

TECNOCULTURA

Investigación · Ciencia · Tecnología · Cultura

Publicación cuatrimestral del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Año 6, No.16, mayo - agosto del 2007

Cómo Mejorar la Labor Tutorial

Ingeniería Mecatrónica

Biología Sintética

Biología Molecular Aplicada a Sistemas Genéticos No Originados en la Naturaleza

La Cantidad y Calidad de la Energía en el Agua

Si las Computadoras Pensaran, Alucinarían con Elefantes Eléctricos

Información para los autores

La revista TECNOCULTURA es un órgano de difusión del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE); su publicación es cuatrimestral, su objetivo principal es la divulgación del pensamiento y los avances científicos, tecnológicos y humanísticos, ya sea que se generen en las diferentes áreas académicas del TESE o de origen externo, pero que puedan ser de interés general.

La información podrá presentarse en forma de artículo, ensayo, reportaje, reseña, traducción o monografía, incluyendo trabajos de divulgación. Los artículos deben ser producto de investigaciones de elevado nivel académico, contribuir al conocimiento en su materia y ser inéditos en español. Igualmente las conferencias o presentaciones deberán adaptarse para su edición escrita. En todos los casos, se buscará que su contenido sea ameno y novedoso.

Se recomienda una extensión máxima de 10 cuartillas a doble espacio, incluyendo cuadros, notas y bibliografía. Deberá entregarse un archivo electrónico y una copia impresa, en tamaño carta, en letra Times New Roman de 12 puntos, con márgenes de 2.5 cm. por lado. De preferencia utilizar Microsoft Word, guardando el documento con la extensión .doc. Los materiales serán evaluados por el Consejo Editorial.

El lenguaje debe ser accesible a estudiantes de licenciatura, sin perjuicio de la información científica o académica contenida en el artículo. Cuando sea necesario el uso de tecnicismos, deberá explicarse su significado con la amplitud necesaria. Se recomienda la inclusión de recuadros que aclaren el significado de conceptos de difícil comprensión.

Dentro de lo posible, se evitará el uso de fórmulas y ecuaciones. Los artículos pueden tener subtítulos o incisos y un resumen introductorio, no mayor de cinco líneas, que atraiga el interés del lector.

Para las citas o referencias bibliográficas que aparezcan en el texto, se utilizará el sistema Harvard; deben ir entre paréntesis, indicando el apellido del autor, fecha de publicación y número de página(s). Ejemplo: (Sánchez Vázquez, 1991: 114-122). Dichas referencias bibliográficas se mencionarán completas al final del documento. Se debe revisar cuidadosamente que no existan omisiones ni inconsistencias entre las obras citadas y la bibliografía. Las obras de un mismo autor, se enlistarán en orden descendente por fecha de publicación (2004, 1999, 1987, etcétera). No deben integrarse notas o citas mediante alguna instrucción del procesador de palabras que las incorpore automáticamente al pie de texto o al final de la página.

Deberán incluirse por separado los archivos correspondientes a las ilustraciones o fotografías que acompañen el artículo, indicando debidamente el lugar donde deberán insertarse. El formato será TIFF o JPG con una resolución de 300 ppp. Las gráficas, esquemas, figuras, cuadros y similares se deben elaborar en computadora a línea, sin pantallas, o dibujos en tinta china sobre papel albanene, con buena calidad (no fotocopias). Los autores recibirán las pruebas de planas de sus artículos, con la debida anticipación para su visto bueno.

Para fines de registro, se solicita anexar una hoja que contenga el nombre del autor, grado académico, institución de procedencia, domicilio, teléfono, dirección electrónica y fax.

Los trabajos que se propongan para ser publicados en TECNOCULTURA deben enviarse a:

Editor TECNOCULTURA
Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
Unidad de Relaciones Públicas y Difusión
Av. Tecnológico s/n, esq. Av. Carlos Hank González (Av. Central)
Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec de Morelos,
Estado de México, C.P. 55210
Tel. 50 00 23 14
difusion@tese.edu.mx



Editorial



Para muchas personas, las investigaciones en ciencia y tecnología que se realizan en laboratorios y universidades, pasan inadvertidos o carecen de importancia hasta que no tienen una aplicación concreta en los artículos de uso común o cuando los avances traen consigo una mejora en la calidad de vida, así se trate de objetos simples y de muy bajo costo, pero que reportan algún tipo de comodidad a nuestro mundo cotidiano, ya sea en el hogar o el trabajo.

Como resulta lógico, no todos los proyectos de investigación pueden tener una aplicación popular, ello dependerá de su naturaleza y objetivo específico; sin embargo, la investigación en innovaciones o reingeniería de productos comunes, es un excelente recurso para despertar el aprecio por la ciencia y por quienes la desarrollan, e incluso los artículos generados pueden ser la fuente de financiamiento para estudios más complejos o distantes del uso general.

Inclusive, un intento fallido puede convertirse en un gran invento, como ocurrió con el investigador de la 3M, Art Fry, creador del Post-it, quien buscaba elaborar un pegamento superpotente; empero, algo no resultó, y en cambio se descubrió así un peculiar adhesivo temporal para etiquetas de recordos.

Los medios de comunicación, como la *Revista Tecnocultura*, cumplen una importante labor al divulgar, en el sentido estricto de la palabra, es decir, hacer del conocimiento de la gente común, los más variados contenidos, producto de la actividad académica y la investigación, en las diversas ramas de la ingeniería, pero también de la cultura en general, procurando siempre mostrarlos en un lenguaje claro y accesible.

Ejemplo de ello, son los artículos que en este número ofrecemos a nuestros lectores. En primer término, se presenta un análisis, evaluación y propuesta para mejorar la actividad tutorial en una institución educativa de nivel superior como la nuestra, a fin de que se cumplan plenamente los objetivos de este programa de apoyo a los alumnos.

En otro orden de ideas, se presenta una panorámica de la Ingeniería Mecatrónica, desde su origen, desarrollo y perspectiva a futuro, como campo de estudio y carrera profesional en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

De gran interés resulta el estudio que aborda la biología sintética, cuya exploración aún plantea resultados insospechados, ya que ingresa al terreno de la manipulación de estructuras moleculares naturales, a las que se insertan biopartes para crear un producto modificado, con características preestablecidas, es decir, una estructura genética creada bajo diseño.

Además, se incluye un artículo cuyo tema ha sido relativamente poco difundido, que es la distinción entre la cantidad y calidad de energía contenida en un fluido de trabajo, en este caso el agua, de la que se explican sus propiedades termodinámicas para su empleo mecánico.

Finalmente, se analiza el enigma del por qué, aún con los avances tecnológicos, no hemos logrado crear una computadora capaz de pensar, de aprender, como lo hace un cerebro, y en caso de conseguirlo, qué ideas podrían desarrollar, en qué soñarían.

Todos ellos son grandes temas de discusión que, dependiendo de nuestro interés o preparación académica, lo mismo se pueden abordar en una plática de café, que en el más sofisticado laboratorio o centro de estudios, lo importante es que exista esa motivación, ¿no cree usted?

M. EN A. URIEL GALICIA HERNÁNDEZ
Director General

M. EN A. ALFONSO MARTÍNEZ REYES
Director Académico

M. EN A. ÁLVARO GÓMEZ CARMONA
Director de Administración y Finanzas

ING. ALFONSO CASTAÑEDA SILES
Director de Apoyo y Desarrollo Académico

LIC. JORGE ROJAS SÁNCHEZ
Director de Vinculación y Extensión

LIC. JOSÉ MISAEL MARÍN LUCIANO
Abogado General

LIC. IRINEO OCAÑA BRUNO
Contralor Interno

CONSEJO EDITORIAL

DR. ADOLFO GUZMÁN ARENAS

DR. JUAN JOSÉ SALDAÑA

DR. FELICIANO SÁNCHEZ SINENCIO

DR. CARLOS ORNELAS

TECNOCULTURA

REVISTA TECNOCULTURA

Director
M. en A. Uriel Galicia Hernández

Editor
Lic. María Isabel Arroyo Pérez

Corrección de estilo
Lic. Rafael Ortiz Hernández

Diseño y formación
D.G. José Francisco Díaz Pantaleón



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC



En portada



En busca de nuevos horizontes.

Diseño: D.G. José Francisco Díaz Pantaleón

Tecnocultura, revista de divulgación del conocimiento científico, tecnológico y humanístico del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Año 6, No. 16, mayo-agosto de 2007. Número de autorización del Comité Editorial de la Administración Pública Estatal CE:205/5/60/07. Edita y distribuye la Unidad de Relaciones Públicas y Difusión, domicilio: Av. Tecnológico (antes Valle del mayo) s/n, Col. Valle de Anáhuac, C.P. 55210, Ecatepec, Estado de México. Teléfono 50 00 23 14. Correo electrónico: difusion@tese.edu.mx. Impreso en noviembre de 2007. Imprenta: Impresores Nasaka, S.A. de C.V., domicilio: Paseo Tolloca No. 802, Col. Residencial Colón, Toluca, Estado de México. C.P. 50120. Tel.: 017222142014

Número de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública: 04-2006-090109555900-102, ISSN: 1870-7157. Certificados de Título y de Contenido en trámite. Se imprimen 1000 ejemplares. Se autoriza la reproducción total o parcial del material publicado en Tecnocultura, siempre y cuando cite la fuente. Los artículos son responsabilidad de los autores.

<http://tecnocultura.tese.edu.mx>

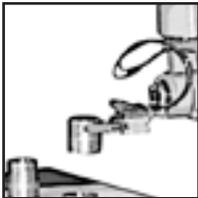
Contenido

4

**Cómo Mejorar
la Labor Tutorial**
Antonio Ramírez Amador



8



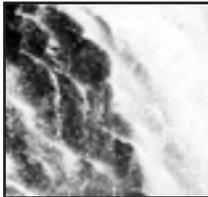
Ingeniería Mecatrónica
Martín Salazar Pereyra
Rogelio Francisco Antonio
José Alfredo Pineda Cruz

15

Biología Sintética
Biología Molecular Aplicada a Sistemas Genéticos
No Originados en la Naturaleza
Juan S. Aranda
Claudio Garibay
Edgar Salgado



28



**La Cantidad y la Calidad de la Energía
en el Agua**
Martín Salazar Pereyra
Raúl Lugo Leyte
Rogelio Francisco Antonio

35

**Si las Computadoras Pensaran,
Alucinarían con Elefantes Eléctricos**
M. en C. Mercedes Flores Flores
M. en C. Martín Verduzco Rodríguez



TecnoHumor

Cómo Mejorar la Labor Tutorial

Antonio Ramírez Amador*



Introducción

El Programa de Tutorías forma parte del nuevo Programa Institucional del Modelo Educativo Siglo XXI. Inicialmente fue concebido como un proceso de acompañamiento en la formación de estudiantes y su principal objetivo fue impulsar el cambio de la enseñanza tradicional, para enfocarse en el binomio enseñanza-aprendizaje, en el cual la obtención del conocimiento está centrada en el alumno y en donde el profesor se integra a la educación sólo como un medio para que el alumno aprenda, esto es como facilitador de la enseñanza.

Acerca del autor...

* Maestro en Ciencias de la Educación por la Universidad del Valle de México, y profesor de la División de Informática del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

Actualmente, dicho propósito ha sido modificado por uno más completo, que incluye también el de mejorar sus hábitos y técnicas de estudio, elevar la autoestima, fortalecer su capacidad de síntesis, lograr la jerarquización del aprendizaje, reforzar sus valores e identificar su personalidad mediante estrategias como la motivación y la comunicación para lograr superarse; asimismo, detectar los estilos de aprendizaje individuales y proporcionar las estrategias pertinentes, buscando con todo ello elevar los índices de aprobación y disminuir los de reprobación y deserción; adicionalmente, la actividad tutorial brindará apoyo a la orientación vocacional. [1]

Por consiguiente, el Programa Institucional de Tutorías tiene como finalidad que todos los prestadores de servicios académicos sean aptos para desempeñarse como tutores, razón por la cual se ha implantado un programa para formarlos, a través de cursos de capacitación.

1. Problemática

De acuerdo con la experiencia, los comentarios vertidos tanto en los cursos intersemestrales como en otros espacios, respecto al objetivo de la tutoría y sus pocos logros positivos, éstos giran en torno al apoyo y la orientación académica a los estudiantes. Dichas opiniones se complementan con los señalamientos mayoritarios sobre la importancia de fortalecer la asesoría académica. Ambas consideraciones parecen mostrar, de acuerdo con lo indicado por los profesores, que los estudiantes

requieren mayor atención en los aspectos académicos y no en otras actividades.

Adicionalmente, se han detectado otros aspectos importantes como son:

1. La falta de organización e interés de los profesores y alumnos son factores esenciales por los que no han funcionado las tutorías; particularmente se cuestiona lo referente a la orientación psicológica, labor que no deberían llevar a cabo los docentes, sino personal especializado (psicólogo).
2. El poco interés de las autoridades por participar de manera activa y directa con los profesores y alumnos, ya que no sólo ellos son los responsables del proceso de aprendizaje.
3. Muchos de los profesores no han tomado cursos de capacitación, por cual, han ejercido la tutoría de manera empírica, otros no lo han hecho porque no les interesa, mientras que unos dicen no conocerlo.
4. En opinión de algunos académicos, el programa de tutorías debe reconsiderarse, ya que la mayoría considera que son pocos los estudiantes que recurren a ella, atribuyendo la ausencia a las actitudes negativas de los estudiantes (flojera, timidez, falta de interés), pero también a problemas de horarios.

Podríamos continuar enumerando las múltiples causas sobre el porqué un programa como el de tutorías no está cumpliendo con las expectativas esperadas, sin embargo, a continuación se exponen los siguientes puntos.

2. Diagnóstico

1. El alumno tiene un conocimiento nulo o parcial sobre el programa de tutorías.
2. Un alto porcentaje de alumnos confunde la labor tutorial con el programa de asesorías académicas.
3. Con base a esta experiencia, la mayoría de los alumnos reconoce que no ha obtenido beneficios de las tutorías.
4. Los comentarios adicionales de los alumnos destacan aquellos relacionados con la falta de compromiso y disponibilidad de los profesores, así como la carencia de información hacia los estudiantes.

3. Actividades

Las actividades que se sugiere llevar a cabo para que el programa de tutorías cumpla con sus objetivos, son:

1. Diagnóstico inicial del nivel de conocimientos del programa de tutorías, tanto de los alumnos tutorados, como de los profesores.
2. Lectura de los reglamentos, procedimientos y demás documentos de interés.
3. Elaboración de un programa de trabajo al inicio del semestre, señalando las actividades a llevar a cabo, de común acuerdo con los alumnos.
4. Realizar pláticas o conferencias sobre temas como violación, drogadicción, embarazos no deseados, etcétera.
5. Simplificar el manual de procedimientos de tutorías, ya que son muchos los formatos que se deben llenar, y un principio básico en la elaboración de cualquier manual de procedimientos, es que se reduzcan al mínimo las acciones y los formatos.

Por consiguiente, el prestador de servicios académicos, como tutor, tendrá la responsabilidad de mejorar la calidad de la educación en el marco del modelo institucional, utilizando las herramientas de la actividad tutorial para contribuir a la formación integral del estudiante. [2]



4. Aspectos

Los aspectos que se deben tomar en cuenta para llevar a cabo las actividades tutoriales de un servidor público, son:

1. Definir, identificar y cultivar diversos valores del alumno en el aula, con el enfoque de ciencia, tecnología, y sociedad, para regular su proceder y desempeño profesional.
2. Aplicar diversas formas de incorporación del conocimiento de acuerdo con el enfoque denominado *aprender a aprender*, con el propósito de fomentar la adquisición de métodos propios de trabajo.
3. Identificar los hábitos y técnicas de estudio de acuerdo con el estilo de aprendizaje individual.
4. Aplicar las teorías pedagógicas, educativas y psicológicas para conocer la personalidad del estudiante, con la intención de reafirmar la personalidad individual, formar el sentido comunitario y el sentido verdadero del trabajo.
5. Detectar las técnicas de estudio, actitudes y valores de acuerdo con el estilo individual.
6. Asignación de los recursos materiales, técnicos y financieros por parte de las autoridades, para llevar eficientemente la labor tutorial.

Conclusiones

Finalmente, se puede concluir que la opinión tanto de los alumnos como de los profesores hacia el programa de tutorías, es mayoritariamente positiva, pero también se percibe una falta de interés por parte de las autoridades administrativas por involucrarse positivamente, a través de la asignación de recursos, así como cierta confusión en cuanto a los objetivos, ya que particularmente lo confunden con la asesoría académica (o al menos piensan que esta actividad debe ser parte fundamental de la tutoría).

Por otro lado, aunque existe el compromiso de los estudiantes para que el programa de tutorías funcione, se deja entrever en el conjunto de respuestas y comentarios, que la mayoría tiene la idea de que los resultados (buenos o malos) dependen principalmente de los profesores y no de ellos, ya que la gran mayoría recurre a las tutorías en muy pocos casos, principalmente porque no tienen tiempo o por la escasa dedicación de los profesores en razón de que están desarrollando otras actividades propias de la institución.

Fuentes...

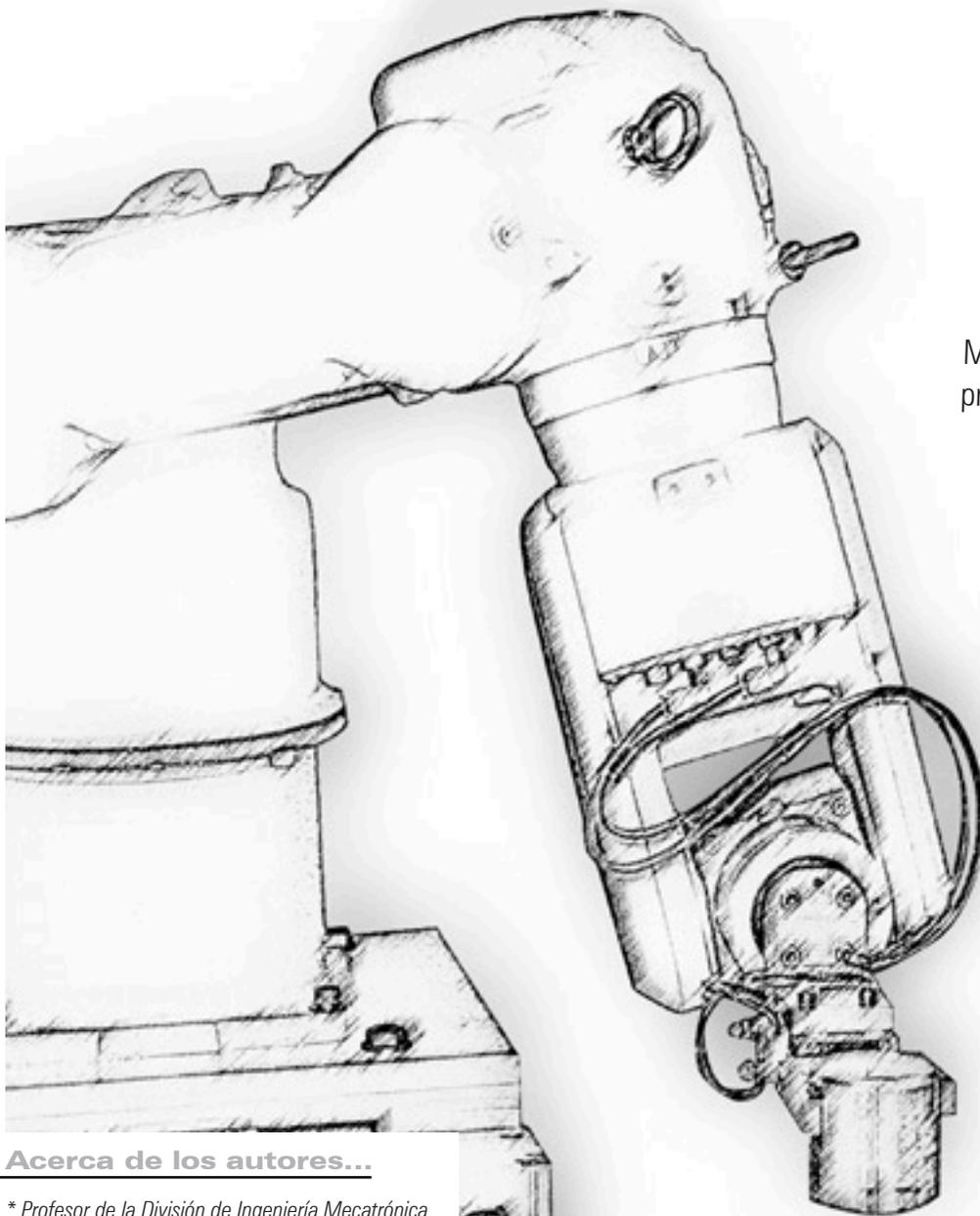
1. ÁLVAREZ Balandra, Arturo Cristóbal. *Métodos en la Investigación Educativa*. México, Ed. UPN, 2001.
2. CONASEP. *Evaluación del Aprendizaje* (Antología), México, 1995.
3. COON Dennis, *Psicología (exploraciones y aplicaciones)*. Ed. Thomson, 1999.
4. D'ADAMO, Orlando y GARCÍA Beaudoux, Virginia. *Actitudes y conducta* (copias de meconograma).

Ingeniería Mecatrónica

Martín Salazar Pereyra*
Rogelio Francisco Antonio*
José Alfredo Pineda Cruz*

Resumen

En este trabajo se presenta una perspectiva de la Ingeniería Mecatrónica, su pasado, presente y futuro en el desarrollo tecnológico. Asimismo, se plantean las características más relevantes que definen a la Mecatrónica con el propósito de ofrecer a los alumnos de esta carrera un enfoque de su campo de estudio.



Acerca de los autores...

* Profesor de la División de Ingeniería Mecatrónica e Industrial, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

Panorama de la mecatrónica

En los últimos años, ha surgido una nueva generación de productos, tales como componentes, dispositivos, equipos, máquinas y sistemas generados con enfoque mecatrónico; el objetivo de esta nueva ingeniería no sólo es hacer robots, sino la fabricación de los denominados “productos inteligentes”, es decir, aquellos capaces de procesar información para su funcionamiento.

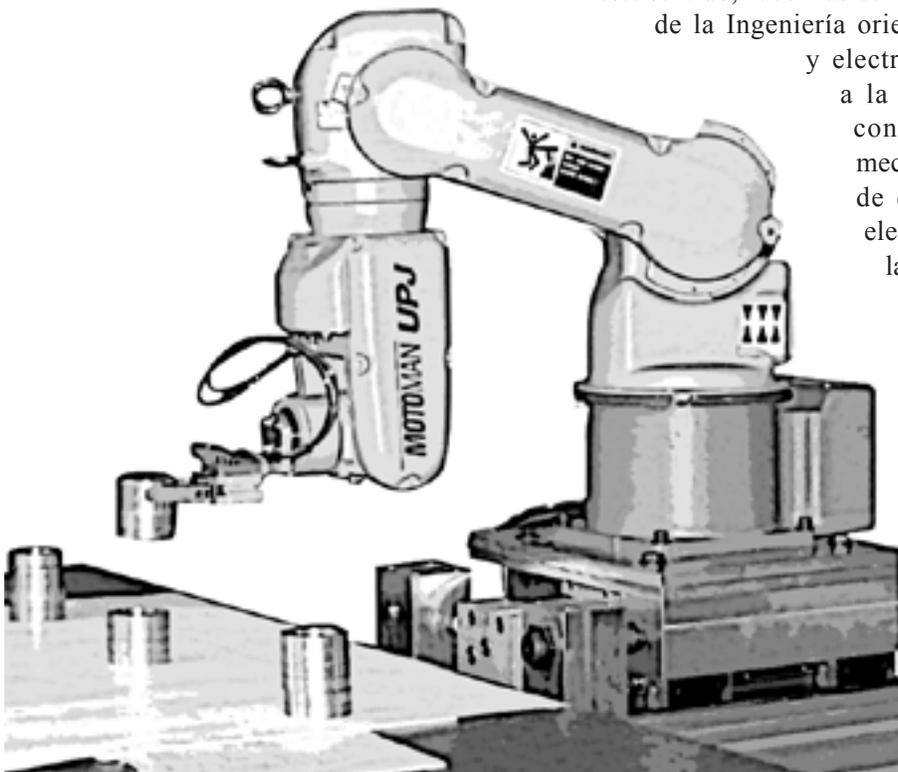
El cambio acelerado en las nuevas tecnologías para la transformación y creación de productos que demanda la población actual, ya sea por sus necesidades “básicas” o “creadas”, inducen a las industrias a utilizar implementos cada vez más sofisticados, capaces de crear nuevos y complejos productos por medio de procesos de manufactura más eficientes, con la finalidad de obtener mayores beneficios económicos.

Dentro del ambiente de diseño de productos o procesos, es común distinguir métodos o técnicas para resolver problemas específicos en ingeniería, especialmente cuando se trata de sistemas en donde una disciplina incide más que otra. Sin embargo, la evolución de la maquinaria y los procedimientos asociados a su diseño muestran que existen dificultades para integrar métodos convencionales que han funcionado bien de forma aislada, pero que en casos especiales, principalmente donde se combinan efectos de diferente naturaleza, no siempre son la mejor alternativa para solucionar los problemas de diseño.

En este sentido, hace más de veinte años surgió en Japón una disciplina de la Ingeniería orientada a resolver problemas mecánicos

y electrónicos en el diseño de productos [1], a la cual se le denominó Mecatrónica, y consistió en integrar técnicas de diseño mecánico tomando en cuenta la interacción de dichos sistemas con los componentes electrónicos. En Europa, hace una década,

la mayoría de los ingenieros no conocían o bien tenían una escasa idea de lo que significaba la mecatrónica, ya que se le consideraba como una forma de diseño revolucionaria, pero no muy clara; para algunos grupos europeos resultó ser un concepto muy interesante, por lo que fueron creadas diversas asociaciones, como “The Danish Mechatronics Association”, “The Mechatronics Group of Finland”, “The Hungarian Mechatronics Association”, y distintos centros de diseño en Italia, Inglaterra, Alemania y Suecia, principalmente [2].



Breve historia

La mecatrónica, desde un punto de vista particular, parte de la evolución de la mecánica clásica. Grandes inventores, como Arquímedes y Da Vinci, generaron un crecimiento en la mecánica tradicional, aunque el gran impulso ocurrió después de la Revolución Industrial.



Figura 1. Ingeniería Mecánica.

A partir de entonces, los avances en la ingeniería mecánica marcaron el desarrollo tecnológico en los medios de transporte (máquina de vapor, ferrocarril, automotores), procesos de maquinado, textil, de impresión, etcétera. La posibilidad de alcanzar grandes mercados y la expansión industrial, llevaron a crear los procesos de producción en serie.

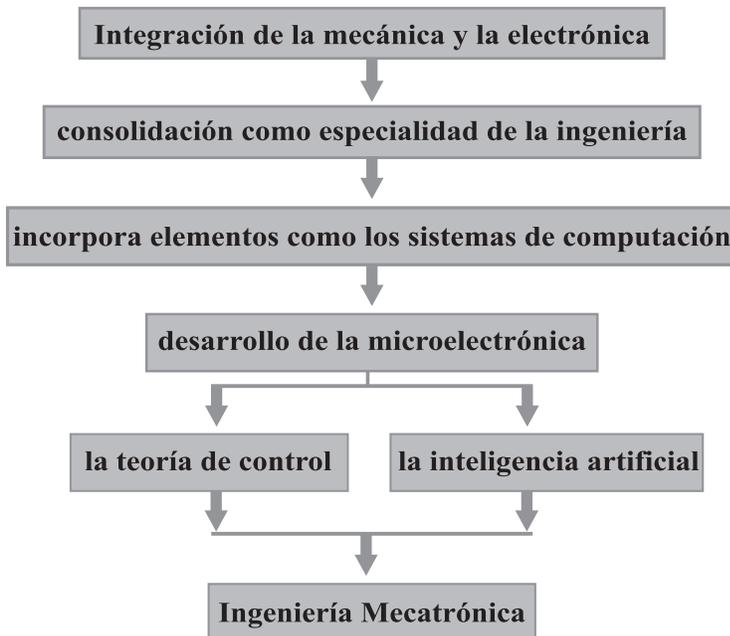


Figura 2. Evolución de la ingeniería mecatrónica.

Más tarde, con la incorporación de elementos o dispositivos eléctricos, y posteriormente electrónicos, a los sistemas mecanizados, se estableció una mejor operación de las rutinas o ciclos de trabajo de las máquinas. Se puede afirmar que

la mecatrónica se formaliza como tal, a partir de la aplicación comercial de la electrónica de potencia al control de motores, naciendo así la Mecatrónica [3].

Las aportaciones más relevantes de la electrónica al desarrollo de la mecatrónica inteligente son:

- 1922. N. Minorsky aplica por primera vez el control Proporcional-Integral Derivativo (PID).
- 1960-1970. Electrónica de potencia y motores eléctricos (tiristores, motores de corriente alterna).
- 1969. Nace la mecatrónica.
- 1975-1985. Control de movimiento (microprocesadores, teoría de control, dispositivos de alta velocidad, manipuladores).
- 1985. La mecatrónica inteligente (visión, procesamiento de información, fusión de sensor, redes).

Definición

Mecatrónica es la combinación sinérgica de diferentes ramas de la ingeniería, tales como la mecánica, eléctrica, electrónica, ciencias de la computación, y las tecnologías de la información, que incluye sistemas de control y métodos numéricos usados para diseñar productos con inteligencia incorporada [4].

La Sinergia se define como el efecto producido por la interacción entre los componentes de un sistema, el cual hace que el todo sea más que la suma de las partes individuales [5], Figura 3.

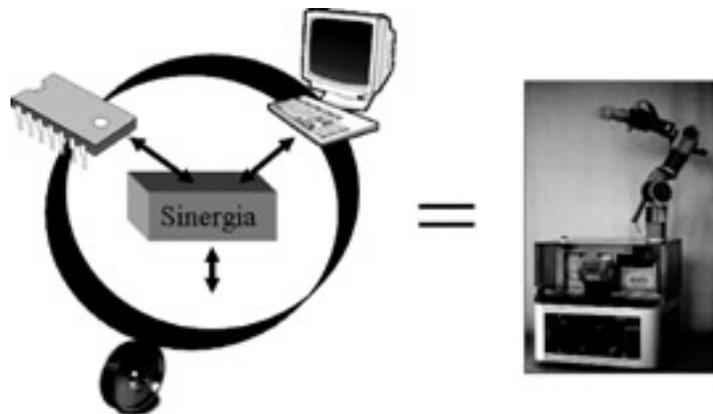


Figura 3. Combinación sinérgica.

La mecatrónica se refiere a la integración multidisciplinaria en el diseño de sistemas de manufactura, ahorro y uso eficiente de la energía y productos en general. Ésta representa la nueva generación de máquinas, robots y mecanismos expertos necesarios para realizar trabajo en una variedad de ambientes, principalmente en la automatización de las fábricas, oficinas y casas.

En la Figura 4 se muestra la combinación sinérgica de las ingenierías mecánica, electrónica y sistemas computacionales. Asimismo, se mencionan las principales herramientas de las diferentes ingenierías, que juntas conforman un dispositivo, sistema, diseño, proceso o producto mecatrónico.

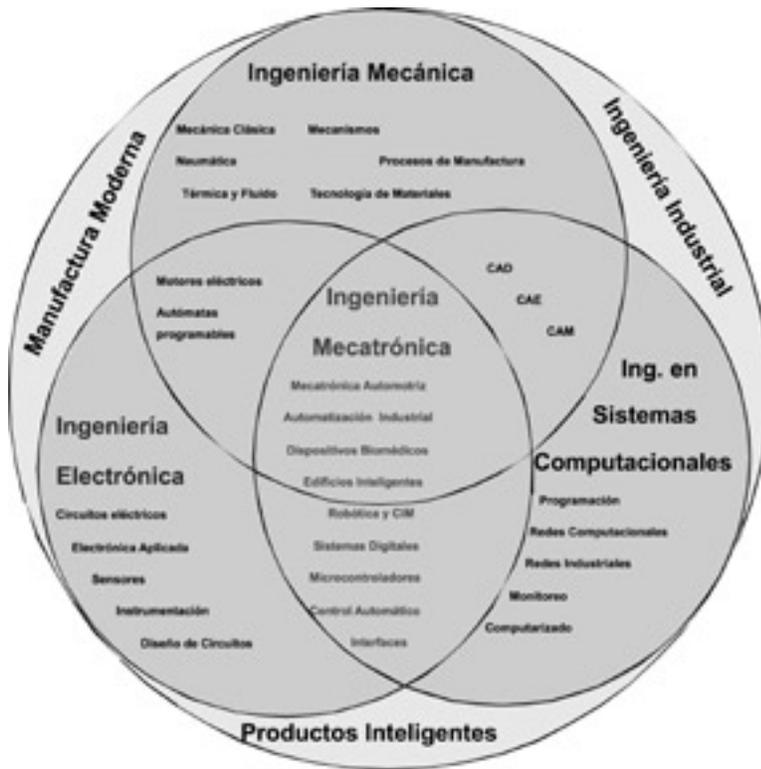


Figura 4. Ingeniería Mecatrónica.

En la Figura 5 se presentan las etapas del diseño de sistemas mecatrónicos. Esta secuencia debe llevarse a cabo de manera paralela o consecutiva, dependiendo del ingenio del ingeniero, para finalmente lograr el objetivo deseado; cada etapa lleva implícito el modelado y la simulación.



Figura 5. Etapas del diseño mecatrónico.

Esta secuencia de pasos, sin embargo, no es una regla generalizada, ya que depende en gran medida del perfil, orientación científica e ingenieril del coordinador del proyecto.

Al aplicar una filosofía de integración en el diseño de productos y sistemas, se obtienen ventajas importantes, como son: mayor flexibilidad, combinación de eventos concurrentes, versatilidad, nivel de “inteligencia” de los productos, seguridad y confiabilidad, así como un “mínimo consumo de energía”.



Figura 6. Filosofía de integración de la Mecatrónica.

En la Tabla 1 se presentan algunas de las ventajas que la ingeniería mecatrónica tiene sobre la ingeniería tradicional, es decir, los mecanizados y electromecánicos. Realmente es notable la evolución de los sistemas, por ejemplo en los vehículos automotrices, con la sustitución de los carburadores que regulan la cantidad de combustible-aire, el “tiempo”, por un sistema fuel inyección o inyección electrónica de combustible, controlado a través de una computadora integrada al vehículo, que realiza la regulación de manera automática.

Tradicionales	Mecatrónicos
Sistemas voluminosos	Sistemas compactos
Mecanismos complejos	Mecanismos simplificados
Ciclos de movimiento no ajustables	Movimientos programables
Drives de velocidad constante	Drives de velocidad variable
Sincronización mecánica	Sincronización electrónica
Estructuras rígidas y pesadas	Estructuras ligeras
Mecánica de sus partes	Precisión alcanzada por retroalimentación
Controles manuales	Controles automáticos y programables
Robustez	Estética
Rutinario	Retroalimentación

Tabla 1. Sistemas Tradicionales y Mecatrónicos.

Algunas de las áreas industriales y de servicios donde se tiene una fuerte influencia de la mecatrónica son:

1. La industria automotriz (máquinas automatizadas),
2. La industria alimentaria (molinos, hornos y bandas automatizados),
3. La industria del entretenimiento (juegos mecánicos, simuladores, salas cinematográficas, cámaras de video, etcétera),
4. En el hogar y trabajo (domótica),
5. En la medicina.

Actualmente, las políticas de ahorro de energía dan la pauta para establecer conexiones multidisciplinares entre la ingeniería mecánica y la filosofía de la ingeniería mecatrónica; en este sentido, se realiza una interfase entre los procesos y los sistemas de control que permita establecer un manejo inteligente de ellos, así como el uso eficiente de la energía y su ahorro. Por tanto, la ingeniería mecatrónica es una disciplina que va a la vanguardia de los requerimientos tecnológicos.

Precisamente, uno de los objetivos fundamentales de la mecatrónica (que a menudo se omite), es el ahorro de energía. Un claro ejemplo, es la evolución de los automóviles hacia los nuevos sistemas híbridos, que reducen el consumo de combustibles fósiles y por consiguiente los índices de contaminación. La penetración de la ingeniería mecatrónica permite dar esa flexibilidad en la operación de estos sistemas.

La Ingeniería Mecatrónica en el TESE

El TESE tiene la finalidad de formar ingenieros mecatrónicos capaces de proporcionar a la sociedad bienes y herramientas que le permitan aprovechar los recursos naturales y energéticos de manera adecuada, para satisfacer las necesidades materiales y sociales en beneficio de la humanidad, mediante la aplicación de conocimientos en la física, matemáticas, química y técnicas de ingeniería mecánica, electrónica y sistemas, que estimule la habilidad de integrar, interactuar y comunicarse en equipos multidisciplinares, asimilando y aplicando tecnologías, adaptándolas a las necesidades del entorno productivo, social, ambiental, propiciando un *crecimiento sustentable* que favorezca al *desarrollo tecnológico*, factor considerado como prioritario para el presente y futuro de México.

Referencias...

Comerford R., *Mecha...what?*, *IEEE Spectrum*, Tutorial/Design, August 1994.

Memis A., Robert M. Parking, *Engineering Education for Mechatronics*, *IEEE Transactions on Industrial, Electronics*, Vol. 43, No.1, February 1996.

Vargas E., *Mecatrónica. Perspectivas de Aplicación y Desarrollo en México*, México, *Revista NTHE Centro Bajío*, No. 21 año IV, Suplemento Especial, pp. 20, 1997.

Cohen L., *Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You*, Addison-Wesley, 1995.

"Developing a New Automatic Machine to Manipulate Sheet of Cardboard", W. Rodríguez, E. Vargas. Proceedings of the International Symposium on Robotics and Automation, ISRA 2004, pp. 25-27, August, 2004. Querétaro City.

Biología Sintética

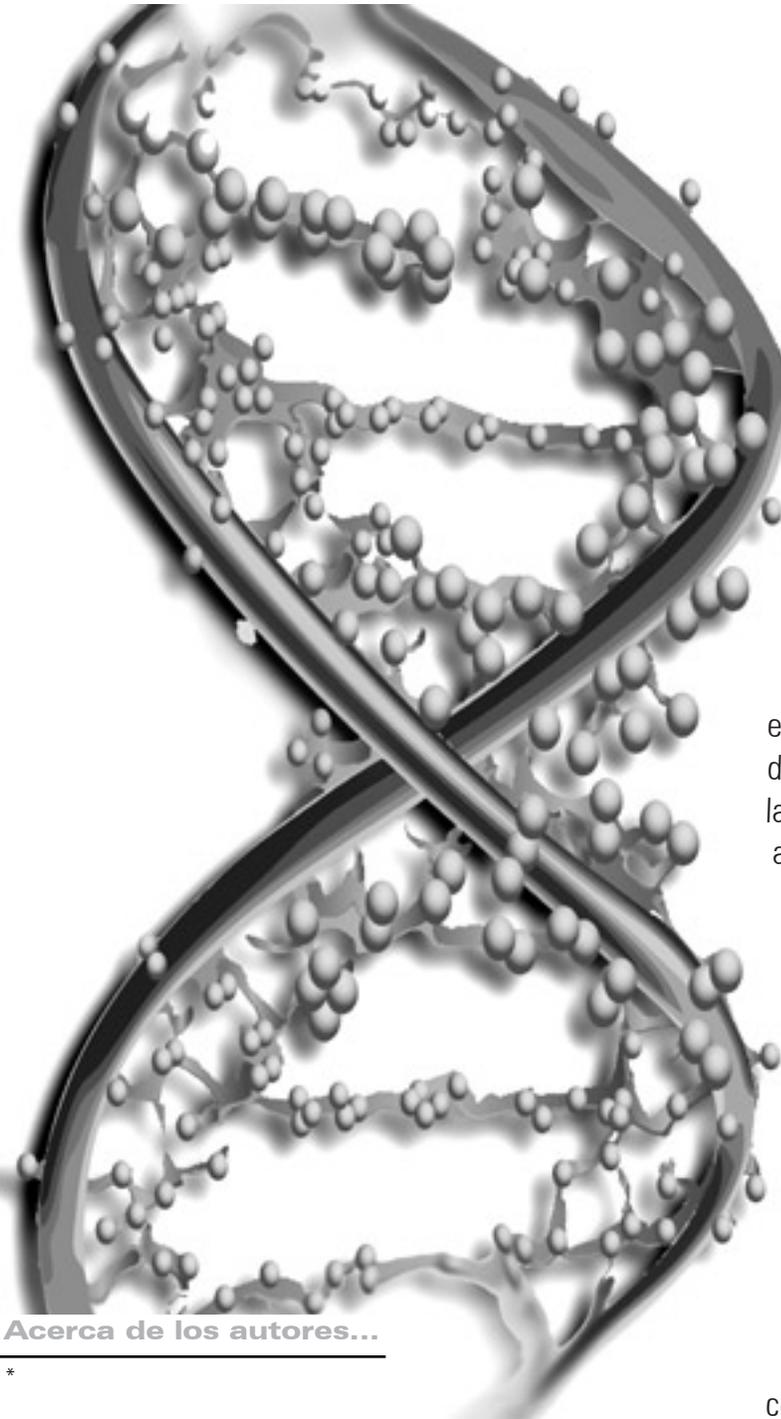
Biología Molecular Aplicada a Sistemas Genéticos No Originados en la Naturaleza

Juan S. Aranda
Claudio Garibay
Edgar Salgado

Palabras clave: *Biología sintética, Recombinación genética, Circuitos de control genético, Biología molecular.*

Introducción

La elucidación de la estructura tridimensional del ADN y el desciframiento del código genético, posibilitaron la explicación a nivel molecular de procesos fundamentales implicados en la preservación de la vida entre generaciones de organismos de una cierta especie, tales como la replicación del ADN, la transcripción de ADN a mRNA, o la traducción del mRNA a proteínas funcionales y estructurales de las células (Figura 1). Con ese conocimiento, fue comprendida la *expresión genética* como el proceso biológico que establece la producción de alguna proteína en cualquier célula a partir de la información contenida en una cierta secuencia de nucleótidos del ADN, definida como *gene*. Si el gene codifica para una proteína catalítica (*enzima*) o con alguna otra función celular específica, se denomina *gene funcional*; pero si la proteína contribuye a la estabilidad mecánica de la célula, se conoce como *gene estructural*.



Acerca de los autores...

*

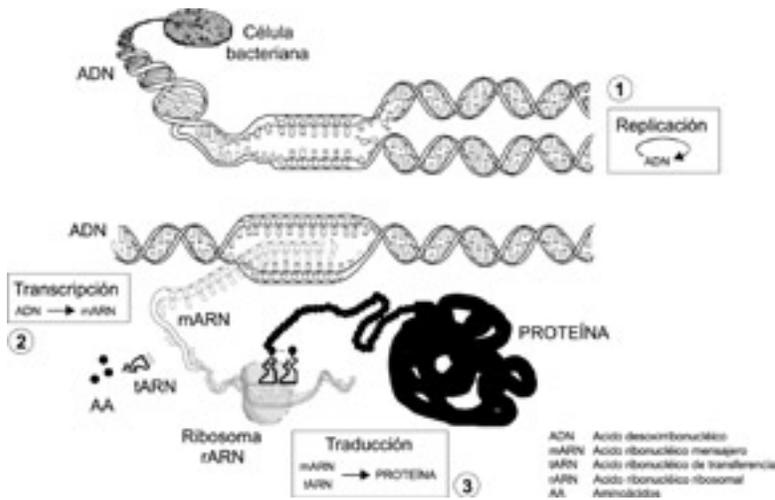


Figura 1. Mecanismos de replicación, transcripción y traducción del material genético.

Para ciertos genes, como los *inducibles*, la expresión está regulada en función de si la proteína para la que codifica es requerida por la célula. Existen varias formas de regulación de la expresión genética, denominadas con el término genérico *operón* (Figura 2). Un operón consiste de un grupo de genes estructurales cuya expresión se determina por otro llamado *gene regulador*. Un operón también define a un *circuito de control genético*, porque la síntesis de proteínas codificadas por un cierto gene está regulada por la expresión de otro, y este gene regulador a su vez puede depender de las proteínas producidas por el gene que regula.

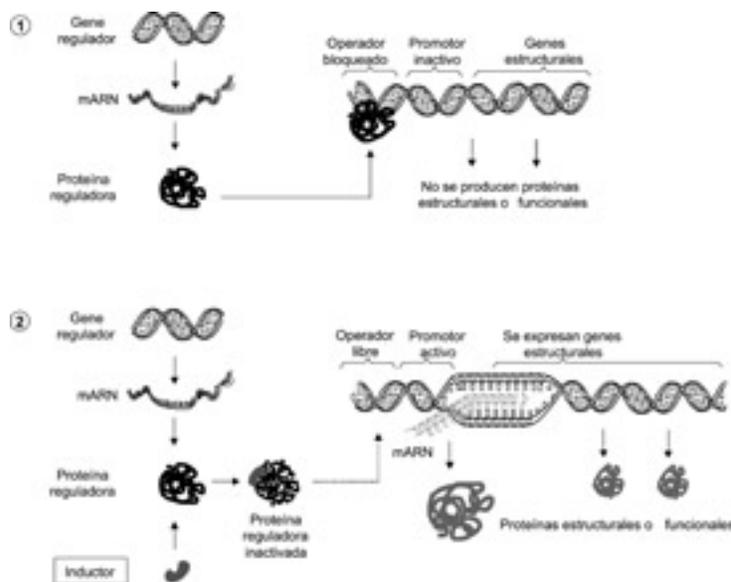


Figura 2. Funcionamiento de un operón inducible como circuito de control genético.

Los principales elementos que constituyen un operón son los siguientes:

- 1) *Los genes estructurales*: llevan información para polipéptidos (proteínas). Se trata de los genes cuya expresión está siendo regulada en el operón.

- 2) *El promotor (P)*: se trata de un elemento de control, que es una región del ADN con una secuencia reconocible por la enzima ARN polimerasa para comenzar la transcripción. En general, se localiza inmediatamente antes de los genes estructurales. ciertas características –codificadas en ese material genético y materializadas con la síntesis de una o varias proteínas– a otra especie; esto es, el ser humano inició la manipulación de genomas presentes en la naturaleza, para introducir la síntesis de una o varias proteínas que la especie receptora no producía de origen.
- 3) *El operador (O)*: es otro elemento de control definido por una secuencia de ADN que es reconocida por cierta *proteína reguladora*. El operador se sitúa entre la región promotora y los genes estructurales, aunque una secuencia promotora también puede funcionar como operador del gene cuya expresión está regulada por el operón. La introducción de uno o más genes provenientes de una especie originaria, en otra receptora, se conoce como *recombinación genética transgénica*, y el individuo de la especie receptora –una vez que ha incorporado el material genético exógeno– se convierte en un *organismo transgénico*. Aun cuando se ha obtenido un gran número de organismos transgénicos, particularmente en especies microbianas y vegetales, la transgénesis no siempre produce los resultados esperados, puesto que un material genético extraño genera alteraciones en el metabolismo de la especie receptora, que todavía no son bien comprendidas o incluso se desconocen.
- 4) *El gene regulador (i)*: es una secuencia de ADN que codifica para la proteína reguladora cuya estructura reconoce la secuencia de ADN del operador. El gene regulador se encuentra cerca de los genes estructurales en el operón, pero no está inmediatamente a su lado. Con la *biología sintética* se persigue evitar la interferencia entre los genes externos y el material genético propio de la especie receptora. Para esto se concibe cada gene exógeno como una *bioparte* con funciones específicas bien determinadas y únicas, que se manifestarán con toda precisión luego de la inserción del material transgénico en la especie receptora, como ocurre cuando se conecta una resistencia a un circuito eléctrico o un microprocesador en un circuito electrónico.
- 5) *La proteína reguladora*: es la proteína codificada por el gene regulador. Esta proteína se une a la región del operador y bloquea la cadena de ADN, de manera que no puede ser transcrita a mRNA.
- 6) *Inductor*: es un sustrato o compuesto de bajo peso molecular cuya presencia permite la expresión de los genes estructurales del operón.

El conocimiento de los sistemas biológicos, tanto de síntesis del material genético, como de regulación de la expresión genética, permitió el uso de genes de alguna especie para transferir

Resultados de la Biología Sintética

La biología sintética ha tenido logros interesantes, dos de los más destacados por sus aplicaciones potenciales, son la biopelícula fotosensible [8] y el plásmido represilador [5].

1) La biopelícula fotosensible de *Escherichia coli*. Consiste en una capa delgada y uniforme de bacterias que se desarrollan sobre un soporte sólido. Las bacterias de la especie *E. coli*, en las condiciones adecuadas, pueden crecer formando una biopelícula. Sin embargo, no presentan ningún tipo de reacción cuando se exponen a un estímulo lumínico. Un grupo de investigadores del Estado de California, EUA [8], produjo una biopelícula de *E. coli* modificada con genes naturales y circuitos génicos sintéticos que confieren fotosensibilidad a la biopelícula. Así, cuando la biopelícula es expuesta a un patrón de luz definido, éste queda inscrito en la biopelícula bacteriana una vez que se suspende el estímulo de radiación inicial (Figura 3).

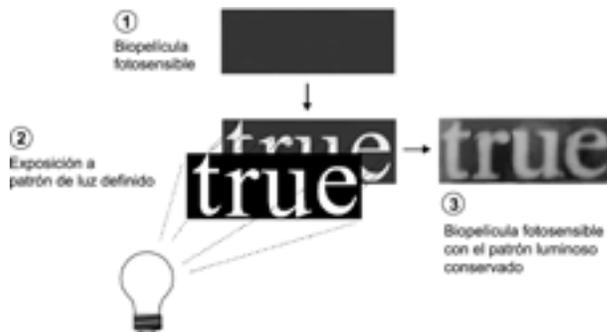


Figura 3. Ilustración del funcionamiento de una biopelícula fotosensible.

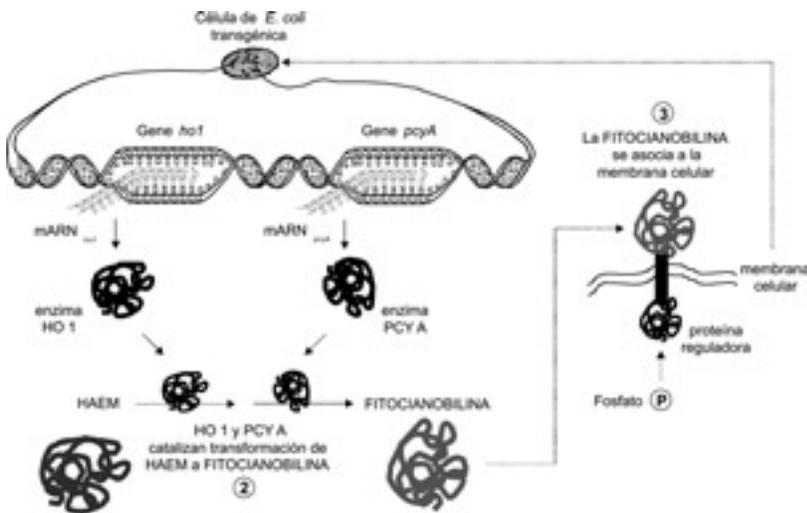


Figura 4. Síntesis de fitocianobilina en Escherichia coli transgénica.

Por tanto, insertando los genes de las enzimas HO 1 y PCY A, es posible disponer de la proteína fotorreceptora, fitocianobilina sensible a la luz, en células viables de *E. coli*. La proteína fotorreceptora es posteriormente acoplada a un circuito de control genético (Figura 4). El circuito de control se regula por ciertos eventos fotoquímicos de la fitocianobilina. Esta proteína –en ausencia de la luz– permite a otra proteína reguladora adquirir un átomo de fósforo. Cuando la proteína reguladora está fosforilada, bloquea al promotor llamado *ampC*, por tanto el gene *lacZ* no se puede expresar y la enzima codificada por ese gene, conocida como LAC Z, no se produce.

LAC Z cataliza la hidrólisis de un compuesto oscuro presente en el soporte sólido, que al hidrolizarse (por la acción de LAC Z) se vuelve incoloro. Cuando LAC Z no se sintetiza en la célula de *E. coli*, lo cual ocurre en ausencia de luz, permanece el tono oscuro en la biopelícula. En cambio, si hay exposición de las células a la energía lumínica, entonces se impide la fosforilación de la proteína reguladora y por tanto inicia la producción de LAC Z. La presencia de ésta genera la hidrólisis de componente oscuro del soporte, de manera que aparecerá un color claro en la región iluminada de la biopelícula. El resultado final es que sobre regiones iluminadas se registrarán zonas blancas en la biopelícula, mientras en regiones protegidas de la luz se presentarán zonas oscuras (Figura 5).

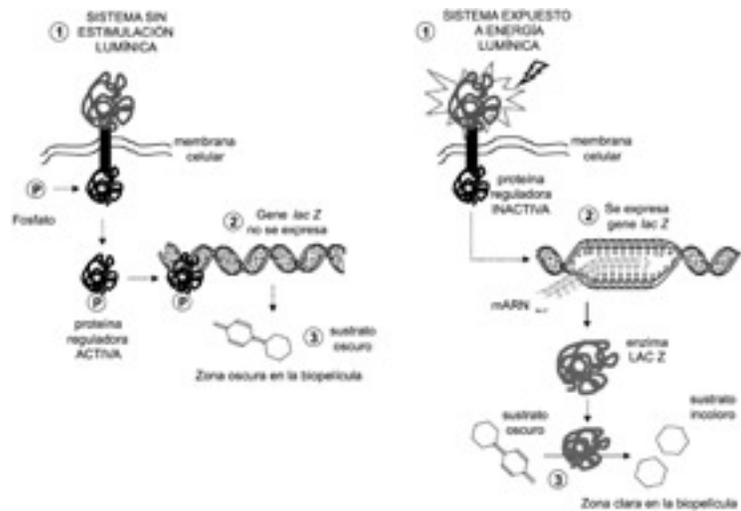


Figura 5. Circuito de control genético para impresiones lumínicas en biopelículas de células fotosensibles de *Escherichia coli*.

A través de este sistema sintético, es posible utilizar la biopelícula como un mapa de bits para el almacenamiento de imágenes [8, 3].

2) *El plásmido represilador.* Un plásmido es una cadena doble de ADN que se une en sus extremos produciendo una estructura cerrada. Los plásmidos están presentes normalmente en la mayoría de las bacterias. En el ADN plasmídico generalmente se localiza la información genética que confiere la resistencia bacteriana a los antibióticos, además de otros genes para procesos bacterianos considerados no vitales para la célula.

En el año 2000, M. Elowitz y S. Keiber [5] construyeron un circuito genético autorregulable con estructura plasmídica llamado represilador en células de *Escherichia coli*. El dispositivo molecular es capaz de emitir luminiscencia oscilatoria fluorescente en intervalos regulares de tiempo. Consiste de tres genes, *tetR*, *lacI* y *lcl*, insertados en un plásmido con el gene de resistencia a la ampicilina y desacoplados de sus correspondientes promotores (P_{Ltet01} , P_{Llac01} y lP_R). Cada uno de estos genes codifica para las respectivas proteínas reguladoras TetR, LACI y lCI (Figura 6).

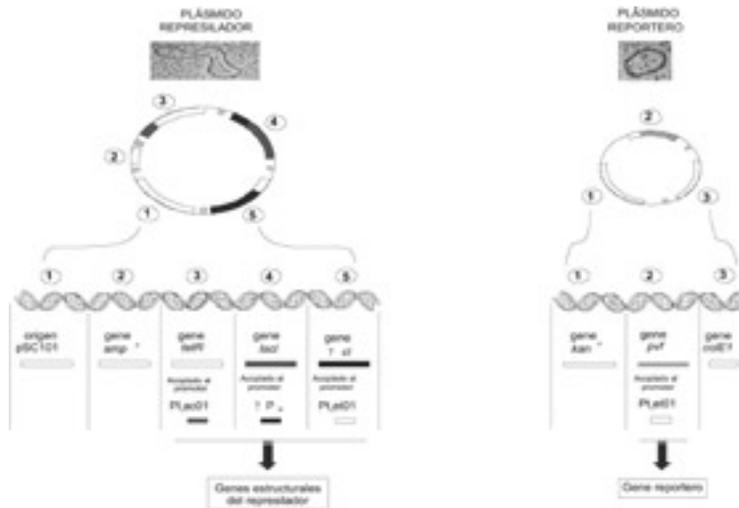


Figura 6. Estructura del plásmido represilador y su plásmido reportero.

Además se incluyó en las mismas células de *E. coli* junto al plásmido represilador, un *plásmido reportero*, que contiene al gene de una proteína verde fluorescente (*pvf*) unido al promotor de *tetR* (P_{Ltet01}). La estructura de este plásmido indica que habrá producción de proteína verde fluorescente –y por tanto luminiscencia fluorescente en la célula bacteriana– cuando el promotor del gene *tetR* (P_{Ltet01}) esté desbloqueado, lo cual ocurre en ausencia de la proteína TetR. Por otro lado, el plásmido represilador produce TetR oscilatoriamente y de manera autorregulada, con lo cual se genera fluorescencia oscilatoria en el plásmido reportero, y por tanto en el conjunto de las células bacterianas transgénicas.

Un ciclo del plásmido represilador inicia en el origen de la replicación (pSC101). El primer gene que se expresa es el de resistencia a la ampicilina (*ampR*). Después inicia la codificación de la proteína TetR (a partir de la información del gene *tetR*), regulada por el promotor P_{Llac01} , que está desbloqueado porque no existe proteína *lacI* en el citoplasma celular en ese momento. La proteína TetR se une a la secuencia de su promotor P_{Ltet01} en el plásmido reportero, con lo que se detiene la síntesis de la proteína verde fluorescente y las células no presentan luminiscencia. Al mismo tiempo, TetR bloquea la síntesis de la proteína I CL en el plásmido represilador. Así, el promotor $I P_R$ se encuentra desbloqueado y el gene al que está asociado (*lacI*) inicia la producción de la proteína LACI. Dicha proteína reconoce la secuencia del promotor P_{Llac01} , que por encontrarse acoplado con el gene *tetR*, impide la síntesis de la proteína TetR. Recuérdese que esa condición donde TetR no se produce, permite la expresión de la proteína verde fluorescente en el plásmido reportero, y por tanto las células presentan luminiscencia.

Al agotarse TetR del medio citoplásmico, el promotor P_{Ltet01} del represilador queda desbloqueado, así que la proteína I CL se puede sintetizar. La producción de esta proteína genera el bloqueo de su promotor $I P_R$, que al estar unido al gene *lacI*, suprime la formación de la proteína LACI. Ante la falta de LACI, el promotor P_{Ltet01} nuevamente queda desbloqueado, lo cual significa que la proteína TetR será sintetizada *de novo*, suprimiendo la formación de proteína verde fluorescente en el gene reportero, con la subsiguiente pérdida de luminiscencia celular (Figura 7). El ciclo continua produciendo el comportamiento luminiscente oscilatorio de cierta frecuencia en la célula bacteriana.

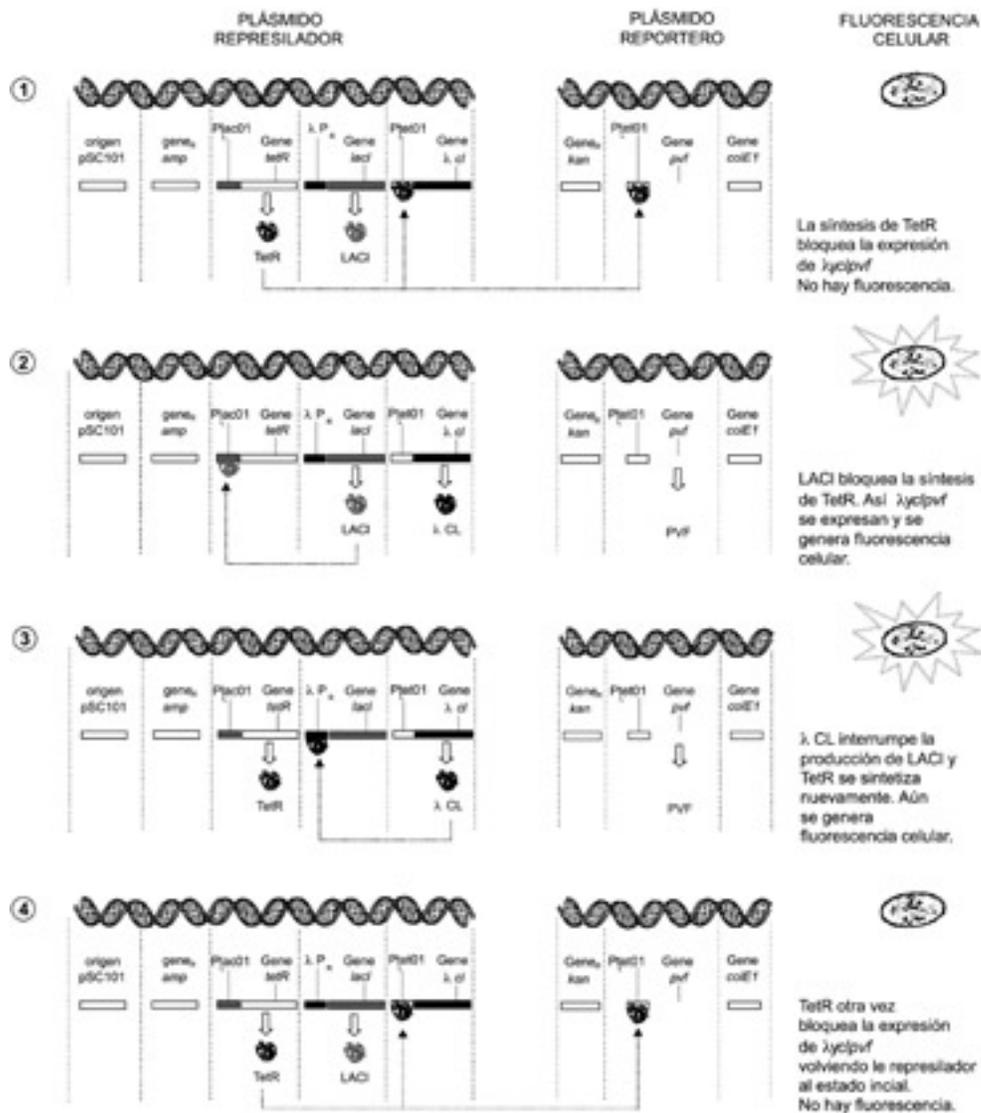


Figura 7. Funcionamiento del plásmido represilador.

La expresión periódica de una proteína regulada desde la célula que la produce, tiene uso en áreas como la detección de contaminantes ambientales.

Estas aplicaciones de la biología sintética se consideran pruebas de principio metodológico, esto es, proporcionan cierta evidencia de que los desarrollos de la biología sintética son factibles. Al mismo tiempo, muestran el amplio potencial de otros estudios donde se construyan circuitos genéticos u otros componentes biológicos sintéticos, ya sea no presentes –de origen– en la naturaleza, o bien surgidos en una especie distinta de aquella en la que se usan.

Biología Sintética: Aproximación Conceptual

El concepto de *biología sintética* apareció en un escrito de W. Szybalski y A. Skalka [11] en 1978: “El trabajo con nucleasas de restricción no sólo permite construir fácilmente moléculas

recombinantes de ADN y analizar genes, sino también nos ha conducido a la nueva era de la ‘biología sintética’ en la que además de analizar y describir los genes existentes [en la naturaleza], se podrán construir y evaluar nuevos arreglos génicos”. Por otro lado, B. Hobom [7] se refirió a la biología sintética para explicar la modificación genética de bacterias mediante el uso de tecnologías del ADN recombinante. Posteriormente, en el año 2000, la biología sintética fue reintroducida por E. Kool y otros en la reunión anual de la American Society of Chemistry [9]. Desde entonces, el número de trabajos relacionados con la manipulación genética de microorganismos mediante la inserción de material genético no presente en la naturaleza, o a través de la confección de circuitos genéticos artificiales, tanto para la demostración de principios biológicos como para la generación de aplicaciones específicas, ha tenido un incremento importante en todo el mundo.

La biología sintética representa la propuesta de un nuevo paradigma en el uso de sistemas o subsistemas biológicos no presentes de *facto* en la naturaleza, sino construidos artificialmente en el laboratorio, para la generación de aplicaciones específicas de interés humano. Así, la biología sintética se ha constituido como un campo emergente del saber humano para el diseño y fabricación de componentes y sistemas biológicos no existentes en el mundo natural, y para el rediseño y fabricación de componentes a partir de sistemas biológicos existentes [1]. En la consecución de estos propósitos, se busca combinar el uso de las técnicas de biología molecular y de recombinación del ADN con estructuras conceptuales y metodológicas derivadas de la ingeniería, tales como la descomposición de sistemas complejos, la simbolización de variables estandarizadas o la representación simbólica de sistemas biológico-moleculares dinámicos. La biología sintética, por tanto, se comprendería como el estudio de los sistemas biológicos a escala molecular por aplicación de principios y métodos de la ingeniería [4].

Retos Técnico-Científicos de la Biología Sintética

En la próxima década, la biología sintética como campo emergente, experimentará un crecimiento exponencial en el número de investigaciones que la involucran [7]. En cualquier caso, hay una expectación importante respecto a los resultados que eventualmente producirá. Sin embargo, también están presentes retos técnicos significativos que generarán un cuestionamiento serio del desarrollo de la biología sintética en los años siguientes. Por ejemplo, en los sistemas celulares la interacción entre moléculas involucra una aleatoriedad inherente, la cual deberá ser comprendida para que los propósitos de la biología sintética sean viables. Al mismo tiempo, los componentes biológicos (*biopartes*) utilizados en la biología sintética tales como ácidos nucleicos, moléculas de señalización, proteínas o circuitos de control genético, son muy susceptibles de modificación estructural ante algún cambio en el medio extracelular, por tanto, son partes con una variabilidad intrínseca que aún no ha sido totalmente entendida [4], o que sería muy difícil determinar.

Para D. Endy [6], se presentan cuatro retos tecnológico-científicos centrales en la biología sintética, mismos que podrían limitar fuertemente el desarrollo de este campo emergente:

- 1) *La incapacidad* para evitar o controlar la complejidad inherente a los sistemas biológicos.
- 2) *El bajo nivel de confiabilidad* de las técnicas y procedimientos prácticos, y de sus resultados, para la construcción y caracterización de sistemas biológicos sintéticos.



3) *La variabilidad física espontánea en el comportamiento macroscópico de los sistemas biológicos.*

4) *Los cambios espontáneos y los errores en la replicación o síntesis de las biomoléculas, que conducen a la aparición de mecanismos evolutivos en los sistemas celulares.*

La enumeración de estos problemas tecnológicos de la biología sintética, tiene el propósito de generar estrategias metodológicas que permitan afrontarlos con buena probabilidad de éxito. Los métodos de diseño en la ingeniería son, al parecer, opciones viables para el estudio y tratamiento de los aspectos técnicamente problemáticos de la biología sintética. Los retos tecnológicos de la biología sintética pueden ser abordados con la implementación de tres conceptos de la ingeniería de diseño: la estandarización de componentes, la descomposición de sistemas y la abstracción sintética [6].

1) *La estandarización de componentes* se refiere a utilizar formas homogéneas de elementos biológicos sintéticos denominados *biopartes* (moléculas, genes individuales, proteínas catalíticas biomiméticas, circuitos de control genético, sistemas de expresión compuestos inexistentes en la naturaleza).

La estandarización contempla dos aspectos. El primero consiste en armar bloques de material biológico sintético de uso general. De manera similar a los componentes electrónicos de un circuito, los componentes biológicos deberían ser conceptualizados como partes que al ser ensambladas de una forma específica, funcionan de una manera predeterminada. Por ejemplo, construir un operón que produzca una proteína luminiscente con la detección de cierta molécula-sígnal, todo ensamblado en una

sola secuencia (o plásmido) de DNA, listo para que cualquier usuario aplique las enzimas de restricción adecuadas y lo incorpore a su aplicación con la certeza de que esa parte biológica (operón) realizará la función necesaria en su sistema biológico sintético. Desde luego, las partes biológicas diseñadas de este modo deben tener la propiedad de ser intercambiables.

El segundo aspecto se relaciona con la medición uniforme de la expresión de un sistema biológico sintético. Se ha sugerido para tal propósito, la unidad de medida estándar *polimerasa por segundo* (PoPS) [4]. PoPS es el flujo de la ARN-polimerasa actuando sobre el ADN. Lo que se produce en este proceso es una determinada cantidad de mRNA en unidad de tiempo, de manera similar a la medición de la corriente eléctrica en un circuito eléctrico o electrónico. Como la transcripción de ADN, mediada por la ARN-polimerasa, es independiente de la secuencia del propio ADN que está siendo transcrito, PoPS puede servir como una medida estándar de la expresión del sistema biológico sintético.

2) *La descomposición de sistemas* consiste en aplicar la idea cartesiana de separar las partes del sistema biológico que será ensamblado, para facilitar tanto su construcción como la comprensión y medición de su funcionamiento individual. A esto sigue la conjunción integrativa de las partes.

La descomposición de sistemas permite incluso la representación simbólica de las partes biológicas para la creación de modelos que permitan evaluar su funcionamiento individual, antes incluso de construir físicamente tal componente biológico. Luego, al encadenar el funcionamiento de varios componentes

biológicos previamente modelados mediante conceptos matemáticos, se producirá el ensamble de las partes biológicas, sustentado en la simulación de su funcionamiento. Al mismo tiempo, se sentarán las bases de comprensión de la complejidad del sistema biológico sintético. La descomposición requiere de la estandarización de las partes biológicas en que se descompone el sistema.

3) *La abstracción sintética*. Es una generalización aceptada que los sistemas biológicos son altamente complejos. Esto no significa que sean muy difíciles o imposibles de conocer, sino que en cualquier sistema biológico ocurren de manera independiente pero coordinada, un gran número de procesos que individualmente no modifican significativamente el funcionamiento global del sistema. La complejidad proviene de la determinación del número de procesos involucrados en algún sistema biológico, así como del nivel de interacción entre esos procesos.

Un concepto muy importante para la comprensión y dominio de la complejidad, es la abstracción [17], la cual implica el reconocimiento de la existencia de determinados niveles estructurales y de flujo de información en el sistema. La descomposición del sistema, por tanto, permite su abstracción inicial. Luego, cuando las partes del sistema han sido organizadas en distintos niveles, es posible identificar procesos en y entre ellos, con lo cual se plantea otro nivel de abstracción del sistema, la abstracción sintética.

Por lo anterior, los métodos de la ingeniería de diseño transferidos a la biología sintética deberían producir, en principio, un mayor nivel de

sistematización y racionalización matemática en las investigaciones que se generen dentro del campo emergente de la biología sintética, que en sí mismo es interdisciplinario.

Retos Humanísticos de la Biología Sintética

Como ha ocurrido con otros logros tecnológicos a lo largo del tiempo en la historia de la humanidad, la biología sintética también introduce problemas de índole ética y social en su desarrollo. La obtención de genomas totalmente sintéticos crea sin duda nuevos riesgos para la sociedad, desde ciertas consecuencias desconocidas de los productos de genes sintéticos en la salud humana o en los ecosistemas, hasta el uso deliberado de la biología sintética para propósitos hostiles como el terrorismo o la producción de armas biológicas [12]. En general, los riesgos identificados por A. Buthkar [1] se describen brevemente en seguida:

1) *Riesgo de impacto ambiental negativo*. Esto incluye escenarios en los que una máquina biológica creada sintéticamente para el cumplimiento de determinada acción de protección o restauración ambiental (como la degradación de un contaminante), pudiera tener efectos colaterales negativos al interactuar con algún microorganismo ocupante natural del ecosistema, o con cualquier sustancia química contaminante distinta de la que se busca eliminar.

2) *Riesgo de contaminación del acervo genómico natural*. En la naturaleza se han identificado mecanismos de variabilidad genética intrínseca, que modifican ligeramente el conjunto de los genomas existentes, pero al mismo tiempo permiten una estabilidad génica que no compromete la viabilidad de las



especies. Al introducir material genético no producido por la evolución, podría darse una contaminación genética que alterará de manera significativa la deriva génica y las mutaciones naturales, con lo que se tendrían interacciones a nivel genético en las especies, lo cual eventualmente podrían provocar su extinción acelerada, entre otros efectos. Una evidencia que apunta hacia estas conclusiones, es la flexibilidad de flujo genético que existe en forma natural, como los procesos infecciosos virales o la redistribución genética debida a elementos transposones en plantas.

3) *Riesgo de liberación descontrolada de agentes sintéticos.* Todo agente biológico sintético liberado en cualquier medio, debe tener un mecanismo o proceso de autocontención, de lo contrario se generaría la dispersión de un componente sintético con actividad biológica en ese medio, cuyas repercusiones a largo plazo son desconocidas.

4) *Riesgo de creación de patógenos sintéticos para bioterrorismo.* La información genómica de un gran número de especies es ahora de acceso público, de modo que está disponible para la investigación con cualquier propósito. Puesto que las tecnologías de manipulación del genoma reducen su costo muy aceleradamente [12], es muy probable que se puedan construir fácilmente genomas sintéticos de agentes biológicos naturales ya desaparecidos, como los virus de la polio y de la influenza española, entre muchos otros patógenos, casi en cualquier laboratorio del mundo que tenga un mínimo de equipamiento. Por tanto, el riesgo de producción de armas biológicas mediante los conceptos y principios de la biología sintética es potencialmente alto.

Con todo, es posible reducir estos riesgos o eliminarlos virtualmente, si se promueve el uso responsable de los productos de la biología sintética [6], y sería un error bloquear su avance a causa de ellos. Probablemente la mejor alternativa sea tener conciencia de todos los riesgos y peligros inherentes a la biología sintética y procurar condiciones que los reduzcan, limiten y controlen.

En este contexto, cuando las tecnologías del ADN recombinante emergieron como un campo en desarrollo con problemas éticos similares, se discutieron los lineamientos de aplicación de esas tecnologías en la Conferencia de Asilomar en 1975. La biología sintética requiere de un análisis semejante. Bajo la observación de guías para la construcción de sistemas biológicos sintéticos se inducirá, en principio, a la expansión positiva de la investigación y aplicaciones del material y procesos genéticos y metabólicos no existentes en la naturaleza. Los riesgos podrán limitarse introduciendo mecanismos reguladores derivados de la propia biología sintética [10], por ejemplo, al incorporar circuitos genéticos que induzcan la interrupción de la replicación de un gene sintético después de cierto tiempo de expresión, de un número determinado de ciclos de acción o ante la presencia de alguna sustancia inhibitoria en el medio.

Además del análisis ético que se impone con el desarrollo de la biología sintética, se inician también otros cuestionamientos en materia de patentabilidad y protección de la autoría intelectual [1]. La Oficina de Patentes y Marcas Registradas de EUA (US Patent and Trademark Office, PTO por sus siglas en inglés) ha establecido criterios según los cuales todo lo que sea creación humana, y que por tanto no

se encuentre bajo ninguna forma en la naturaleza, es susceptible de protección intelectual.

La síntesis de moléculas que contengan información genética u otra, producidas totalmente por el influjo del conocimiento humano y que no están presentes en la naturaleza como tales, es materia de patente de acuerdo con el criterio indicado algunas líneas antes. Cinco aspectos, no obstante, deben ser considerados como lineamientos importantes para la protección intelectual de cualquier derivado de la biología sintética:

- 1) Los solicitantes de *patente* deben demostrar que el producto de biología sintética tiene nula probabilidad de desarrollarse de forma autónoma en cualquier ecosistema.
- 2) Los solicitantes deben proveer de evidencia suficiente de que el producto de la biología sintética no existe en la naturaleza, y que la probabilidad de su surgimiento en ella es nula.
- 3) Los solicitantes deben demostrar que los mecanismos y procesos de selección natural actuarían en contra de la proliferación del agente biológico sintético.
- 4) Los solicitantes deben demostrar que el producto de la biología sintética no es susceptible de recombinación genética.
- 5) Los solicitantes deben demostrar el interés de la humanidad por el agente biológico sintético producido, así como el potencial beneficio que se obtendría de su uso.

Los retos tecnológicos y humanísticos a los que la biología sintética se confrontará, no se pueden reducir a una consideración mínima. Este campo emergente ofrece posibilidades para comprender los fenómenos biológicos que antes no se habían presentado a la humanidad. Con todos los riesgos que la biología sintética contrae, si son circunscritos dentro de ciertos límites, la investigación holística sobre la creación de sistemas biológicos sintéticos producirá resultados importantes en los próximos años, y sería un error serio coartar en cualquier sentido el desarrollo de esta importante disciplina.

Conclusiones

La biología sintética es un campo en expansión. El planteamiento básico de la biología sintética es proceder por la inserción de biopartes anulando otras interacciones con el genoma natural, en lugar de intentar comprender todo el genoma y sus productos de expresión antes de modificarlo para generar algún resultado de interés específico. Esta disciplina propone el uso de material genético estandarizado en partes biológicas cuyo funcionamiento esté bien caracterizado. Así, al incorporarse ese material sintético en el genoma natural de alguna especie, se producirían sólo los resultados proyectados en el diseño de cada bioparte.

El desempeño correcto de una bioparte se evalúa tanto con métodos de la recombinación de ADN como con métodos de la ingeniería de diseño. Las biopartes pueden ser genes naturales usados para un nuevo propósito en un sistema celular no existente *per se* en la naturaleza, genes naturales que han sido rediseñados para obtener una función más eficiente, genes artificiales que han

sido diseñados a partir de nucleótidos sintetizados en el laboratorio, o plantillas protéicas sintéticas de estructura o función específicas.

Lo anterior significa que tanto la biología molecular como la tecnología del ADN recombinante, la química biomimética y la ingeniería metabólica, han generado ya un gran acervo de información a la que es preciso incorporar una disciplina de la ingeniería de diseño para promover una mejor comprensión del comportamiento de entidades vivas, en grado suficiente para su predicción, control y rediseño. La diferencia principal entre los logros alcanzados por disciplinas de la biología molecular y los que se propone la biología sintética, es que mientras anteriormente se buscaba la transferencia de genes individuales entre distintas especies sin controlar sus efectos, con la biología sintética se propone el ensamblado de nuevos componentes genómicos a partir de un conjunto de partes biológicas estandarizadas, cuyos resultados sean en gran medida predecibles.

El desarrollo de la biología sintética es controversial: aún se le plantean importantes interrogantes técnicas, y al mismo tiempo múltiples problemas éticos y de regulación normativa. Con todo, las expectativas de los resultados que potencialmente puede generar son altas, y eso deberá conducir a una expansión ordenada y regulada de la investigación en el área.



Referencias...

1. Bhutkar A. (2005) *Synthetic biology: Navigating the challenges ahead*. Journal of Biolaw and Business, 3: 19-29.
2. Breithaupt H. (2006) *The engineer's approach to biology*. EMBO Reports, 7: 21-24.
3. Check E. (2005) *Designs of life*. Nature, 438:417-418 (November 2005).
4. Chopra P, Kamma A. (2005) *Engineering life through synthetic biology*. Delhi College of Engineering, Internal Report.
5. Elowitz M.B., Keiber S. (2000) *A synthetic oscillatory network of transcriptional regulators*. Nature, 403: 335-338.
6. Endy A. (2005) *Foundations for engineering biology*. Nature, 438: 449-453 (24 november 2005).
7. Hobom B. (1980) *Surgery of genes, at a doorstep of synthetic biology*. Medizin Klinik, 75: 14-21.
8. Levkaya A., Chevalier A.A., Tabor J.J., Simpson Z.B., Lavery L.A., Levy M., Davidson E.A., Scouras A., Ellington A.D., Marcotte E. M., Voigt C.A. (2005) *Engineering Escherichia coli to see light*. Nature, 438: 441-442 (November 2005).
9. Rawls R. (2000) *Synthetic biology makes its debut*. Chem. Eng. News, 49-53 (24 april 2000).
10. Shapiro E., Benenson Y. (2006) *Bringin DNA computers to life*. Sci. Am., 33-39 (may 2006).
11. Szybalski W., Skalka A. (1978) *Nobel prizes and restriction enzymes*. Gene, 4: 181-182.
12. Tucker J.B., Zilinskas R.A. (2006) *The promise and perils of synthetic biology*. The New Atlantis, 25-44 (Spring 2006).

La Cantidad y la Calidad de la Energía en el Agua

Martín Salazar Pereyra*

Raúl Lugo Leyte**

Rogelio Francisco Antonio*

Resumen

La energía se ha convertido en el primer factor estratégico para la vida de cualquier nación. Los problemas energéticos no son inherentes solamente a nuestro país, sino de carácter global, y de ellos no queda exento ninguno. Por tal motivo, es importante diferenciar la cantidad y calidad de energía contenida en un fluido de trabajo, en este caso particular, el agua.



Acerca de los autores...

* Profesor de la División de Ingeniería Mecatrónica e Industrial, en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. E-mail: msalazar@tese.edu.mx.

** Profesor del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, en la Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. E-mail: lulr@xanum.uam.mx.

Introducción

La cantidad de energía contenida en una sustancia en un estado termodinámico dado, no es igual a la calidad de la energía contenida en ésta. Es difícil imaginar que la energía posea calidad, pero es posible apreciarla en toda actividad diaria, por ejemplo, cuando vamos al supermercado para adquirir un kilogramo de arroz y observamos que existen diferentes presentaciones, marcas y precios. Pero ¿de qué depende la diferencia de precios, si todas contienen la misma cantidad? Simplemente son de calidades distintas.

Las teorías sobre la calidad de la energía y la irreversibilidad de los procesos, han sido estudiadas por Tadeuz Kotas [1] desde la década de los ochenta, quien presenta los conceptos y principios de la “exergía”, desarrollando metodologías de aplicación, con la finalidad de cuantificar la irreversibilidad generada en los procesos termodinámicos.

Morán M. J. [2], es otro de los investigadores que ha desarrollado estudios sobre los sistemas energéticos; en el artículo titulado “*Exergy Analysis: Principles and Practice*”, establece la diferencia entre el análisis energético y exergético, así como las diversas formas de la exergía: física, química, cinética, potencial y termomecánica.

La calidad de la energía o exergía

La energía tiene dos componentes: la exergía y la anergía, que es la fracción de la cual no se puede obtener ningún trabajo útil, Figura 1.

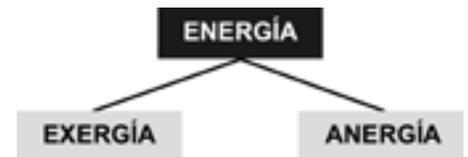


Figura 1. Componentes de la energía.

La exergía o disponibilidad de la energía, es un término introducido por Rant en 1956 [3]; se define como el trabajo máximo disponible que puede ser obtenido de un sistema que interactúa con su medio ambiente, hasta que llega a su estado de equilibrio con el medio ambiente o también llamado estado muerto. En este último, se posee energía pero no exergía; las condiciones mecánicas, térmicas y químicas están en equilibrio entre el sistema y el medio ambiente.

En el mar y en el aire atmosférico, se tiene una gran cantidad de energía, pero no puede ser utilizada para obtener ningún trabajo mecánico, debido a que la diferencia de temperaturas finitas entre éstos y el estado de equilibrio es mínimo, es decir, se tiene anergía, que no es objeto de estudio de este trabajo.

Sin embargo, encontramos exergía acumulada en la masa de agua de una presa que se encuentra por encima del nivel del mar, debido a la diferencia de alturas; en una masa de vapor de agua en el subsuelo, por la diferencia de presión y temperatura con respecto al aire de la atmósfera, o en una masa de petróleo o carbón, por la posibilidad de combustión.

Para todos los estados de un sistema, la exergía es mayor o igual a cero. La exergía se puede expresar como la suma

de la exergía química y termomecánica. Esta última engloba la exergía física o de flujo, la cinética y potencial. Las energías cinética y potencial (energías ordenadas) se consideran de alta disponibilidad, mientras la energía calorífica y química (energías desordenadas) se consideran de baja exergía.

La exergía puede ser transferida entre dos sistemas y destruida debido a las irreversibilidades de los procesos y de los sistemas. A diferencia de la energía, la exergía no se conserva [4].

Exergía de flujo

La exergía de flujo es el máximo trabajo que se puede obtener; cuando el flujo de una sustancia se lleva de un estado inicial al estado muerto, en este proceso físico sólo se presenta interacción térmica con el medio ambiente. La exergía de flujo o física se evalúa con la siguiente expresión:

$$e_x = (h_i - h_0) - T_0 (s_i - s_0). (1)$$

Generación de potencia

En las plantas de generación de potencia que operan con vapor como fluido de trabajo, se presentan diferentes procesos de transformación: de energía química a calorífica en el generador de vapor y de calorífica a cinética, y de ésta a energía mecánica en la turbina de vapor. Dichas transformaciones se realizan mediante los procesos de combustión, transferencia de calor entre los gases de combustión y el agua; asimismo, la energía térmica del vapor a energía mecánica, en la turbina de vapor, como se muestra en la Figura 2.

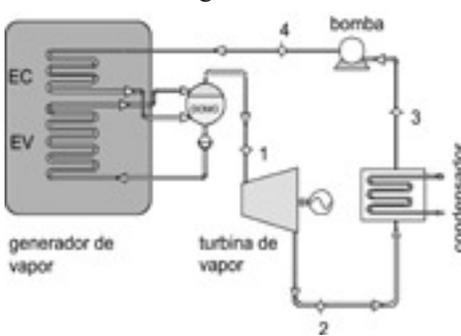


Figura 2. Central Termoeléctrica.

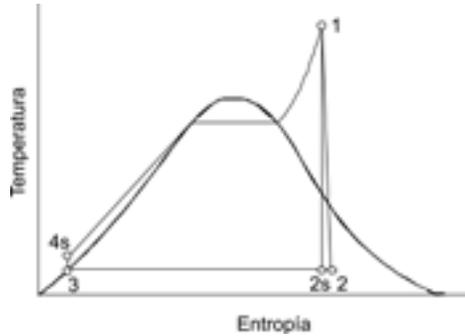


Figura 3. Ciclo Rankine con recalentamiento.

En la Figura 3 se presenta el ciclo termodinámico de una central termoeléctrica que utiliza agua como fluido de trabajo. En el generador de vapor, el agua se sobrecalienta, obteniendo vapor a alta presión y temperatura, estado 1; posteriormente, el vapor se expande en la turbina para generar trabajo mecánico. En el estado 2 se tiene el vapor con menor temperatura y presión, que es enfriado en el condensador obteniendo agua líquida, estado 3, que finalmente es bombeada a la presión a la que trabaja el generador de vapor, estado 4, donde se le suministra calor para obtener vapor.

Las centrales termoeléctricas en México funcionan con un ciclo Rankine de recalentamiento, sobrecalentamiento y regeneración, es decir, con un tren de calentamiento de cinco o seis calentadores cerrados y uno abierto, como se muestra en la Figura 4 a) y b).

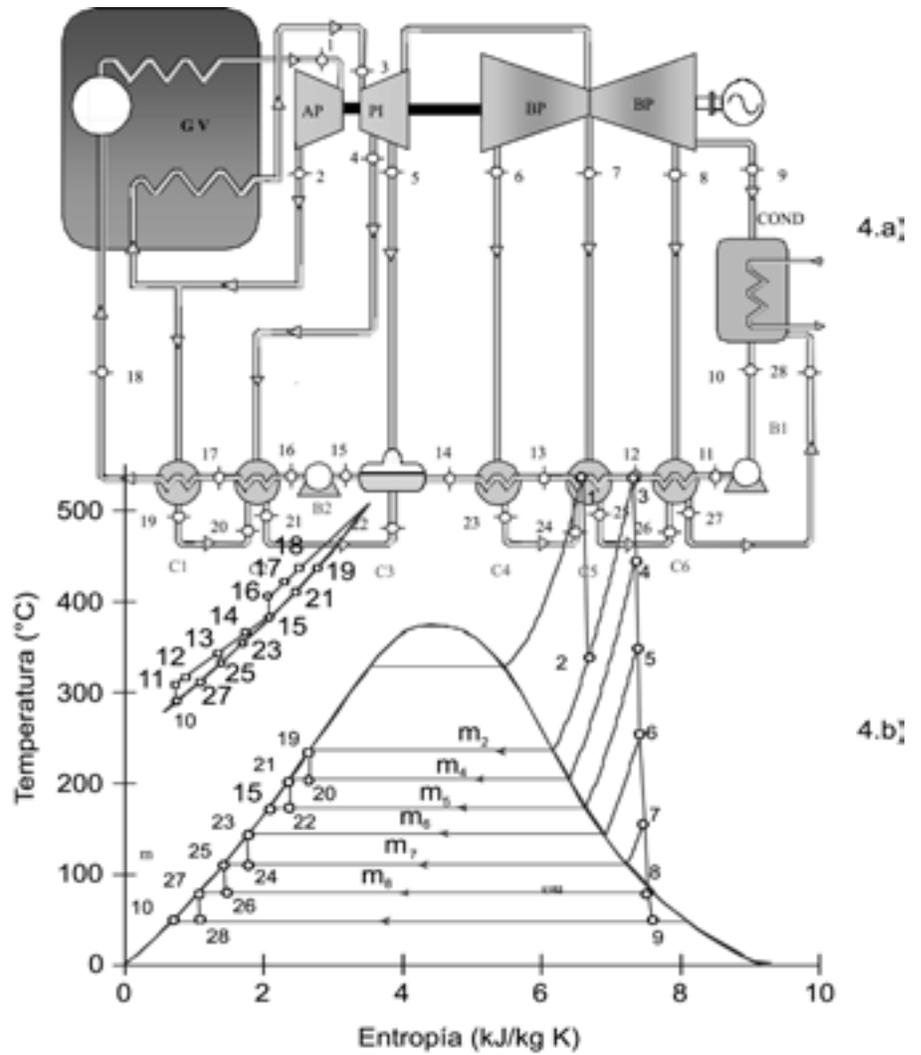


Figura 4.

- a) Diagrama esquemático de una central termoeléctrica.
- b) Temperatura – entropía de una central termoeléctrica.

En este artículo, sólo se realiza el análisis exergético al agua que se utiliza como fluido de trabajo en el ciclo de potencia, con la finalidad de presentar la diferencia entre cantidad y calidad de la energía, así como la influencia en la presión y temperatura en el agua cuando se consideran los intervalos a los cuales operan las centrales termoeléctricas.

De acuerdo con la ecuación (1), la exergía depende de los valores de la entalpía y entropía, a su vez, estas propiedades están en función de la presión y temperatura del estado termodinámico. En la Figura 7, el máximo valor de la exergía para temperaturas menores a 400°C en la región de vapor sobrecalentado, se encuentra entre las presiones de 80 a 115 bar; a partir de ese intervalo, la exergía tiende a disminuir al igual que la entalpía.

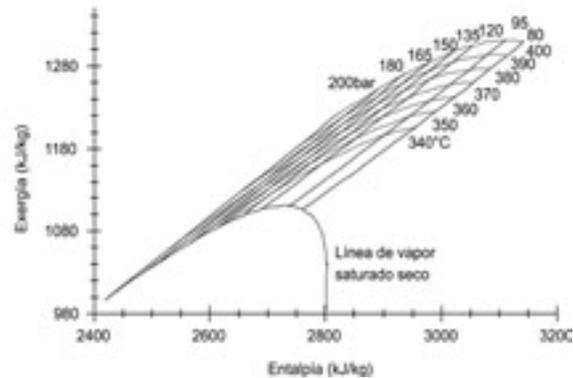


Figura 7. Exergía - entalpía en la región de vapor sobrecalentado en un intervalo de temperaturas de 340°C a 400°C.

En la Figura 8 se puede ver que al aumentar la temperatura del vapor sobrecalentado de 400 a 538°C, a presiones de 80 a 200 bar, el máximo valor de la exergía se encuentra entre las presiones de 95 a 135 bar.

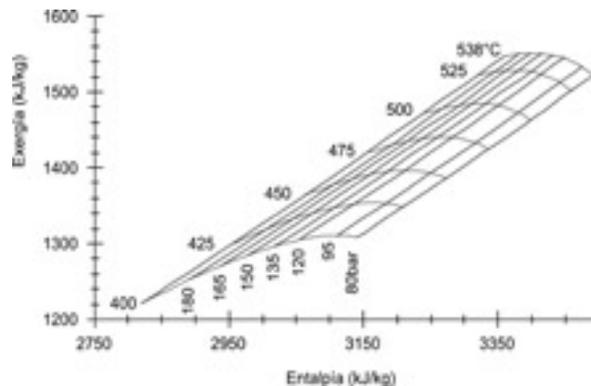


Figura 8. Exergía - entalpía en la región de vapor sobrecalentado en un intervalo de temperaturas de 400°C a 538°C.

La entalpía es mayor a bajas presiones y altas temperaturas, al contrario de la calidad que alcanzan sus valores máximos en 95 bar a 135 bar en el intervalo analizado. En la Figura 8 se muestra que a mayor presión, la entropía va disminuyendo; la entalpía a una temperatura y presión alta tiene un valor menor que cuando se tienen presiones inferiores. Sustituyendo estos valores en la ecuación de exergía de flujo, se tienen calidades de energía altas; sin embargo, cuando se llega a intervalos de presión y temperatura donde la disminución de entropía no es tan significativa comparada con la entalpía, la calidad tiende a disminuir, alcanzando sus valores máximos en los puntos de inflexión.

La entalpía, al igual que la exergía, depende de la temperatura y presión. Comparando los estados termodinámicos al final del sobrecalentamiento y del recalentamiento en una central térmica (los cuales están a la misma temperatura pero a diferentes presiones), el valor de la entalpía del *estado a* es mayor al del *estado b*, Figura 5.

En la Figura 8 se observa que la entalpía sobre cualquier isoterma, se incrementa cuando disminuye la presión. De acuerdo con la definición de entalpía:

$$h = u + pv, \quad (2)$$

la energía interna es función de la temperatura, si el vapor sobrecalentado se comportara como gas ideal $h_a \approx h_b$. El segundo término “pv” aumenta el valor de la entalpía, a menor presión el valor del volumen específico se incrementa, Figura 5, por lo tanto $h_a > h_b$.

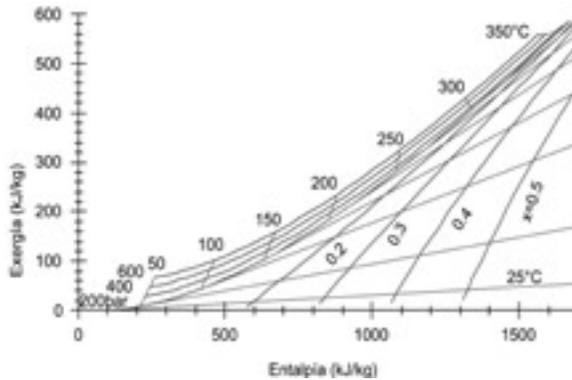


Figura 9. Exergía - entalpía en la región de líquido comprimido.

Dentro de la curva de saturación, a mayor temperatura o presión de saturación, la exergía se acrecienta, como se muestra en la Figura 9. Cuando se tiene líquido comprimido, la variación de la presión en la calidad de la energía es mínima, por lo tanto, con presiones inferiores a 160 bar, la variación de la exergía depende de la temperatura, debido a que el agua en su estado líquido es incompresible.

Conclusiones

El análisis energético y exergético del agua como sustancia de trabajo para generar energía en una central de potencia, es una herramienta importante para predecir el buen funcionamiento de la planta, debido a que en el proceso de generación se tienen diferentes estados termodinámicos, de los cuales se puede obtener trabajo útil con mayor probabilidad, ya que, desde el punto de vista tecnológico “el mayor contenido de exergía en un determinado tipo de energía, será lo más valioso”.

Referencias...

- 1) Kotas, Tadeusz J. *The exergy method of plant analysis*. Ed. Butterworth, Londres, 1985.
- 2) Moran M.J., Sciubba E. April 1994 “Exergy Analysis: Principles and Practice”. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*. Vol. 116, pp. 285-290.
- 3) Ibrahim Dincer, Husain Al- Muslim. 2001. “Thermodynamic analysis of reheat cycle steam power plant”. *International Journal of Energy Research*. Vol. 25, pp. 727-739.
- 4) Sala Lizarraga Jose M. *Termodinámica de fluidos y el método de análisis exergético*. Servicio Editorial Universidad del País Vasco. 1985.
- 5) Weston A. Hermann. April 2005. “Quantifying global exergy resources”. *Energy, Elsevier*. Vol. 23, pp. 1-18.

Nomenclatura

h	entalpía; [kJ/kg],
T	temperatura; [K],
s	entropía; [kJ/(kg K)],
x	fracción másica; [kg vapor/kg agua líquida].

Símbolos

e_x exergía de flujo, [kJ/kg].

Sub índice

0	referencia o estado muerto,
i	estado i-esimo.

Si las Computadoras Pensaran, Alucinarían con Elefantes Eléctricos

M. en C. Mercedes Flores Flores*

M. en C. Martín Verduzco Rodríguez*



¿ Por qué no hemos sido capaces de construir una computadora que piense?, ¿por qué no se puede esperar que máquinas capaces de realizar 100 millones de operaciones por segundo puedan aprender a partir de la experiencia?, ¿por qué pese al considerable desarrollo de la electrónica e informática existen todavía tareas que nuestras computadoras no han conseguido resolver con la suficiente eficacia? Un breve análisis a este fenómeno es el objetivo del presente artículo, y para entender nuestro presente será necesario rememorar el ayer.

Acerca del autor...

* Profesor de asignatura en la División de Sistemas Computacionales, y de la Maestría en la misma División, en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec

La historia es la ciencia de los hechos

Sin adentrarnos a épocas históricas donde los intentos resultaban prematuros en relación con la tecnología disponible, se puede considerar que el camino hacia la construcción de máquinas inteligentes comienza con la Segunda Guerra Mundial, un ejemplo más de la guerra vista como crisol tecnológico, con el diseño de computadoras analógicas ideadas para controlar cañones antiaéreos o para navegación.

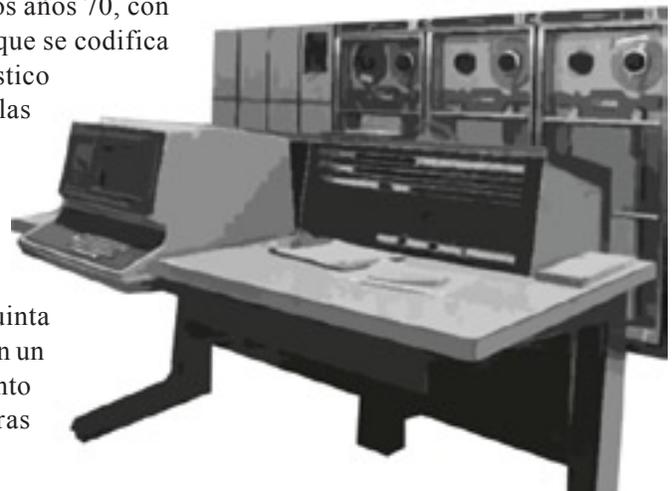
De este modo, combinando las teorías sobre la retroalimentación, los avances de la electrónica y los conocimientos disponibles sobre los sistemas nerviosos de los animales, se comenzaron a construir máquinas capaces de responder como los animales. En especial se destaca el trabajo realizado por el neurofisiólogo y creador de robots Grey Walter, quien entre otros implementos, creó su tortuga robot, que guiada por sensores y un ojo fotoelectrónico era capaz de evadir obstáculos y encontrar un conector para alimentarse. [WIKIPEDIA, 2007]

En los años 50 se diseñaron los primeros programas que permitían a una computadora “razonar” (aunque la expresión adecuada sería “tomar decisiones” mediante algoritmos) y jugar juegos de mesa, y hacia 1960 se acuña el término de *inteligencia artificial*, el cual se define como “la automatización de actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, tales como la toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje, memorización, etcétera”, o en palabras llanas “el estudio de cómo lograr que las computadoras realicen tareas que por el momento los humanos realizamos mejor”. [NILSON, 2001:1-5]

Curiosamente, a causa del auge que en su momento tomaron estos desarrollos, se estimó que en una década se conseguiría construir una máquina realmente inteligente, pero como podemos apreciar, en la actualidad las computadoras son miles de veces más potentes que las de aquella época, aunque no han resultado más inteligentes.

El rápido progreso de la inteligencia artificial culminó en los años 70, con la introducción de los sistemas expertos, programas en los que se codifica el conocimiento de expertos en una cierta materia (diagnóstico de enfermedades, cálculo, diseño, etcétera) en forma de reglas de decisión. [NILSON, 2001:9]

La historia reciente de la computación se ha dividido en las llamadas generaciones de computadoras, cada una de las cuales está caracterizada por un desarrollo o innovación importante. Actualmente se trabaja en la creación de la quinta generación de computadoras, las cuales seguramente incluirán un cambio fundamental en la manera de efectuar el procesamiento de la información, y por tanto, el diseño de arquitecturas conceptualmente diferentes. [FREEMAN, 1998:12-15]



Muy pocos aciertan antes de errar

Las computadoras convencionales procesan la información en serie, efectúan una instrucción después de otra; como consecuencia, la mayor parte de la computadora y sus periféricos están ociosos durante largo tiempo mientras esperan instrucciones del procesador central.

Con el objeto de optimizar el procesamiento de la información, han sido diseñadas grandes máquinas, llamadas supercomputadoras, cuyo propósito es llevar a cabo tal procesamiento en paralelo, es decir, tales equipos constan de varios elementos procesadores, cada uno de los cuales efectúa tareas de manera independiente y simultánea. De esta forma, el trabajo se divide en subtrabajos independientes, los cuales son asignados a diferentes procesadores.

Un ejemplo de estas máquinas es la computadora modelo CRAY 1, la cual consta de 64 procesadores, sin embargo, además de su elevado costo, este tipo de computación presenta algunas inconveniencias: es difícil programar una computación paralela, ya que el programador debe fraccionar el problema en pequeñas tareas independientes y optimizar la manera de asignarlas. Además, la mayor parte de los problemas no son paralelos por naturaleza, esto es, no siempre es posible dividir un trabajo en subtrabajos independientes o hacerlo de manera eficiente, pues algunos procesadores requieren de los resultados obtenidos por otros para poder continuar sus cálculos. Como consecuencia, a menudo nos encontramos con que la más veloz supercomputadora opera casi a la misma velocidad que un procesador en serie. Este problema es conocido como “el cuello de botella de Neumann”. [NILSON, 2001:7-9]

En la última década del milenio pasado, apareció un nuevo concepto en la computación, que probablemente proporcionará una solución a algunos de los problemas recién indicados. Este novedoso concepto, conocido con el nombre de “redes neuronales”, es radicalmente diferente al anterior: se utilizan elementos electrónicos que emulan neuronas simplificadas, los cuales se conectan entre sí formando redes similares a las que se encuentran en el cerebro, aunque a una escala mucho menor. Recientemente, los investigadores dedicados al desarrollo de las redes neuronales han logrado resultados sorprendentes, y todo parece indicar que, en el futuro, estos dispositivos podrán dotar a las computadoras de capacidades similares a las humanas para la solución de problemas complejos. [MARTÍN, 2001:23-25]

Así, las máquinas inteligentes deberán ser capaces, entre otras cosas, de procesar un lenguaje natural, para poder establecer una comunicación satisfactoria con los humanos, representar el conocimiento para guardar la información obtenida, razonar automáticamente para utilizar la información almacenada, responder preguntas y obtener conclusiones, y posibilidad de autoaprendizaje para adaptarse a nuevas circunstancias.

La gran pregunta es: ¿seremos realmente capaces de construir máquinas que emulen al ser humano? Para resolver esta incógnita tenemos que preguntarnos primero: ¿seremos capaces de comprender nuestra neurofisiología de la cognición?

Entre el cuerpo y la mente

En el contexto del estudio sobre el aprendizaje y la cognición en el ser humano, el problema mente-cuerpo puede reducirse al descubrimiento de cómo el aprendizaje y el pensamiento son llevados a cabo por el sistema nervioso. Esta cuestión fue en general evitada hasta pasada la mitad del siglo XX, donde gracias a los avances en nuestra capacidad para estudiar el cerebro y el sistema nervioso, parece vislumbrarse que se está cerca de encontrar importantes revelaciones en cuanto a las bases biológicas del aprendizaje y la cognición, motivo por el cual, a los años 90 se les proclamó como la “Década del cerebro”. [HARDY, 2000: 323-324]

La idea de que los recuerdos se almacenan en el cerebro es muy antigua. Los médicos islámicos medievales creían que el cerebro estaba dividido en compartimientos separados, o ventrículos, cada uno de los cuales era responsable de una función psicológica diferente. Se pensaba que las experiencias se procesaban desde los sentidos, hasta llegar finalmente a residir en el ventrículo de la memoria. Estas teorías eran especulativas, pero no mucho más que la búsqueda del “engrama”, la huella neuronal de cada recuerdo, de principios del siglo XX.

Una virtud de la teoría localizacionista del engrama fue que mantenía la esperanza de encontrar mecanismos discretos de aprendizaje y memoria, e indicaba la forma de buscarlos en las investigaciones. En 1949, Hebb le dio una representación moderna con su concepto de “asambles de células” (agrupaciones celulares); propuso que los mecanismos del aprendizaje y los lugares de almacenamiento de la memoria, residen no en neuronas aisladas, sino en grupos organizados o agrupaciones de neuronas. Además, en esos conjuntos no intervenían necesariamente células adyacentes unas a otras, sino que podía incorporar conexiones entre células de diferentes partes del cerebro. Por tanto, la extirpación de alguna parte del tejido cerebral no podría extraer un engrama simple, pero podría lesionar determinados segmentos de los circuitos responsables del aprendizaje y el almacenamiento de la memoria, debilitándolo pero no aboliéndolo. [HARDY, 2000: 327-328]

El aprendizaje conlleva cambios en las sinapsis que conectan las neuronas existentes. La experiencia puede inducir el desarrollo de nuevas sinapsis o cambios en la neuroquímica o la estructura de las sinapsis existentes, o ambas cosas. Por tanto, la búsqueda del engrama moderno implica, en primer lugar, la localización de las estructuras plásticas del cerebro que cambian con el aprendizaje, y luego, la identificación de los mecanismos celulares de esas estructuras que causan el aprendizaje. En los próximos años, se esperan considerables avances en esta área, gracias a los



nuevos procedimientos no invasivos de investigación cerebral. El viaje fantástico con destino al cerebro ha iniciado.

La duda es la madre de la invención

Crear una computadora “pensante” es una meta de las investigaciones sobre inteligencia artificial. En 1950, Alan Turing, calculó que las “computadoras pensantes” llegarían para el año 2000. Sin embargo, no estamos más cerca hoy de una computadora capaz de simular los procesos de pensamiento humano que entonces; una posible razón es porque estamos poniendo a las ciencias por encima del sentido común.

A manera de explicación de la idea anterior, es que desafortunadamente se han perdido de vista hechos importantes que nos proporciona la principal ingeniera del mundo: la naturaleza; sí no lo considera así, es buen momento para que reflexione acerca de las capacidades que posee como ser humano y pregúntese qué ingenio es tan versátil.

Consideremos cuatro situaciones comunes: en la primera, estamos pensando sobre un problema que podría afectar nuestro plan de vida (como lo sería la elección de carrera o la inversión en un negocio), el cuál tiende a ser revisado de manera lógica y analíticamente. En el segundo caso, estamos pensando de forma despreocupada, recurriendo más a la experiencia que al análisis (la puerta se atoró, la última vez que esto me pasó la reparé haciendo esto y aquello, voy a intentarlo de nuevo). En la tercera situación, estamos mirando por la ventana y nuestros pensamientos vagan libremente.

Para la última ocurrencia, nos dejamos caer en los brazos de Morfeo y estamos soñando (en otras palabras, dejamos que el cerebro alucine a placer). El hecho más importante acerca del pensamiento, se desprende de una observación básica: estos cuatro estilos están conectados, podemos catalogarlos como “análisis”, “sentido común”, “asociación libre” y “sueño”. Sin embargo, el asunto clave es que son cuatro puntos en un mismo espectro continuo, donde en un extremo está el análisis y el sueño en el otro.

La mayor parte de la gente piensa mejor analíticamente cuando está plenamente despierta; a medida que disminuye el estado de alerta, las capacidades analíticas decrecen (y uno empieza a recurrir menos al análisis y más al sentido común). Cuando la vigilia cae aún más, los pensamientos comienzan a vagar. Al llegar a cierto punto, está uno mirando por la ventana, haciendo asociaciones libres. Quedarse dormido es también una transición gradual (uno de los hallazgos más interesantes de la psicología experimental, es que la gente comienza a soñar antes de quedarse dormida, mientras fisiológicamente sigue despierta). Para entender el pensamiento, no es suficiente comprender el “análisis” y el “sentido común”, o la “libre asociación” y el “sueño”. La comprensión del pensamiento requiere entender todo el espectro cognoscitivo.

Por lo tanto, es aquí donde está el *quid* de las computadoras pensantes, es un error creer que podemos simular el pensamiento con una computadora, sin entender y simular primero todos los matices que lo componen. Por ejemplo, el sueño es simplemente alucinar mientras dormimos.

Para entender la mente, podemos imaginar que existe un selector imaginario que indica la “concentración mental” o el “grado de alerta” o la “atención”, esto sustentado por un cóctel bioquímico de hormonas obtenidas mediante la estimulación de cierta glándula, las cuales a su vez favorecerán o inhibirán el pensamiento. Enlazando ideas, en este momento podríamos deducir que el siguiente paso involucraría el análisis de la fisiología cerebral, la única limitante, como ya se comentó, es que en la actualidad los neurofisiólogos no pueden describir en detalle la manera en que nuestros 1.45 kilogramos (en promedio) de masa cerebral permiten articular el pensamiento.

Alucinando con elefantes eléctricos

En conclusión, si aún no hay computadoras pensantes es porque como constructores de las mismas se ha errado en el punto de vista y, se ha dejado a un lado la perspectiva de mirarse a sí mismos. El cerebro no es una arquitectura de Von Neumann, pues no está formado por un microprocesador, ni siquiera se encuentra constituido por unas cuantas CPU, sino que lo componen millones de procesadores elementales o neuronas, ampliamente interconectadas conformando redes de neuronas.

El cerebro humano evolucionó a través de aciertos y fracasos, mutaciones casuales, utilizando cambios químicos sutiles, y con un impulso movido por la selección natural y por la necesidad de sobrevivir en un mundo determinado con sus cualidades y peligros. El “cerebro del ordenador” evoluciona por medio de un diseño deliberado, fruto de una cuidadosa reflexión humana, utilizando cambios eléctricos sutiles y con un impulso movido por el avance tecnológico y la necesidad de atender ciertos requerimientos humanos. Por lo tanto, sería un error creer que podemos simular el pensamiento con una computadora sin entender y simular primero todos los matices que lo componen, sin comprender la razón y evolución de los cambios acontecidos durante el ascenso del ser humano.

Como último ejemplo, consideremos la actividad de dormir en el ser humano, mientras se duerme, se sueña, lo cual es simplemente alucinar mientras dormimos; cuando hacemos esta actividad se generan nuevas enervaciones neuronales, las cuales coadyuvan en los “asambles celulares”.

Dado lo anterior, y para explicarlo de otra manera, no se puede hacer una computadora pensante a semejanza del ser humano, hasta que podamos fabricar una que alucine, tal vez no alucinará precisamente con elefantes eléctricos, pero desconectarla mientras no se utilice no estará entre sus funciones válidas, para existir deberá “dormir” y alucinar mientras sueña, para alcanzar un grado de enervamiento neuronal artificial que fomente el pensamiento, similar al que caracteriza al ser humano. Es por ello que nos atrevemos a decir que “las computadoras pensantes, a semejanza del ser humano, dormirán y alucinarán”.

Bibliografía...

WIKIPEDIA, *THE FREE ENCYCLOPEDIA*. en.wikipedia.org/wiki/Turtle_%28Robot%29. 10 de julio del 2007.

NILSSON, Nils. *Inteligencia artificial. Una nueva síntesis*. España, Ed. Mc Graw Hill, 2001.

FREEMAN, James, y David, SKAPURA. *Redes neuronales algoritmos, aplicaciones y técnicas de programación*. Estados Unidos de América, Ed. Addison-wesley, 1998.

MARTÍN, Bonifacio, y Alfredo, SANZ. *Redes neuronales y sistemas difusos*. México, Ed. Alfaomega, 2001.

HARDY, Thomas. Richard, Jackson. *Aprendizaje y cognición*. 4a ed. España, Ed. Prentice Hall, 2000.

Tecnohumor

El principio de la Ayuda en Línea
por Franx

