijas de diamantes e incluso a sus peores enemigos y todo lo que recordará el agujero negro será su masa total y su estado de rotación. John Wheeler llamó a esto “un agujero negro no tiene pelo”. Esto confirma las sospechas de los franceses.

Mientras hubo el convencimiento de que los agujeros negros existirían siempre, esta pérdida de información pareció no importar demasiado. Se podía pensar que la información seguía existiendo dentro de los agujeros negros. Simplemente es que no podemos saber lo que hay desde fuera de ellos pero la situación cambió cuando descubrí que los agujeros negros no son del todo negros. La Mecánica Cuántica hace que estos emitan partículas y radiaciones a un ritmo constante. Estos hallazgos me asombraron no sólo a mí si no al resto del mundo pero con la perspectiva del tiempo esto habría resultado obvio. Lo que se

entiende comúnmente como “el vacío” no está realmente vacío ya que está formado por pares de partículas y antipartículas. Estas permanecen juntas en cierto momento del espacio-tiempo, en otro se separan para después volver a unirse y finalmente aniquilarse la una a las otra. Estas partículas y antipartículas existen porque un campo, tal como los campos que transportan la luz y la gravedad no puede valer exactamente cero. Esto denotaría que el valor del campo tendría tanto una posición exacta (en cero) como una velocidad o ritmo de cambio exacto (también cero). Esto violaría el Principio de Incertidumbre porque una partícula no puede tener al tiempo una posición y una velocidad constantes. Por lo tanto, todos los campos deben tener lo que se denomina fluctuaciones del vacío. Debido al comportamiento cuántico de la naturaleza se puede interpretar estas fluctuaciones del vacío como partículas y antipartículas como he descrito anteriormente.

Estos pares de partículas se dan en conjunción con todas las variedades de partículas elementarias. Se denominan partículas virtuales porque se producen incluso en el vacío y no pueden ser mostradas directamente por los detectores de partículas. Sin embargo, los efectos indirectos de las partículas virtuales o fluctuaciones del vacío han sido estudiados en diferentes experimentos, siendo confirmada su existencia.



Si hay un agujero negro cerca, uno de los componentes de un par de partículas y antipartículas podría deslizarse en dicho agujero dejando al otro componente sin compañero. La partícula abandonada puede caer también en el agujero o bien desplazarse a larga distancia del mismo donde se convertirá en

una verdadera partícula que podrá ser apreciada por un detector de partículas. A alguien muy alejado del agujero negro le parecerá que la partícula ha sido emitida por el mismo agujero.

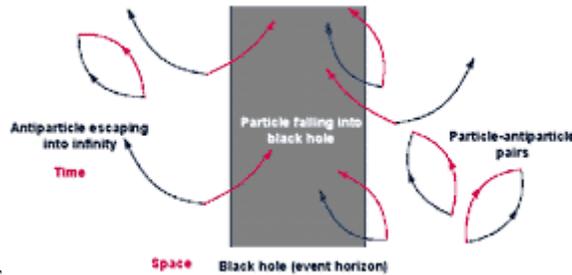
Esta explicación de cómo los agujeros negros no son tan negros clarifica que la emisión dependerá de la magnitud del agujero negro y del ritmo al que esté rotando. Sin embargo, como un agujero negro no tiene pelo, citando a Wheeler, la

radiación será por otra parte independiente de lo que se deslizó por el agujero. No importa lo que arroje a un agujero negro: aparatos de televisión, sortijas de diamantes o a sus peores enemigos. Lo que de allí sale es siempre lo mismo.

Pero ¿qué tiene esto que ver con el determinismo que es sobre lo que se supone que versa esta conferencia? Lo que esto demuestra es que hay muchos estados iniciales (incluyendo aparatos de televisión, sortijas de diamantes e incluso gente) que evolucionan hacia el mismo estado final, al menos fuera del agujero negro. Sin embargo, en la visión de Laplace sobre el determinismo había una correspondencia exacta entre los estados iniciales y los finales. Si usted supiera el estado del universo en algún momento del pasado podría predecirlo en el futuro. De manera similar, si lo supiera en el futuro, podría deducir lo que habría sido en el pasado. Con el advenimiento de la Teoría del Cuanto en los años 20 del siglo pasado se redujo a la mitad lo que uno podía predecir pero aún dejó una correspondencia directa entre los estados del universo en diferentes momentos. Si uno supiera la función de onda en un momento dado, podría calcularla en cualquier otro.

Sin embargo, la situación es bastante diferente con los agujeros negros. Uno se encontrará con el mismo estado fuera del agujero, independientemente de lo que haya lanzado dentro, a condición de que tenga la misma masa. Por lo tanto, no hay una correspondencia exacta entre el estado inicial y el estado final ya fuera del agujero negro. Habrá una correspondencia exacta entre el estado inicial y el final ambos fuera o ambos dentro del agujero negro. Sin embargo, lo importante es que la emisión de partículas y la radiación alrededor del agujero provocan una reducción en la masa del mismo y se empequeñece. Finalmente, parece que el agujero negro llega a la masa cero y desaparece del todo. Pero, ¿qué ocurre con todos los objetos que fueron lanzados al agujero y con toda la gente que o bien saltó o fue empujada? No pueden volver a salir porque no existe la suficiente masa o energía sobrante en el agujero negro para enviarlos fuera de nuevo. Puede que pasen a otro universo pero eso nos da lo mismo a los que somos lo

suficientemente prudentes como para no saltar dentro de un agujero negro. Incluso la información de lo que cayó dentro del agujero no podría salir de nuevo cuando el agujero desaparezca por último. La información no se distribuye gratuitamente como bien sabrán aquellos de ustedes que paguen facturas telefónicas. La información necesita energía para transportarse, y no habrá suficiente energía de sobra cuando el agujero negro desaparezca.



Lo que todo esto significa es que la información se perderá de nuestra demarcación del universo cuando se formen los agujeros negros para después desvanecerse. Esta pérdida de información implica que podemos predecir incluso menos de lo pensamos,

partiendo de la base de la teoría cuántica. En esta teoría puede no ser factible predecir con certidumbre la posición y la velocidad de una partícula al mismo tiempo. Hay sin embargo una combinación de posición y velocidad que sí puede ser predicha. En el caso de un agujero negro, esta predicción específica concierne a los dos miembros de un par de partículas-antipartículas pero únicamente podemos detectar la partícula expulsada. No hay modo alguno, incluso en un principio, de poner de manifiesto la partícula que se precipita al agujero. Por lo tanto, por lo que sabemos, podría estar en cualquier estado. Esto significa que no podemos hacer ninguna predicción concreta acerca de la partícula que expulsa el agujero. Podemos calcular la probabilidad de que la partícula tenga esta o aquella posición o velocidad pero no podemos predecir con precisión una combinación de la posición y velocidad de sólo una partícula porque su velocidad y posición van a depender de la otra partícula, la cual no está bajo nuestra observación.

God sometimes throws dice where they can't be seen



Así que Einstein estaba sin lugar a dudas equivocado cuando dijo, “Dios no juega a los dados”. No sólo Dios juega definitivamente a los dados sino que además a veces los lanza a donde no podemos verlos.

Muchos científicos son como Einstein en el sentido de que tienen un lazo emocional muy fuerte con el determinismo pero al contrario que Einstein han aceptado la reducción en nuestra capacidad para predecir que nos había traído consigo la teoría cuántica. Pero ya era mucho. A estos no les gustó la consiguiente reducción que los agujeros negros parecían implicar. Pensar que el universo es determinista, como creía Laplace, es simplemente inocente. Presiento que estos científicos no se han aprendido la lección de la historia. El universo no se comporta de acuerdo a nuestras preconcebidas ideas. Continúa sorprendiéndonos.

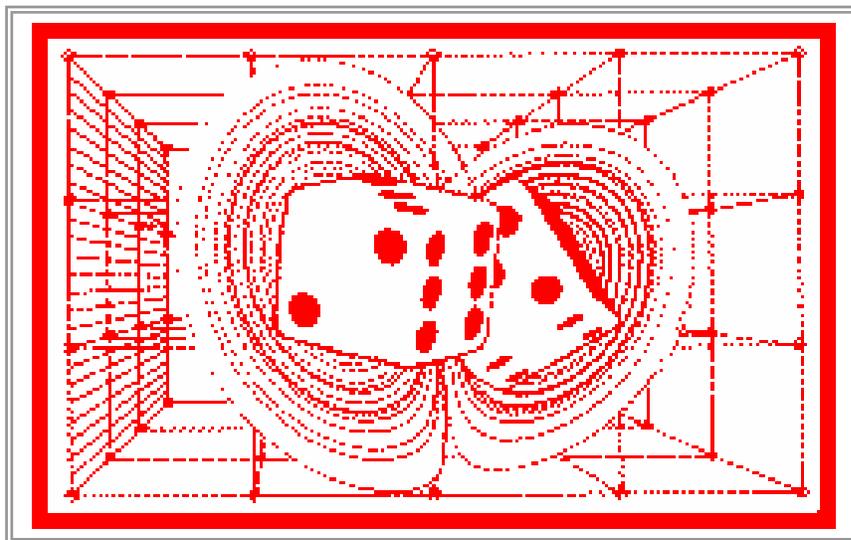
Podría pensarse que no importa demasiado si el determinismo hizo aguas cerca de los agujeros negros. Estamos casi seguros de estar al menos a unos pocos años luz de agujero negro de cualquier tamaño pero según el Principio de Incertidumbre, cada región del espacio debería estar llena de diminutos agujeros negros virtuales que aparecerían y desaparecerían una y otra vez. Uno pensaría que las partículas y la información podrían precipitarse en estos agujeros negros y perderse. Sin embargo, como estos agujeros negros virtuales son tan pequeños (cien billones de billones más pequeños que el núcleo de un átomo) el ritmo al cual se perdería la información sería muy bajo. Esto es por lo que las leyes de la ciencia parecen deterministas, observándolas con detenimiento. Sin embargo, en condiciones extremas, tales como las del universo temprano o

las de la colisión de partículas de alta energía, podría haber una significativa pérdida de información. Esto conduce a la imprevisibilidad en la evolución del universo.

En resumen, de lo que he estado hablando es de si el universo evoluciona de manera arbitraria o de si es determinista. La visión clásica propuesta por Laplace estaba fundada en la idea de que el movimiento futuro de las partículas estaba determinado por completo, si se sabían sus posiciones y velocidades en un momento dado. Esta hipótesis tuvo que ser modificada cuando Heisenberg presentó su Principio de Incertidumbre el cual postulaba que no se podía saber al mismo tiempo y con precisión la posición y la velocidad. Sin embargo, sí que era posible predecir una combinación de posición y velocidad pero incluso esta limitada certidumbre desapareció cuando se tuvieron en cuenta los efectos de los agujeros negros: la pérdida de partículas e información dentro de los agujeros negros dio a entender que las partículas que salían eran fortuitas.

Se pueden calcular las probabilidades pero no hacer ninguna predicción en firme. Así, el futuro del universo no está del todo determinado por las leyes de la ciencia, ni su presente, en contra de lo que creía Laplace. Dios todavía se guarda algunos ases en su manga.

Es todo lo que tengo que decir por el momento. Gracias por escucharme.





*A veces me siento y pienso...*



*y a veces, nada más me siento*

## Tecnología y Democracia

Si bien es cierto que una percepción de la democracia es simplemente hacer lo que una determinada mayoría decide (y por desgracia un poco aquello que entre Borges y Casares decían: la democracia es un abuso de la estadística), no menos cierto es que esta decisión de los muchos sobre los pocos, debería estar sustentada en *conocer todo acerca* de lo que se decide.

Leía en Política digital (número 26) que “*Un gobierno democrático se puede definir como aquel en el que cualquier individuo está en posibilidad de conocer todo acerca del Estado para influir en sus decisiones...*”<sup>1</sup> Casi de forma inmediata, sobre todo para los tecnólogos, se instala la pregunta ¿qué papel juega la tecnología de información en la democracia?

La tecnología es ya una piedra angular en las sociedades y por lo tanto, un pilar fundamental en cualquier sistema, sea democrático o no; sin ninguna duda juega un papel similar, aunque no tan fundamental, al de la educación.

Para muchos países con ciertas condiciones políticas, con cierto desarrollo tecnológico y cuya democracia aún es incipiente, el reto que presenta incorporar la tecnología de la información a sus sistemas socio-políticos es considerablemente complejo.

En estos países generalmente se tienen rezagos en muchos de los factores necesarios para la democracia, por ejemplo salud, educación, estado de derecho, rendición de cuentas, seguridad, empleo, etc., agregarle el factor tecnológico y lo que ello conlleva es de alguna manera colgarle un lastre sustancial al avance de la democracia. Se corre el riesgo de asignarle la tarea completa a la tecnología.

Si bien, como menciono al principio, la tecnología es una parte medular en la mayoría de los sistemas sociales y políticos del mundo, es necesario comprender que su uso puede desviar la ruta de los países hacia mejores y más democráticas convivencias hacia el interior de ellos y entre ellos.

La tecnología debe ayudar a avanzar y consolidar en las cuatro sub-esferas de una sociedad (Bunge), la económica, la cultural, la biológica y la política.

México, para hablar de aciertos, cuenta al menos en el papel con dos proyectos importantes que aún sin consolidarse plenamente y bien vigilados pueden ser una ruta rápida en el abatimiento de retrasos ancestrales: e-

México y la Ley de Transparencia; los dos evidentemente con sus ideas y conceptos bien estructurados y fundamentados, aunque perfectibles, y sustentados en tecnología como apoyo.

e-México por un lado, es un proyecto integrador, que articula los intereses de los distintos niveles de gobierno, de diversas entidades y dependencias públicas, de los operadores de redes de telecomunicaciones, de las cámaras y asociaciones vinculadas a las tecnologías de información y las comunicaciones (TIC), así como de diversas instituciones, a fin de ampliar la cobertura de servicios básicos en educación, salud, economía, gobierno y ciencia, tecnología e industria, así como de otros servicios a la comunidad. El objetivo que se plantea es: “*Generar alternativas de valor, a través de un sistema tecnológico con contenido social, que ofrezcan las herramientas y oportunidades que hoy es posible alcanzar por medio de las TIC para mejorar la calidad de vida de todos los mexicanos*”

La ley de Transparencia menciona como objetivos los siguientes:

- I. Proveer lo necesario para que toda persona pueda tener acceso a la información mediante procedimientos sencillos y expeditos;
- II. Transparentar la gestión pública mediante la difusión de la información que generan los sujetos obligados;
- III. Garantizar la protección de los datos personales en posesión de los sujetos obligados;
- IV. Favorecer la rendición de cuentas a los ciudadanos, de manera que puedan valorar el desempeño de los sujetos obligados;
- V. Mejorar la organización, clasificación y manejo de los documentos, y
- VI. Contribuir a la democratización de la sociedad mexicana y la plena vigencia del Estado de derecho.

Es claro, como apunté párrafos arriba, que el logro de los objetivos tanto de e-México, como de la Ley de Transparencia pasa por el uso adecuado de la tecnología, pero también es claro que no depende exclusivamente de ello.

Sin exagerar tecnología y democracia parecen ligarse cada vez más, de una forma que nadie previó o soñó antes.

lfernand@uacj.mx

<sup>1</sup> El subrayado es mío



## Publica o perece

### EL CIENTÍFICO

“El verdadero hombre de ciencia, afirmó Bernardo Houssay, es el que se dedica a ella en forma exclusiva y preponderante, para investigar verdades nuevas y no el simple erudito que repite o transmite lo ya conocido, ya que la ciencia vive y progresa por la investigación”.

Los edificios nuevos, los equipos lustrosos, las cuentas bancarias llenas, los discursos retóricos y preciosistas, la buena voluntad, el desdiseño de los profesionales, y la extrema ignorancia empoderada, todos juntos no hacen ciencia. Sin hombres y mujeres de ideas, y de acción, nada de lo mencionado servirá para hacer funcionar un equipo, un laboratorio, o crear un proyecto.

Cuando en un lugar la investigación es casi inexistente no se la entiende, y si por allí hay algún investigador tratando de realizarla se le ve como algo raro, un fenómeno al que hay que eludir en lugar de imitar. En esos lugares no existe un clima favorable que propicie el desarrollo de la ciencia. Para que eso suceda se necesita que, poco a poco, se vaya creando un ambiente propicio, y esto se logra atrayendo más investigadores y fomentando una cultura científica a través de actividades dirigidas.

El investigador no se improvisa y no basta querer serlo, aseveró Houssay. Debe reunir algunas cualidades intelectuales y morales que le permitan llegar a ser tal, a saber: “vocación, entusiasmo, desinterés, generosidad, laboriosidad, tenacidad,

imaginación, espíritu crítico, orden y método rigurosos, conocimientos previos sólidos, capacidad de síntesis y análisis, afecto a sus discípulos, capacidad de cooperar”.

“Sólo el practicante puede entender el entrenamiento y el ejercicio, la disciplina y el método, la estrategia y la imaginación demandada para la suprema ejecución de su actividad.”

Stephen Toulmin.  
*Foresight and understanding:  
An enquiry in to the aims of science.*

Vale señalar que, en la actualidad, muchas personas que se dedican a la investigación científica tienen tanta vocación para la ciencia como un antiguo telegrafista la

tenía para la transmisión de mensajes, y hacen su tarea como cualquier trabajo, uno manejando códigos genéticos y otro claves Morse.

Hay muchas maneras de promover la formación de investigadores donde no existen, una de esas consiste en: (1) impulsar la capacitación de nivel postgrado en aquellas personas insertas en un medio académico universitario y luego enrolarlos en proyectos, y (2) reclutar jóvenes estudiantes destacados e interesados para que inicien el ciclo de preparación de un científico vocacional.

Los estudios de postgrado no son garantía, para quien los cursa y termina, de que con ellos habrá logrado convertirse en investigador; para que eso suceda tendrá que demostrarlo. ¿Y como lo hará? Investigando. A investigar se aprende investigando, a veces bajo la guía de un asesor, otras como aprendiz de un científico, rara vez solo.

publicaoperece@yahoo.com



# El \$oftware en México

Gerardo Padilla

En esta ocasión mi reflexión gira en torno a lo que se conoce hoy en día como “piratería”. Este tema puede ser recurrente, pero creo que vale la pena reflexionar un momento sobre los orígenes, implicaciones y posibles consecuencias que esta actividad puede tener.

El término piratería se define de una manera general como el robo o destrucción de los bienes de alguien (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española). Ahora bien, nuestro interés se centra en el término piratería informática, el cual tiene ciertas semejanzas, pero debe precisarse correctamente.

De acuerdo a las nuevas legislaciones para el software, al contrario de lo que ocurre con otras cosas que adquiere, las fuentes y las aplicaciones de software que compra no le pertenecen. En lugar de eso, se convierte en un usuario con licencia: adquiere el derecho a utilizar el software en un único equipo, aunque no puede instalar copias en otros equipos ni dárselo a nadie más. La piratería informática es la distribución o reproducción ilegal de las fuentes o aplicaciones de software para su utilización comercial o particular.

De manera personal, creo que es a partir del concepto de “licencia” donde inician las malas interpretaciones. En nuestra cultura, el concepto de posesión juega un papel muy importante; si compramos un objeto nos sentimos con derecho de hacer lo que queramos con ese objeto, sabemos que el pagar por ese producto nos da esa alternativa. Sin embargo, se tiene en la actualidad el concepto de renta por servicios o productos, el cual se vuelve cada vez más popular y el software no es la excepción. Combinado con esta noción, tenemos el problema de la falta de reconocimiento del valor económico del software. Esto ocurre dado que no es algo tangible como una computadora o un monitor.

El problema de no concederle el valor justo al software es un problema que cae en los profesionales que nos dedicamos a vender soluciones integrales. Lamentablemente no hacemos énfasis en los costos del software como herramienta (mucho menos en el entrenamiento para el uso de los sistemas). Recordemos que una computadora sin el software es como un auto sin motor, ambos son indispensables para el funcionamiento de ambos.

Para complicar más las cosas, tenemos en nuestra cultura, de la cual soy parte, una tendencia enfermiza a premiar lo fácil sobre lo correcto (similar a lo que ocurre a Harry Potter en sus novelas). Por ejemplo, si alguien ha descubierto la manera de hacer algo más fácil, aunque no sea legal, creemos que es alguien muy bueno en el tema, tenemos el descaro de llamarlo “experto”. Pocas cosas son tan claras en la piratería, básicamente es un robo y las personas que compran cosas robadas son igual de culpables como los que las roban.

Hábilmente, hemos creado una cultura de justificación para el acceso a recursos de software pirata con el mayor grado de sofisticación. Buscamos justificarnos con argumentos tan “humanistas” tales como “como estudiante no puedo costear pagar una licencia”, “no me resulta negocio si tengo que pagar todas las licencias”, “es un robo lo que cobran por las licencias”, etc. Todo este tipo de respuestas responden a la premisa que antes mencione: “anteponer lo fácil a lo correcto”. Explico a continuación un ejemplo mundial de respuesta correcta y humanista ante los altos costos y monopolios: el software libre.

El software libre es una respuesta honesta, congruente, cooperativa destinada a combatir los monopolios y altos costos del software. Sabemos que han sido algunos años los que ha tomado consolidar esta respuesta, a la cual espero reaccionen las empresas que venden productos de software de manera que favorezca más a los consumidores.

No estoy de acuerdo con la piratería ni con la gente que la propicia. Este tipo de actividades fomentan y destruyen valores tan profundos en la persona que pueden corromper de manera sistemática la integridad de la persona. El valor más afectado es el respeto a la propiedad ajena, el cual es pisoteado con justificaciones tan ingenuas como las que mencioné anteriormente.

Finalmente concluyo dejando al lector la reflexión acerca de su actitud personal y valores ante el problema de la piratería. Reconozco que duele sacarse del bolsillo dinero para pagar el software, pero creo que al final de cuentas es cuestión de congruencia y valores personales y responsabilidad.

[gpadilla@cimat.mx](mailto:gpadilla@cimat.mx)

# La Puerta



## Educación...

Con frecuencia en estos días que vivimos podemos leer y escuchar noticias, reflexiones y discusiones sobre la importancia que la Educación representa para el futuro de nuestro país. De hecho con cierto dejo de cansancio nos recuerdan insistentemente que fallamos en nuestras apuestas por la educación hace ya más de 30 años... como si esto se tratara de un juego de azar en el cual un día te va bien y al otro no ¡pamplinas! Como siempre nos falta visión y conocimiento para establecer un aceptable plan rector de educación. Lo que me hace pensar... realmente ¿sabemos a donde queremos llegar?

El futuro con certeza será de los más capacitados, y nos corresponde tomar las previsiones necesarias para que nuestros niños, niñas y jóvenes cuenten con la formación que les permita enfrentarlo de la mejor manera posible y que conste que yo considero una formación en sentido amplio no el de las escuelas tradicionales.

Insisto desde empresarios pasando por industriales, religiosos, políticos... todos se han expresado en un momento u otro al respecto. Y en principio parece que todos vamos recobrando la conciencia del papel tan fundamental que tiene la educación.

Desafortunadamente las propuestas, los planes e ideas que se han esbozado dejan mucho que desear. Es como si la visión sociológica del problema actual nos cegara e hiciera olvidar que nuestros educandos, nuestro futuro, no son "materia prima" que se puede "procesar" en estas escuelas-industrias para garantizar una "productividad, competitividad y eficiencia" que beneficie al final del camino a tal o cual grupo de empresarios e inversionistas que necesitan de estos "recursos humanos"; y no podemos olvidar que una simple reorientación por medio de material extra, especialidades, etc., no nos llevaría a mejores situaciones que las vividas en la última Edad Media conocida.

Por favor, RECORDEMOS que nuestros niños, niñas y jóvenes son individuos, seres humanos con inquietudes mucho más profundas y trascendentes que llevarse un pedazo de pan a la boca. Tienen la necesidad de descubrir y encontrar su verdadera identidad y su papel en la vida, más allá de dogmatismos políticos o religiosos.

¿Es que podemos seguir alimentando el mito de que el hombre es apenas una broma del azar, y que la cultura es tan sólo la última etapa de un proceso genético que ha de prepararlo para satisfacer su necesidad de supervivencia animal? ¿Es que podemos realmente asegurar que la mera formación técnica será capaz de ayudarlo a enfrentar los verdaderos retos del futuro?

Como filósofo, tengo la certeza, pues así lo ha demostrado la Historia, de que es a través de la educación como el hombre podrá enfrentar y salir adelante de los retos que le

depara el futuro, tal como lo ha hecho en el pasado. Pero, ¿qué es educación? ¿En qué se diferencia de la capacitación o de la enseñanza?

Etimológicamente, educación viene del latín *educire*, sacar de dentro. En este sentido y tomando en cuenta que para los antiguos filósofos el hombre era un *nous*, espíritu, razón o conciencia, con una psique o alma emocional y un soma o cuerpo biológico, la verdadera educación era concebida como un descubrirse a sí mismo su *nous* o ser; un hacer florecer en el hombre sus virtudes: el honor, la capacidad de investigación, el valor, la templanza, la prudencia, la justicia, la bondad, y tantas otras que hacían de él un verdadero ciudadano, consciente, responsable y comprometido con su comunidad y con su momento histórico, libre de temores respecto a su futuro.

En cambio, la educación actual se limita a suministrar técnicas, información y métodos. Sin verdadera educación el hombre vuelve a sus más básicos y egoístas instintos de supervivencia. Se hace incapaz de vivir en sociedad, reinando la injusticia, el abuso y la discordia. Empieza a temer a su futuro. Quienes hemos trabajado con jóvenes sabemos que el aparente cinismo y apatía que muestran ante todo lo que no sea su gratificación inmediata proviene de ver a unos adultos que, como malos sacerdotes "predican y no practican". Que se llenan de discursos inflamados de palabras hermosas que ellos mismos no viven.

Creo que debemos retomar lo valioso de una educación humanista y filosófica. Estudiar aquellos clásicos de la Humanidad y que así se hicieron porque sus valores atemporales fueron capaces de levantar a la Humanidad una y otra vez. Cultivar en nuestros jóvenes, a través del ejemplo, la condición heroica ante las adversidades de la vida; el amor a lo bueno, bello y justo, por encima de la bajeza, la villanía y la corrupción.

Sólo así estarán verdaderamente "capacitados" para enfrentar los retos del futuro. Lo demás es seguir un rumbo que se rige por quién sabe qué clase de intereses.

jorge.rodas@itesm.mx

## CIENTÍFICOS LUCHAN CONTRA EL MIEDO A LA TECNOLOGÍA

Kyoto, Japón. 16 de septiembre. Acercar la tecnología más avanzada a una población que cada vez entiende menos las innovaciones es un gran desafío para la comunidad científica, estimaron esta semana en Kyoto (Japón) los participantes del Foro de Ciencias y Tecnologías en la Sociedad.

"Si las poblaciones de los países ricos rechazan los alimentos transgénicos es por desconocimiento, ya que no hay ninguna prueba científica que detecte riesgo para la salud o el medio ambiente", subrayó el profesor Jerome Friedman, del Massachusetts Institute of Technology.

El avance de la ciencia y la tecnología es inversamente proporcional al número de personas que se benefician de ello, estimaron los científicos, que ven en la falta de comprensión entre los investigadores y el público uno de los problemas más importantes.

### Paradoja de la ciencia

Los 500 industriales, científicos y políticos reunidos en Kyoto señalaron que hay que luchar contra esta fractura tecnológica y asegurar una mejor difusión del conocimiento.

Los científicos recordaron que la tecnología sufre una gran paradoja: es a la vez un instrumento para el desarrollo de las poblaciones, pero es también la causa de las nuevas fracturas sociales, según los participantes de este foro.

Este problema es aplicable a las nuevas tecnologías, así como a los tratamientos médicos, la protección contra las catástrofes naturales, los sistemas de producción de energía y la industria.

"Debemos desarrollar interfaces más simples y productos más baratos para permitir a los más desfavorecidos tener acceso", explicó un dirigente de una empresa de *software*.

El desconocimiento de los fenómenos y procesos científicos conduce al público a rechazar la innovación por miedo a eventuales riesgos, según algunos participantes.

*La Jornada.*

## CIENTÍFICO LAUREADO DEFIENDE LA LIBERTAD DE DUDAR Y SER CURIOSO

México, D.F. 25 de septiembre.

*Alerta Harold Kroto contra el avance del oscurantismo*

La libertad de dudar y de expresar curiosidad corre peligro en la actualidad por la presencia de los fundamentalismos religiosos que buscan llevar al mundo a una era de oscurantismo y de retroceso de la ciencia, afirmó el premio Nobel de Química 1996, Harold Kroto, quien afirmó que el actual papa Benedicto XVI constituye la fuerza más oscura en Europa, mientras que en Estados Unidos lo es George W. Bush.

Kroto es un experto en nanociencias y nanotecnologías, y ha desarrollado talleres de ciencia para niños y adolescentes en San Luis Potosí, donde planea utilizar Internet para difundir el conocimiento por medio de talleres en otras regiones. El científico británico recibió el premio Nobel de Química, junto con Robert Curl y Richard Smalley, de la Universidad de Rice, en Houston, Texas, por el descubrimiento de una nueva forma de carbono bautizada como Buckminsterfullerene C60.

En entrevista realizada esta semana en la Academia Mexicana de Ciencias, donde se reunió con jóvenes investigadores del país, dijo que en épocas como el Renacimiento o el Siglo de las Luces la libertad de pensamiento y de crítica ante el retroceso de las posiciones religiosas oscurantistas permitió el avance del conocimiento del hombre sobre sí mismo y su entorno, mediante investigaciones y desarrollo del pensamiento científico que anticiparon los descubrimientos utilizados en la vida moderna.

Es en esas eras, dijo Kroto, cuando el hombre se pone por encima de los dogmas religiosos, ejerce su curiosidad, y con talento y disciplina efectúa investigaciones en terrenos como la medicina, la anatomía, la física, la química, las matemáticas y, además, en la literatura, las artes y la música. Son épocas en las que el hombre se ilustra sobre sí mismo y el mundo, y cada descubrimiento permite incrementar su curiosidad.

Pero también el espíritu crítico y el ambiente de libertad que permiten cuestionar a las corrientes opositoras a la adquisición del

conocimiento, y que favorecen la ignorancia -añadió el investigador- se elevan cuando el hombre coloca sus creencias religiosas en el justo lugar que le corresponden, y permite que su espíritu florezca y madure para ahondar en el conocimiento. “De otra forma, la ciencia no avanza”, dijo.

Por ello, considera que en esta época la ciencia enfrenta el reto que supone el resurgimiento de esas fuerzas religiosas oscurantistas, que no sólo impiden su crecimiento, sino que buscan imponer tesis totalmente contrarias a los avances científicos de la humanidad. Es por ello que -consideró- los peligros para la libertad de dudar o pensar sólo son la punta del *iceberg*: detrás está la intención de imponer por encima de los racionalismos los dogmas que sirven sólo a las fuerzas religiosas más conservadoras.

Hizo referencia al caso del papa Benedicto XVI, guardián de la fe desde la época de Juan Pablo II, desde el cargo que antiguamente

se conocía como la Santa Inquisición, y lo calificó como una de las fuerzas más oscuras en Europa, donde busca imponer los criterios de la Iglesia católica no sólo en cuestiones sociales sino también en los avances de la ciencia en nuevos terrenos como el estudio del genoma, los procesos de clonación y los avances en las nanociencias.

Y subrayó la actuación de Bush como una fuerza retrógrada, que ha llevado a la historia y el conocimiento humanos a un estado de atraso, al aprobar que en 40 de los 50 estados del vecino país del norte prevalezcan las tesis bíblicas sobre la creación y crecimiento del hombre por sobre las tesis de Charles Darwin respecto a la evolución natural de las especies, y que han sido comprobadas cientos de miles de veces desde el punto de vista científico con todo rigor.

*La Jornada.* José Galán.

## PREMIO NÓBEL EN FÍSICA 2005



KVA,10/4/2005 9:20:00 AM

El premio Nóbel en Física 2005 tiene que ver con la luz. Roy Glauber, considerado “el padre de la óptica cuántica”, comparte el Premio con John Hall y Theodor Hänsch, quienes lograron desarrollar, con una precisión hasta el momento jamás

conseguida, la espectroscopia láser.

Nota de Prensa emitida el 4 de Octubre de 2005

El Premio Nóbel en Física 2005

La Real Academia Sueca de las Ciencias ha decidido otorgar el Premio Nóbel en Física 2005, con una mitad a:

Roy J. Glauber

Universidad de Harvard, Cambridge, Massachusetts, EE.UU.

“por su contribución a la teoría cuántica de la coherencia óptica”

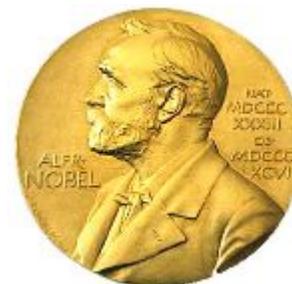
Y con la otra mitad, conjuntamente a John L. Hall JILA, Universidad de Colorado e Instituto

Nacional de Estándares y Tecnología, Boulder, CO, EE.UU. y Theodor W. Hänsch Instituto Max-Planck para Óptica Cuántica en Garching, Universidad Ludwig-Maximilians, Munich, Alemania “por sus contribuciones al desarrollo de la espectroscopia de precisión basada en láser, incluyendo la técnica del barrido de frecuencia óptica”.

## PREMIO NÓBEL EN QUÍMICA 2005

KVA,10/5/2005 8:53:00 AM

El Premio Nóbel en Química de este año va para Yves Chauvin, Robert Grubbs y Richard Schrock. Ellos han desarrollado un método eficiente y respetuoso con el medio ambiente para construir moléculas, con aplicaciones en, por ejemplo, la industria farmacéutica.



Nota de prensa emitida el 5 de Octubre de 2005

Premio Nóbel en Química 2005

La Real Academia Sueca de las Ciencias ha decidido galardonar con el Premio Nóbel en

Química 2005 conjuntamente a:

Yves Chauvin  
Instituto Francés de Petróleo, Rueil-Malmaison,  
Francia,  
Robert H. Grubbs  
Instituto Tecnológico de California (Caltech),  
Pasadena, California, EE.UU. y  
Richard R. Schrock  
Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT),  
Cambridge, Massachusetts, EE.UU.  
“por el desarrollo del método de la metátesis en  
síntesis orgánica”.

Metátesis – un baile de intercambio de parejas  
Los laureados este año con el Premio Nóbel en  
Química han hecho de la metátesis una de las  
reacciones más importante en química orgánica.  
Gracias a ella se han podido abrir oportunidades  
fantásticas para la creación de múltiples moléculas  
nuevas; por ejemplo, fármacos. ¡Muy pronto, la  
imaginación será el único límite en la  
construcción de moléculas!

Las sustancias orgánicas contienen al elemento  
carbono. Los átomos de carbono pueden formar  
largas cadenas y anillos, enlazando a otros  
componentes tales como el hidrógeno y el  
oxígeno, formar enlaces dobles, etc. Toda la vida  
sobre la Tierra se basa en estos compuestos de  
carbono, pero estos también se pueden producir  
artificialmente a través de síntesis orgánica.

La palabra metátesis significa “cambio de lugar”.  
En las reacciones de metátesis, se fracturan y se  
crean los enlaces dobles entre los átomos de  
carbono en formas que provocan un cambio en los  
lugares que ocupan los grupos de átomos. Esto  
ocurre gracias a la asistencia de unas moléculas  
catalizadoras especiales. La metátesis puede  
compararse a un baile en el que los dúos  
participantes cambian de pareja.

The Nobel Foundation  
<http://nobelprize.org/>

---

---

## ENTREGAN PREMIOS IG NOBEL POR "INVESTIGACIONES QUE NO DEBERÍAN REPETIRSE"

Cambridge, 7 de octubre. Científicos que  
inspeccionaron el cerebro de un saltamontes, que  
desarrollaron prótesis de testículos para perros y  
que inventaron un despertador rodante ganaron los  
premios Ig Nobel 2005.

Estos galardones para "investigaciones  
que no pueden repetirse o que mejor no deberían  
repetirse" fueron entregados el jueves pasado en la  
Universidad de Cambridge, Massachusetts. El Ig  
de la Paz fue para científicos británicos que  
grabaron señales eléctricas en el cerebro de un  
saltamontes mientras éste observaba momentos  
seleccionados de la película *Star Wars*.

Por las prótesis de testículos para perros,  
el científico estadounidense Gregg A. Miller  
recibió el premio Ig de Medicina. Según datos de  
empresas, más de 100 mil mascotas cuentan ya  
con esta prótesis, la cual también puede ser para  
caballos y gatos.

El premio Ig de Economía es para  
investigadores que desarrollaron un despertador  
que echa a rodar y se esconde después de que se  
aprieta un botón. El prototipo Clocky garantiza  
que también quienes están de peor humor por las  
mañanas consiguen levantarse.

¿Dónde nadan más rápido las personas,  
en agua o en jarabe? Es lo que se preguntaron dos  
científicos estadounidenses que recibieron el  
premio Ig de Química.

Estas investigaciones existen realmente y  
en parte han sido publicadas en revistas  
especializadas.

La palabra inglesa *ignoble* significa  
"indigno", si bien la concesión de estos premios  
no es una deshonra. Cada año, casi todos los  
galardonados acuden a la ceremonia de entrega y  
reciben los premios de manos de verdaderos  
premios Nobel.

Improbable Research: Research that makes people  
LUAGH and than THINK  
<http://improbable.com/ig/>

## LLEGA A LAS PUERTAS DE EUROPA EL VIRUS MORTAL H5N1 DE LA GRIPE AVIAR

Londres, 13 de octubre. Una cepa letal de gripe aviar, que ha causado la muerte de 60 personas en el sudeste de Asia, ha aparecido a las puertas de Europa.

Científicos británicos confirmaron este jueves que un brote de gripe aviar detectado en una granja de Turquía fue causado por la mortífera variedad H5N1 de influenza.

Los exámenes de los científicos revelaron que el segundo brote en Rumania también es causado por el virus H5, pero los científicos aún no confirman si es el mismo subtipo causante de la epizootia de pollos en Asia.

Debby Reynolds, veterinaria en jefe del Departamento de Asuntos de Medio Ambiente, Alimentación y Rurales del gobierno británico, indicó que se haría una nueva evaluación de riesgos una vez que se consulte con expertos en aves migratorias, que se cree llevaron el virus H5N1 a Turquía.

"Es la primera vez que ese virus, que ha sido hallado en Asia, Rusia, Mongolia y China, se ha encontrado tan cerca de Europa", señaló la doctora Debby Reynolds.

El gobierno británico ya ordenó a los granjeros encerrar a sus aves para reducir el riesgo de infección causado por pájaros silvestres.

### Sospechas en Turquía

El brote surgido en una granja avícola de Balikesir, en el noroeste de Anatolia, fue detectado el 1º de octubre y funcionarios turcos lo dieron a conocer el domingo pasado a la Unión Europea. Todos los mil 800 pavos de esa granja fueron sacrificados.

Científicos de la Agencia de Laboratorios Veterinarios del gobierno británico en Surrey, que es un centro de investigación de referencia de la Unión Europea para la gripe aviar, confirmaron la mañana de este jueves que el brote fue causado por la misma cepa H5N1 que se ha propagado entre aves de corral en Asia y que ha causado varios muertos.

Se han producido al menos 117 casos de gripe aviar en seres humanos durante el presente brote que ha afectado al sudeste de Asia, y prácticamente todos esos pacientes tuvieron contacto físico con aves vivas. Sin embargo, los científicos temen que mientras más circule este virus en aves, mayor será la probabilidad de que

mute en una forma capaz de transmitirse con mayor facilidad de persona a persona.

"No entendemos exactamente qué se necesita para que un virus de gripe aviar se vuelva de tipo humano y transmisible entre personas", explicó la profesora Maria Zambon, jefa del laboratorio de influenza de la Agencia de Protección a la Salud británica. Sin embargo, descartó sugerencias de que los brotes en Turquía y posiblemente en Rumania incrementen de manera automática el riesgo de una pandemia humana.

"El hecho de que esas aves estén en Rumania y no en el sudeste de Asia no cambia la amenaza a la población humana", dijo Zambon. "El riesgo de que el virus se vuelva del tipo humano es el mismo en cualquiera de las dos regiones."

También desechó críticas de que el gobierno británico se esté mostrando complaciente. "Sería un error decir que no hay percepción del riesgo ni planeación para el caso de una pandemia", aseguró ante reporteros.

Steve Connot © The Independent

Traducción para *La Jornada* por Jorge Anaya

## REAFIRMA STEPHEN HAWKING SU CREENCIA DE VIDA EXTRATERRESTRE

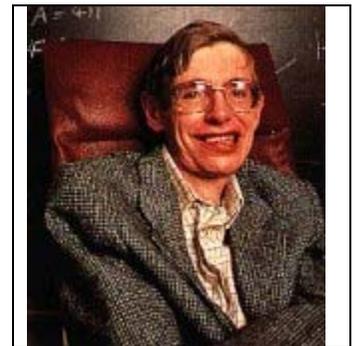
Berlín, 17 de octubre.

El célebre físico británico Stephen W. Hawking, de 63 años, reafirmó este lunes en Berlín su convicción de que hay vida inteligente extraterrestre.

Hawking, quien se comunica sólo por medio de una computadora parlante debido a su ELA (esclerosis lateral amiotrópica), enfermedad degenerativa de las neuronas habló sobre El Universo en el paraninfo de la Universidad Libre de Berlín, abarrotada de público, en su mayoría estudiantes. En una entrevista con la cadena pública de televisión ARD, el científico reafirmó su creencia de que existe vida inteligente extraterrestre.

"Pienso que la vida surgió por casualidad sobre la Tierra. No estamos solos en el universo", recalcó.

Hawking, maneja su computadora parlante con los párpados, ya que no puede mover los dedos.





Antigua oficina de correos. Ciudad Juárez, Chihuahua.  
FOTO: Betina.

# *CULCyT*

## *Guía para la elaboración de artículos*

---

---

1. Los artículos enviados a *CULCyT* para su publicación serán inéditos.
2. Los artículos deberán de ser presentados o enviados vía electrónica, en formato Word, a: [vgarza@uacj.mx](mailto:vgarza@uacj.mx) y/o [culcyt@yahoo.com.mx](mailto:culcyt@yahoo.com.mx)
3. Los artículos deberán de ir acompañados de una solicitud de evaluación editorial para su posible publicación, dirigida a:

Director editorial de la Revista *CULCyT*  
Av. del Charro 610 Nte.  
Edificio “E”, 213-“E”  
Instituto de Ingeniería y Tecnología  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
Ciudad Juárez, Chihuahua  
MÉXICO. CP 32310

4. *CULCyT* es una revista multidisciplinaria, pero se reserva el derecho de aceptar o rechazar trabajos recibidos de acuerdo a las recomendaciones de su Comité Editorial.
5. El texto de los artículos deberá de ir escrito en Times New Román 12 puntos a doble espacio, y no deberá de exceder de 15 cuartillas tamaño carta. Times New Román 14 puntos en encabezados principales. Con negritas los encabezados de subdivisiones. Los márgenes superior e inferior del documento serán de 2.5 cm, y los de los lados de 3.0 cm.
6. *CULCyT* se reserva el derecho de editar el texto cuando lo estime necesario.
7. El título no deberá de exceder de 15 palabras, y tendrá que ser claro y entendible.
8. El nombre del autor o autores deberá de ir inmediatamente después del título. La multiautoría no será mayor de cinco. Mostrar el grado académico de cada uno de los autores y lugar de trabajo. No usar pies de página.
9. El resumen o *abstract* será descriptivo y no deberá de exceder las 100 palabras.
10. El cuerpo del artículo tendrá que estar estructurado en partes, con divisiones y subdivisiones. Los artículos que expongan investigaciones deberán guiarse por el formato **IMRYD**: Introducción, Materiales y métodos, Resultados y Discusión.
11. Las referencias o la bibliografía irán en página aparte al final del documento. La información llevará el siguiente orden: apellido y nombre completo de todos los autores; año en que se publicó; título del trabajo en el idioma original; país donde se publicó; nombre completo de la casa editorial o de la revista; volumen y páginas. Las referencias se enlistarán alfabéticamente. Si un autor se repite dos o más veces, poner al principio el trabajo más antiguo y al final el más actual. Evitar numerar las referencias. Cuando se haga referencia a un autor en el texto, poner apellido y año.
12. Si una o más referencias proceden de la Internet, citar: nombre del autor o la institución; año de publicación (en caso de tenerla); título del documento; lugar de publicación; URL de la página; fecha en que se consultó.
13. Las tablas, gráficas, figuras e ilustraciones, con sus leyendas, deben incluirse por separado al final del texto. En el cuerpo del artículo sólo se indicará el lugar en que se deben de incluir.
14. No se aceptarán documentos electrónicos que contengan justificaciones, columnas, líneas, fondos, etc. No numerar las páginas. Evitar jerga y palabras ambiguas. En el caso de palabras o nombres largos que convencionalmente se designe con abreviaturas, nombrar una vez y poner entre paréntesis la abreviatura; en adelante referirse con la abreviatura.