



Conciencia Tecnológica

ISSN: 1405-5597

contec@mail.ita.mx

Instituto Tecnológico de Aguascalientes  
México

Mora Ruiz, Jesús

Sistema experto de ergonomía aplicada

Conciencia Tecnológica, núm. 25, 2004

Instituto Tecnológico de Aguascalientes

Aguascalientes, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94402503>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# SISTEMA EXPERTO DE ERGONOMÍA APLICADA

(Investigación Tecnológica)

M.C. Jesús Mora Ruiz

Departamento de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Av. A. López Mateos No. 1801 Ote. Fracc. Ojocaliente FOVISSSTE, Aguascalientes, Ags. C.P. 20256, Tel.: 01(449)9105002 Ext. 102, Fax: 01(449)9700423, e-mail: jesús\_mor@cablenext.com.mx

## Resumen.

Son muchos los países que están utilizando las modernas tecnologías de la información aplicadas a la educación. Este fenómeno es parte de la nueva revolución industrial o era de la información que está afectando a casi todas las actividades humanas. La investigación, diseño e implementación de tecnologías que suplan las carencias de recursos económicos para la adquisición de laboratorios que cuenten con todo lo necesario para la realización de prácticas que reafirmen lo teórico. En el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, debe tenerse en cuenta un modelo pedagógico, donde participen activamente tanto el catedrático como los estudiantes. El desarrollo de Sistemas Expertos, basados en Inteligencia Artificial, para realizar prácticas aplicadas a la Ingeniería Industrial, ofrece una posibilidad diferente de modelo educativo, con la que el alumno reafirmará una y otra vez la práctica, en la que aplicará los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas; lo que dará un valor agregado a su profesión, para lograr un mejor desempeño en aplicaciones en áreas de la Ingeniería Industrial. Los Sistemas Expertos basados en la Inteligencia Artificial utilizados como emuladores basados en el conocimiento, diseñados y desarrollados por las propias instituciones con recursos propios, son una solución factible y económica, que resuelven las necesidades fundamentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje; ya que con ellos se efectúan prácticas de diseños ergonómicos, al mismo tiempo que dan respuestas expertas para la aplicación de la materia de Ergonomía; factor imprescindible en la formación del Ingeniero Industrial.

**Palabras Clave:** Ergonomía, Inteligencia Artificial, Sistemas Expertos, Shell, Ingeniería Industrial.

## Introducción.

La investigación relacionada con la vinculación de varias disciplinas científicas, como se puede observar en la historia del ser humano, ha dado resultados sorprendentes, como lo son: el nacimiento de nuevas ciencias y aplicaciones especializadas, con las que se da solución a problemas complejos; que antes de dichas investigaciones sólo algunos especialistas podían solucionar. La posibilidad de poder emular la inteligencia humana ha provocado la curiosidad del hombre desde tiempos remotos.

Y encontró dos caminos para lograr dicho fin: tratar de imitar el funcionamiento del cerebro humano a nivel computadora, lo cual implica construir una analogía de tipo físico del cerebro del hombre. Esto podría llamarse entonces enfoque físico, y como principal exponente de este rumbo, encontramos las redes neuronales. Tratar de lograr el conocimiento humano a través de la lógica, por lo que estaríamos en presencia de un enfoque lógico. En éste enfoque de pensamiento, encontramos a los sistemas expertos como una rama de la Inteligencia Artificial, que intentan reproducir el razonamiento humano de forma simbólica. La formación de especialistas en áreas concretas de la Ingeniería Industrial es difícil, ya que esta especialización, sólo se puede obtener con la experiencia, misma que se adquiere con el tiempo y con la aplicación continua de las áreas en donde se quiera tener esa especialización. La Ergonomía es un factor de gran importancia en las aplicaciones de la Ingeniería Industrial, no es desconocido que una buena aplicación ergonómica en una organización productora de bienes y servicios, aumenta la productividad, reduce costos de producción y con esto se obtienen beneficios para las organizaciones, la sociedad y el país. De ahí la importancia de la Ergonomía y su aplicación, mediante metodologías que exigen involucrar a varias disciplinas.

## Fundamentos teóricos

*La Inteligencia Artificial* es el estudio de las computaciones que permiten percibir, razonar y actuar. Es un campo de estudio que busca explicar y emular el comportamiento inteligente en términos de procesos computacionales. Estudia las representaciones y procedimientos que automáticamente resuelven problemas usualmente resueltos por humanos. A pesar de la diversidad de conceptos propuestos para la Inteligencia Artificial, en general todos coinciden en que la Inteligencia Artificial trata de alcanzar inteligencia a través de la computación.

*Los sistemas expertos* son una rama de la Inteligencia Artificial que hace un amplio uso del conocimiento especializado para resolver problemas como un especialista humano. Es un sistema basado en el conocimiento. Es decir, un Sistema Experto emula la habilidad de tomar decisiones como lo haría un especialista humano.

Edward Feigenbaum, de la Universidad de Stanford definió, en el Congreso Mundial de Inteligencia Artificial, un sistema experto como: "Un programa de computador inteligente que usa el conocimiento y procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir la intervención de un experto humano para su resolución". Hoy, con los avances conseguidos, resultaría más correcto definir un sistema experto como: "Un sistema informático que emula el proceso de aprendizaje, de memorización, de razonamiento, de comunicación y de acción de un experto humano en una determinada rama de la ciencia, suministrando, de esta forma, un consultor que puede sustituirle con unas ciertas garantías de éxito". Estas características le permiten almacenar datos y conocimiento, sacar conclusiones lógicas, tomar decisiones, aprender de la experiencia y los datos existentes, comunicarse con expertos humanos u otros sistemas expertos, y explicar el por qué de las decisiones tomadas y realizar acciones como consecuencia de todo lo anterior. Los sistemas expertos han demostrado ser herramientas muy útiles en gran cantidad de situaciones.

*La Ergonomía* tiene dos grandes ramas: una se refiere a la Ergonomía industrial, biomecánica ocupacional, que se concentra en los aspectos físicos del trabajo y capacidades humanas tales como fuerza, postura y repeticiones. Una segunda disciplina, algunas veces se refiere a los "Factores Humanos", que está orientada a los aspectos psicológicos del trabajo como la carga mental y la toma de decisiones. La Ergonomía está comprendida dentro de varias profesiones y carreras académicas como la Ingeniería Industrial, higiene industrial, terapia física, terapeutas ocupacionales, enfermeras, quiroprácticos, médicos del trabajo y en ocasiones con especialidades de Ergonomía. Se calcula que en México ocurre un accidente de trabajo cada 58 segundos. La necesidad de proteger a los trabajadores, contra las causas de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo, es una cuestión inobjetable. Estos problemas, que son propios de la legislación laboral, y se proyecta en la Ergonomía hacia una situación más radical: la adaptación de los métodos, instrumentos y condiciones de trabajo a la anatomía, fisiología y psicología del trabajador. Evitar el cansancio, ocasionado por la labor desempeñada, que impide al trabajador disfrutar de su tiempo libre; suprimir el aburrimiento concomitante a una actividad monótona; proteger a los obreros y empleados contra el envejecimiento prematuro, la fatiga y las sobrecargas, es una tarea extremadamente compleja. En países como el nuestro, que no es suficiente en la producción de maquinaria, ésta se importa, debiendo el trabajador enfrentarse a

instrumentos cuyas dimensiones no coinciden con sus características, ya que fueron diseñadas para sujetos con otras proporciones.

### **Materiales y métodos.**

Esta investigación se desarrolló para cubrir la necesidad del diseño de un software que apoye a cátedráticos y alumnos del área de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Aguascalientes, en las prácticas de la materia de Ergonomía. La investigación se basa en un diseño Cuasiexperimental, en el que se manipularon deliberadamente las variables para conocer su efecto y la relación con una o más variables dependientes para obtener un resultado aproximado que sirve como auxiliar al usuario para la toma de decisiones. (Roberto Hernández Sampieri, 2001) Las variables que intervienen en esta investigación son referentes a conjuntos de personas que las caracterizan y delimitan en determinados grupos de referencia utilizados para el diseño ergonómico. El sistema Experto aplicado a la Ergonomía da respuesta a las necesidades de múltiples factores que afectan a los procesos productivos por la falta de aplicación de ergonomía relacionada con malos diseños o posturas inadecuadas. Las variables que intervienen en esta investigación son las tomadas de las tablas ergonómicas de percentiles ya existentes. [6]. Se decidió que el Sistema Experto para las prácticas de Ergonomía, se haría en un *shell* (cascarón) llamado *Exsys*. Se realizó un estudio en la forma tradicional en una maquiladora de ropa, realizando los cálculos necesarios para estandarizar los asientos del personal que trabaja cosiendo la maquila. Lo anterior con la intención de verificar los resultados obtenidos por medio del estudio con los obtenidos de la misma muestra con el Sistema Experto de Ergonomía. En esta prueba se escogieron diez y seis personas al azar, en un solo grupo (de entre 18-24 años).

### **Resultados y discusión.**

Los resultados se obtuvieron en menos de una tercera parte del tiempo del cálculo normal. Además de reducir en forma importante los defectos de calidad en las operaciones imputados al cansancio de las operadoras por malas posturas al realizar su trabajo. El *shell Exsys* se seleccionó para esta investigación por motivos económicos ya que es de plataforma libre y programas como el Prolog (entre otros) es de marca registrada y tienen un alto costo. En la tabla de resultados existen variaciones que son insignificativas y no afectan al diseño, dichas variaciones pueden deberse a mediciones de error a la hora de la toma de muestras. A continuación se muestran los comparativos de ambos estudios:

				Medidas Antropométricas necesarias para el diseño ergonómico de un asiento								
				A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	m	1.47	19	0.365	0.435	0.385	0.460	0.795	0.295	0.310	0.456	0.231
2	m	1.42	18	0.352	0.422	0.379	0.454	0.789	0.289	0.304	0.450	0.225
3	m	1.4	20	0.347	0.417	0.377	0.452	0.787	0.287	0.302	0.448	0.223
4	m	1.47	18	0.365	0.435	0.385	0.460	0.795	0.295	0.310	0.456	0.231
5	m	1.48	21	0.367	0.437	0.387	0.462	0.797	0.297	0.312	0.458	0.233
6	m	1.48	18	0.367	0.437	0.387	0.462	0.797	0.297	0.312	0.458	0.233
7	m	1.46	18	0.362	0.432	0.384	0.459	0.794	0.294	0.309	0.455	0.230
8	m	1.47	21	0.365	0.435	0.385	0.460	0.795	0.295	0.310	0.456	0.231
9	m	1.45	20	0.360	0.430	0.383	0.458	0.793	0.293	0.308	0.454	0.229
10	m	1.48	19	0.367	0.437	0.387	0.462	0.797	0.297	0.312	0.458	0.233
11	m	1.49	19	0.370	0.440	0.388	0.463	0.798	0.298	0.313	0.459	0.234
12	m	1.48	22	0.367	0.437	0.387	0.462	0.797	0.297	0.312	0.458	0.233
13	m	1.46	20	0.362	0.432	0.384	0.459	0.794	0.294	0.309	0.455	0.230
14	m	1.4	22	0.347	0.417	0.377	0.452	0.787	0.287	0.302	0.448	0.223
15	m	1.49	19	0.370	0.440	0.388	0.463	0.798	0.298	0.313	0.459	0.234
16	m	1.45	18	0.360	0.430	0.383	0.458	0.793	0.293	0.308	0.454	0.229
<b>Σ/n</b>	<b>1.46</b>	<b>20</b>	<b>0.362</b>	<b>0.432</b>	<b>0.384</b>	<b>0.459</b>	<b>0.794</b>	<b>0.294</b>	<b>0.309</b>	<b>0.455</b>	<b>0.230</b>	

TABLA No. 1 Medidas Antropométricas de la muestra (calculado en forma tradicional)

Results	
E (altura sentado, normal)	.798
D (altura hombro)	.457
H (anchura hombros)	.457
B (largura nalga-poplitea)	.429
A (altura poplitea)	.361
C (altura codo, reposo)	.351
G (anchura caderas)	.307
F (anchura codo-codo)	.297
I (altura lumbar)	.229

Tabla No. 2 calculo en el Sistema Experto

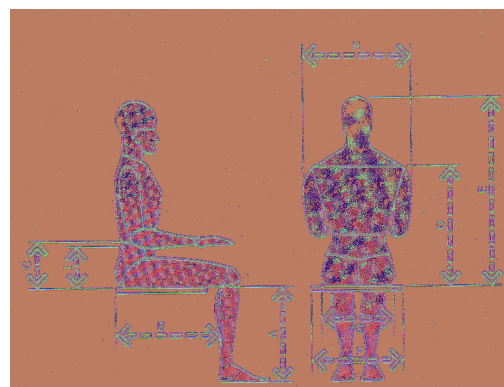


FIGURA No. 1 Medidas necesarias para el diseño

### Conclusión.

El constante cambio tecnológico mundial obliga al desarrollo de nuevas tecnologías como la que nos ofrece la Inteligencia Artificial a través del desarrollo e implementación de Sistemas Expertos, que sean auxiliares de los catedráticos en las materias que se requiera la práctica y emulación de los conocimientos teóricos. Así mismo, es importante reconocer que día a día los Ingenieros Industriales que egresan del Instituto Tecnológico de Aguascalientes enfrentan una alta competencia en el mercado laboral y en su desempeño en las diferentes áreas para los que son preparados, con la mayoría de los conocimientos teóricos y en una mínima parte de conocimientos prácticos. Es recomendable el involucramiento de los catedráticos de la Licenciatura en Ingeniería Industrial para enfrentar el reto que nos plantea el cambio tecnológico mundial con el desarrollo de nuevas tecnologías. En otras palabras, se propone el desarro-

llo de tecnología de punta (como los son los Sistemas Expertos) para que el egresado del Instituto Tecnológico de Aguascalientes de la Licenciatura de Ingeniería Industrial tenga la capacidad práctica máxima (en las empresas y en los laboratorios), para que aplique los conocimientos adquiridos en las aulas.

### Referencias

- [1] C. H. 1992. (Artículos expertos Máquinas inteligentes al servicio social) -*EXPERTS ARTIFICIELS - MACHINES INTELLIGENTES ET SAVOIR SOCIAL*. Paris. Ed. Seuil.
- [2] G. Criollo, Roberto., 1998. *ESTUDIO DEL TRABAJO MEDICIÓN DEL TRABAJO*. México. Ed. Mc. Graw Hill.
- [3] H. Sampieri, Roberto. Fernández Collado, Carlos. Baptista Lucio, Pilar., 2001. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*, 2a Ed. México.

- Ed. Mc. Graw Hill.
- [4] L. P. 1987. (LA MÁQUINA UNIVERSAL) *LA MACHINE UNIVERS*. Paris. Ed. la Découverte.
- [5] N. Benjamin W., 1970. INGENIERÍA INDUSTRIAL. MÉTODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS. México. Ed. Alfaomega.
- [6] P. Julius, Martín Zelnik.1984. LAS DIMENSIONES HUMANAS EN LOS ESPACIOS INTERIORES. ESTÁNDARES ANTROPOMÉTRICOS. México. Ediciones G. Gili, S. A.
- [7] P. J. 1987. *INTELIGENCIA ARTIFICIAL*. Madrid. Ed. Paraninfo.
- [8] P. J.J. 1999. *SISTEMAS EXPERTOS: UN ENFOQUE PRAGMÁTICO*. Argentina. Editorial UNR.
- [9] S. y Beltrán, J. 1990. *SISTEMAS EXPERTOS. UNA METODOLOGÍA DE PROGRAMACIÓN*. México. Ed. Macrobit.
- [10] S. Corina, 1998. MANUAL PARA LA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTOS E INFORMES DE INVESTIGACIÓN (TESIS), Segunda Edición. México. Ed. Oxford.
- [11] S.E.P., 1994. *REFORMA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA*, Ingeniería Industrial, México.