

# Cultura Científica y Tecnológica



Julio - Agosto, 2005

Año 2, No 9



---

## Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

---

Dr. Felipe Fornelli Lafón  
**Rector**

Quím. Héctor Reyes Leal  
**Secretario General**

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

M.I. Alberto Rodríguez Esparza  
**Jefe Depto. Ing. Civil y Amb.**

---

### CULCyT

---

**Fundador y Director Editorial**

Dr. Victoriano Garza Almanza

---

### Comité Editorial

---

Dr. Mohammad Badii  
Dr. Pedro Cesar Cantú  
M.C. Luis Felipe Fernández  
Dra. Perla Elvia García  
Dr. Victoriano Garza  
Dr. Víctor Hinojosa  
Dr. José Mireles Jr.  
Dr. Barry Thatcher  
Dr. Hugo Vilchis  
Dra. Leticia Villarreal

---

### Columnas

---

MC Luis Felipe Fernández.  
Coordinador  
Dr. Victoriano Garza  
MC Gerardo Padilla  
Dr. Jorge E. Rodas O.

Portada: V. Roberto Garza Sánchez



### Voynich

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

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

Correo electrónico: vgarza@uacj.mx

Los autores son responsables de sus textos.

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

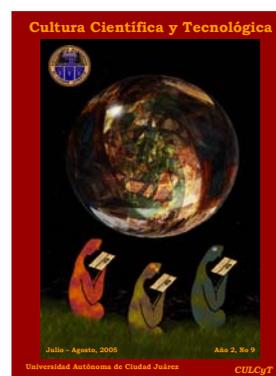
**CULCyT** en línea: <http://www.uacj.mx/IIT/CULCYT/default.htm>

# CULCyT

## CONTENIDO

Julio – Agosto, 2005.

Año 2, N° 9



Portada: V. R. Garza Sánchez

### EDITORIAL

Carta del Editor. Enfermedades Emergentes 3

### ARTÍCULO PRINCIPAL

Diseño, Construcción y Pruebas Básicas de un Transformador de Pequeña Capacidad 4

### MODELOS

Caracterización de las Tendencias en los Modelos para Estudiar Problemas de Equipamiento y Adquisición de Tecnología 16

### RESIDUOS SÓLIDOS

Limpieza de Basureros Clandestinos en Ciudad Juárez 26

### ALERTA MUNDIAL

Gripe Aviar 37

### COLUMNAS

Luis F. Fernández A veces me siento y pienso... 40

Victoriano Garza Publica o Perece 41

Gerardo Padilla El Software en México 43

Jorge E. Rodas La Puerta 44

### CIENCIA EN LA NOTICIA

Murió el físico Jerzy F. Plebañsky, nieto intelectual de Einstein 45

Emisiones de dióxido de carbono vuelven ácidos los mares, advierten científicos 45

Insta Nóbel a gobierno mexicano a apoyar ciencia básica 47

### GALERÍA

Instituto de Ingeniería y Tecnología: Vista Parcial 49

# Carta del Editor

## ENFERMEDADES EMERGENTES

Durante los últimos ciento cincuenta años, el progreso de las naciones, fincado en el desarrollo científico y tecnológico, así como en la consecuente multiplicación de los seres humanos y sus bienes, ha impactado a la naturaleza del planeta de una manera tan destructiva que ningún estudioso del pasado hubiera podido pronosticar las características y dimensiones de este fenómeno; de haberlo hecho, sin duda lo hubieran tildado de loco o, como conjetura Lin Tai Wao en su “Leyenda del desarrollo sustentable”, de “profeta del mal”. Las selvas y los campos, el aire, los ríos y los mares, no son lo que eran cuando los primeros automotores comenzaron a rodar por el mundo, mucho menos lo que los exploradores encontraron en los continentes a lo largo del segundo milenio.

La cosecha de las conquistas de los exploradores geográficos e intelectuales ha sido históricamente favorable para la especie humana, para una pequeña parte de la humanidad que se ha visto beneficiada con los avances de la ciencia y los productos de la industria tecnológica, pero la acumulación de los incesantes impactos ecológicos de sus acciones y de los millones de toneladas de residuos contaminantes que genera año tras año, están provocando efectos adversos, muchos de ellos aún desconocidos, sobre los millones de especies de seres vivientes que habitan la Tierra.

Las llamadas “enfermedades emergentes” como el ébola, el sida, Marburgo, el “mal de las vacas locas”, el SARS, y muchas otras más, desconocidas algunas hace treinta, veinte o cinco años, emergieron abruptamente de entre la naturaleza desequilibrada y literalmente se brincaron (jumping diseases) al hombre.

Algunas han sido altamente letales, como el ébola, pero circunscritas al África Central; otras que matan lentamente, como el sida, se dispersan de manera explosiva a lo largo y ancho del planeta; unas más van ganando terreno paulatinamente, como la “gripe del pollo”. Esta última ha dado muestras de que puede brincar desde las aves al hombre, por lo que ha provocado más de 60 casos mortales en Asia, y si muta, como los expertos temen que ocurra, causar un daño similar o peor al producido por todas las guerras juntas de los últimos 50 años.

No gratuitamente la Organización Mundial de la Salud está haciendo un llamado de alerta a la población planetaria, pues ante la falta de respuesta inmunológica – natural y artificial– a una amenaza como esta, lo único que queda es la prevención y la preparación ante lo que pueda venir.

*Victoriano Garza Almanza*

## Diseño, Construcción y Pruebas Básicas de un Transformador de Pequeña Capacidad

M.C. Onofre A. Morfín Garduño<sup>1</sup>, M.I. David García Chaparro<sup>2</sup>, M.I. Gabriel Bravo Martínez<sup>3</sup>

### RESUMEN

Básicamente se reportan algunas de las actividades teórico-prácticas que se han desarrollado en el tema de Sistemas Magnéticos de la materia de Máquinas y Fuentes de Corriente Directa ofertada en la carrera de Ingeniería Eléctrica del Instituto de Ingeniería y Tecnología en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua. Se inicia con el proceso de diseño de un transformador de pequeña capacidad, posteriormente se presentan las etapas de su fabricación y en la parte final se realizan procedimientos prácticos, para establecer su circuito equivalente y poder así cuantificar analíticamente su regulación de voltaje, su eficiencia, pérdidas en los conductores y pérdidas magnéticas.

### 1. Diseño del Transformador

Se utilizan laminaciones tipo E, en la fabricación del transformador de pequeña capacidad tipo acorazado con núcleo cuadrado, sus medidas están en función del ancho de la columna central. Para la laminación 100 esta medida es de una 1.0 pulgada (ver Figura 1). La información de entrada al proceso de diseño consiste en: a) registrar el número de identificación de la laminación, b) los valores eficaces de la corriente y el voltaje de salida del transformador, c) el voltaje eficaz de entrada y d) el nivel de pérdidas deseado

de los conductores en porcentaje (valor por omisión: 5%). En el proceso de diseño se dimensiona el sistema magnético del transformador (longitud media, área transversal), se cuantifican las resistencias de los devanados primario y secundario, la inductancia de magnetización y el nivel de pérdidas en los conductores. En la etapa de resultados se reporta: el calibre del conductor, el número de vueltas y el peso en gramos de cable requerido para cada devanado. Además, se reporta el tipo de laminación.

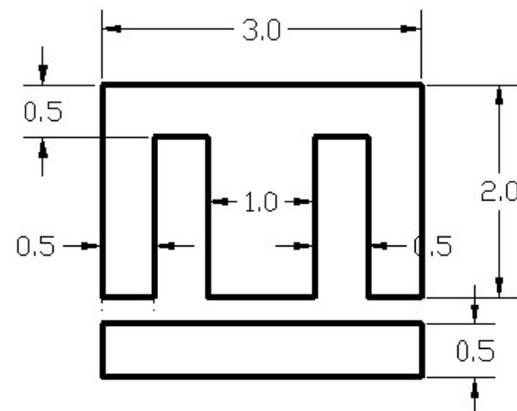


Figura 1. Laminación tipo E.

Algunas de las ecuaciones que se aplican en el proceso de diseño son:

*Voltaje Inducido en el primario*

$$V_p = 4.44 N_p f B_{\max} A_c \quad (1)$$

donde:

<sup>1</sup> Depto. de Eléctrica y Computación, IIT. UACJ. [omorfin@uacj.mx](mailto:omorfin@uacj.mx)

<sup>2</sup> Depto. de Eléctrica y Computación, IIT. UACJ. [dagarcia@uacj.mx](mailto:dagarcia@uacj.mx)

<sup>3</sup> Depto. de Eléctrica y Computación, IIT. UACJ. [gbravo@uacj.mx](mailto:gbravo@uacj.mx)

$V_p$  = Voltaje inducido en el primario.  
 $N_p$  = Número de vueltas del primario.  
 $f$  = Frecuencia.  
 $B_{max}$  = Densidad de campo magnético máxima.  
 $A_c$  = Área de la sección transversal del núcleo, donde se montan las bobinas.

*Relación de vueltas del transformador*

$$a = \frac{V_p}{V_s} \quad (2)$$

donde:

$V_p$  = Voltaje inducido en el primario.  
 $V_s$  = Voltaje inducido en el secundario.

*Resistencia en un devanado*

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (3)$$

donde:

$\rho$  = Resistividad del alambre magneto.  
 $l$  = longitud del alambre.  
 $A$  = Área de su sección transversal.

*Pérdidas en el conductor, en Watts*

$$P_R = RI^2 \quad (4)$$

donde:

$R$  = Resistencia del devanado.  
 $I$  = Corriente en el devanado.

*Inductancia de magnetización*

$$L_m = \frac{\mu_c N_p^2 A_c}{l_c} \quad (5)$$

donde:

$N_p$  = Número de vueltas del primario.  
 $\mu_c$  = permeabilidad del núcleo magnético  
 $A_c$  = Área de su sección transversal.  
 $l_c$  = longitud media del núcleo.

Para calcular la longitud media y definir el área de la sección transversal del núcleo del transformador tipo acorazado que tiene dos ventanas, se debe determinar el sistema magnético equivalente a un transformador tipo columna, el cual solo tiene una ventana.

## 1.1 Interfaz de usuario del programa de diseño

El proceso de diseño del transformador de pequeña capacidad fue desarrollado en el lenguaje orientado a objetos C#, teniendo el objetivo de diseñar una aplicación fácil de manejar por parte del usuario.

*Datos de entrada.* Los parámetros de entrada comprenden: tipo de laminación, voltaje de entrada, voltaje y corriente de salida y el nivel de pérdidas en el cobre deseado. Ver Figura 2.



Figura 2. Datos de entrada

*Parámetros de diseño.* Se reportan los parámetros más importantes del sistema magnético y de los devanados primario y secundario. Ver Figura 3.

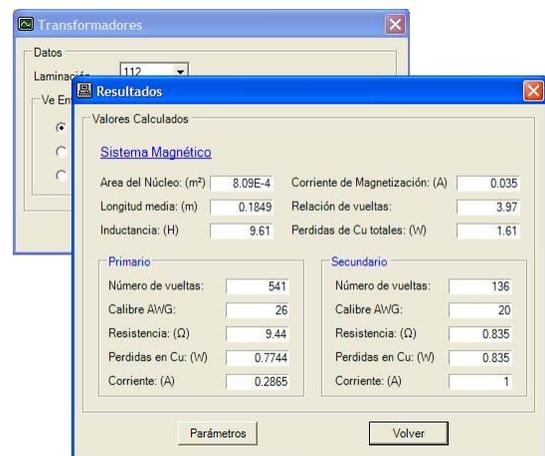


Figura 3. Parámetros de diseño

*Parámetros de Fabricación.* Se reportan los parámetros necesarios a considerar en el proceso de fabricación del transformador. Ver Figura 4.

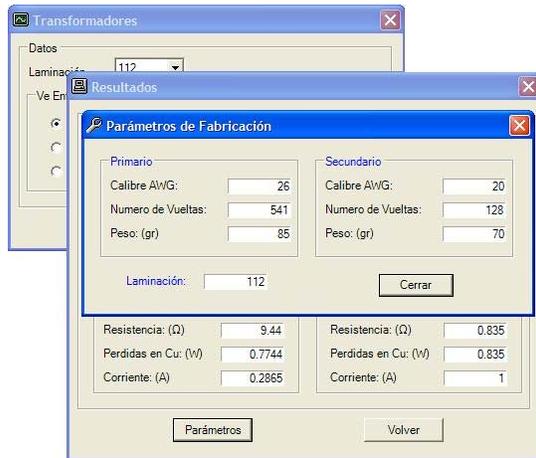


Fig. 4 Parámetros de fabricación.

## 2. Construcción del Transformador

El material requerido para la fabricación del transformador de pequeña capacidad consiste en las laminaciones de acero al silicio tipo “E” y tipo “I”, un carrete de plástico donde se alojan ambos devanados, dos calibres AWG de alambre magneto para los devanados primario y secundario, y accesorios para la sujeción del transformador. Ver Figura 5.



Fig. 5 Material requerido para la fabricación.

El carrete de plástico donde se alojan ambos devanados es de sección cuadrada, por lo que primero tiene que enrollarse el devanado primario, el cual es de menor calibre y más fácil de maniobrar. Posteriormente se aplica una capa de cinta aislante, para después enrollar el devanado secundario, teniendo la previsión de que si debe contar con una derivación central, debe prepararse una terminal de salida a la mitad del número de vueltas. En la figura 6, se presenta el carrete con los dos devanados enrollados.

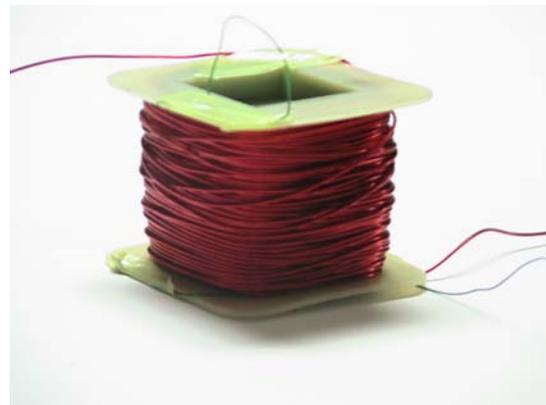


Fig. 6 Carrete con ambos devanados enrollados.

En la figura 7, se muestra la herramienta manual con la que se enrollaron los devanados del transformador, la cual

tiene un contador mecánico a base de engranes.

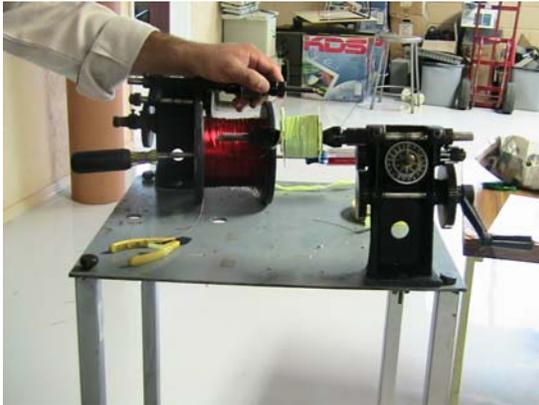


Fig. 7 Herramienta utilizada para embobinar.

En la Figura 8, se muestra el transformador fabricado cuyas variables de salida son: 1 Ampere y 32 volts.

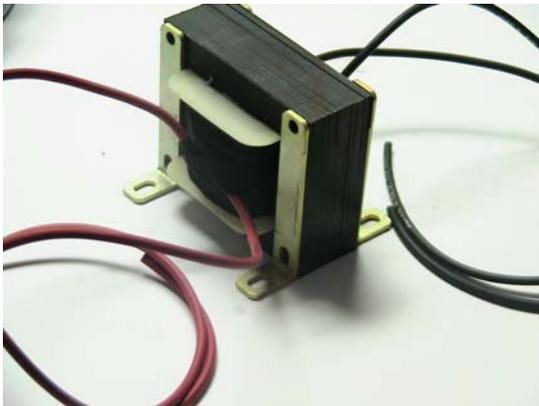


Fig. 8 Transformador construido.

### 3. Pruebas Eléctricas

Se realizaron pruebas estándar al transformador construido, se destaca el procedimiento para determinar la inductancia mutua entre los devanados, el circuito eléctrico utilizado para emular el lazo de histéresis, y la utilización del osciloscopio para distinguir el defasamiento de la corriente respecto al voltaje, en la prueba en vacío y en la de corto circuito.

### 3.1 Relación de vueltas

Se conecta un autotransformador de laboratorio (variac) al primario del transformador, con un voltmetro se mide el voltaje en el primario y el voltaje inducido en el secundario, como es mostrado en el circuito de la figura 9.

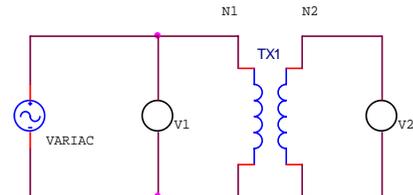


Figura 9. Determinación de la relación de vueltas.

*Relación de vueltas del transformador*

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad (6)$$

V1	V2
119.8	29.9

Tabla 1. Mediciones de la relación de voltajes.

Por lo que la relación de vueltas del primario respecto al secundario del transformador corresponde a 4.

$$a = \frac{V_1}{V_2} = 4$$

### 3.2 Número de vueltas del primario

El procedimiento consiste en aplicar el voltaje nominal al devanado correspondiente, para medir el voltaje inducido en una o varias vueltas, de alambre previamente enrollado, sobre los devanados del transformador. La relación del voltaje de alimentación y la (s) vuelta (s) establece el número de vueltas del devanado. En esta prueba se enrollaron

cuatro vueltas a través de la ventana del transformador.

*Numero de vueltas del primario*

$V_1$	$V_{4vueltas}$
119.8	0.8858

Tabla 2. Medición del número de vueltas del primario.

$$N_1 = \frac{119.8}{0.8858} \times 4 = 541 \text{ vueltas}$$

*Numero de vueltas del secundario*

$V_2$	$V_{4vueltas}$
29.89	0.8842

Tabla 3. Medición del número de vueltas del secundario.

$$N_2 = \frac{29.89}{0.8842} \times 4 = 135 \text{ vueltas}$$

### 3.3 Identificación de las marcas de polaridad

Para realizar esta prueba se alimenta al primario del transformador con voltaje nominal, previamente se conecta una terminal del primario con la del secundario como se muestra en la figura 10. Se conecta un voltmetro entre las terminales del primario y secundario que están disponibles. Si la lectura obtenida corresponde a la resta del voltaje del primario y del secundario, las marcas se colocan en las terminales donde está conectado el voltmetro. Si la lectura es la suma, las marcas de polaridad deberán estar una en la terminal donde está el voltmetro y la otra en la terminal donde se unió el primario y el secundario.

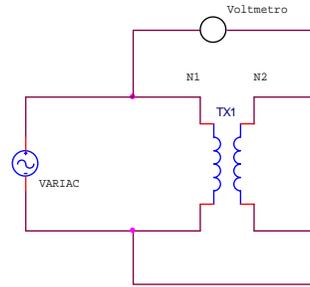


Figura 10. Identificación de las marcas de polaridad.

$V_1$	$V_{\text{Voltmetro}}$
120	150

Tabla 4. Identificación de Marcas de polaridad.

Debido a que la medición registrada por el voltmetro corresponde a la suma de los voltajes del primario y secundario, las marcas de polaridad están cruzadas, respecto a la presentación física de las terminales de ambos devanados.

### 3.4 Resistencias de los devanados

Se mide la resistencia de cada devanado, previamente con un multímetro para tener una referencia de su valor. Posteriormente se aplica el método volt-amperímetro alimentando con una fuente de corriente directa al devanado de manera que circule la corriente nominal. Al aplicar la ley de Ohm se relacionan las mediciones del voltmetro y del amperímetro y se determina la resistencia. Este proceso debe de realizarse para ambos devanados.

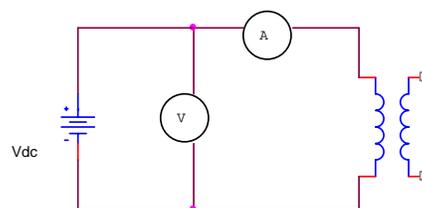


Figura 11. Medición de la resistencia de un devanado.

*Resistencia del devanado primario*

V	I
2.5708 V	0.2588 A

Tabla 5. Medición de la resistencia del primario.

$$R_1 = \frac{V}{I} = \frac{2.5708}{0.2588} = 9.93 \ \Omega$$

*Resistencia del devanado secundario*

V	I
0.418 V	0.547 A

Tabla 6. Medición de la resistencia del secundario.

$$R_2 = \frac{V}{I} = \frac{0.418}{0.547} = 0.76 \ \Omega$$

**3.5 Inductancias propias del devanado primario y secundario**

*Circuito Acoplado.*

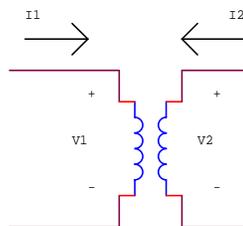


Figura 12. Circuito acoplado magnéticamente.

Relaciones de voltaje en función del tiempo, para un circuito magnéticamente acoplado:

$$\begin{aligned} v_1(t) &= L_{11} \frac{di_1}{dt} + L_{12} \frac{di_2}{dt} \\ v_2(t) &= L_{21} \frac{di_1}{dt} + L_{22} \frac{di_2}{dt} \end{aligned} \quad (7)$$

donde:

$L_{11}$  es la inductancia propia del primario.

$L_{22}$  la inductancia propia del secundario.

$L_{12}$  la inductancia mutua de ambos devanados.

Para determinar la inductancia propia de un devanado, preliminarmente se aplica el método volt-amperímetro, alimentando con corriente alterna a voltaje nominal, para definir la impedancia, Figura 13. Posteriormente se calcula la reactancia en función de la impedancia y de la resistencia del devanado. La reactancia al relacionarla con la frecuencia de alimentación establece la inductancia del devanado.

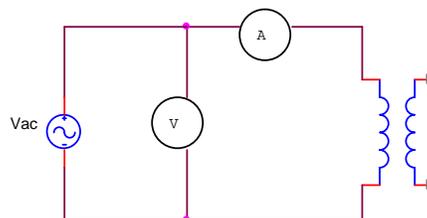


Figura 13. Medición de la inductancia propia de un devanado.

Se aplican las siguientes relaciones:

$$X_{devanado} = \sqrt{\left(\frac{V}{I}\right)^2 - (R_{devanado})^2} \quad (8)$$

$$L_{propia} = \frac{X_{devanado}}{2\pi f} \quad (9)$$

### Inductancia propia del devanado primario

V	I
120.75 V	45 mA

Tabla 7. Inductancia propia del primario.

$$Z_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{120.75}{0.045} = 2683.3 \ \Omega$$

$$L_1 = \frac{\sqrt{2683.3^2 - 9.93^2}}{2\pi(60 \text{ Hz})} = 7.1 \text{ H}$$

### Inductancia propia del devanado secundario

V	I
30.33 V	180.4 mA

Tabla 8. Inductancia propia del secundario.

$$Z_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{30.33}{0.180} = 168.1 \ \Omega$$

$$L_2 = \frac{\sqrt{(168.1)^2 - (0.76)^2}}{2\pi(60 \text{ Hz})} = 0.446 \text{ H}$$

### 3.6 Procedimiento para determinar la inductancia mutua

Utilizando el método volt-amperímetro se determina la inductancia  $L_a$  del arreglo mostrado en la figura 14, en donde de acuerdo a la ubicación de las marcas de polaridad, el voltaje de alimentación debe de corresponder a la diferencia de los

voltajes nominales de los devanados, esto con la finalidad de que no se sature el núcleo por sobrevoltaje.

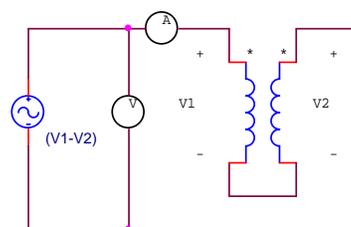


Figura 14. Medición de la inductancia, arreglo a).

V	I
150.2 V	0.035 A

Tabla 9. Mediciones en el arreglo a)

Para la inductancia  $L_b$  del arreglo mostrado en la figura 15, las marcas de polaridad están cruzadas, por lo que el voltaje de alimentación debe de corresponder a la suma de los voltajes nominales de los devanados, esto con la finalidad de establecer el mismo grado de saturación del inciso anterior.

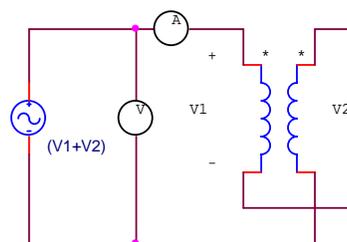


Figura 15. Medición de la inductancia, arreglo b).

V	I
150.2 V	0.035 A

Tabla 10. Mediciones en el arreglo b)

Se aplican las siguientes relaciones, para ambos arreglos:

$$L_a = \frac{\sqrt{\left(\frac{V}{I}\right)^2 - (R_r)^2}}{2\pi f} \quad (10)$$

$$L_{12} = \frac{|L_a - L_b|}{4} \quad (11)$$

	L
Arreglo a)	11.25 H
Arreglo b)	4.12 H

Tabla 11. Inductancias de cada arreglo

Cálculo de la inductancia mutua, ec. 11

$$L_{12} = \frac{|11.25 - 4.12|}{4} = 1.78 \text{ H}$$

### 3.7 Prueba en vacío

Se realiza a voltaje nominal aplicado al lado más conveniente, regularmente es el lado de baja. Como el transformador utilizado es de pequeña capacidad, se alimenta el primario. Debido a que el nivel de potencia consumido por el transformador en esta prueba es muy bajo, se optó por distinguir el defasamiento entre la corriente y el voltaje con un osciloscopio. Ver Figuras 16 y 17.

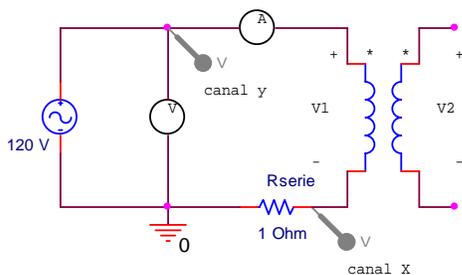


Figura 16. Conexión de la prueba en vacío.

V	I
120.7 V	44.6 mA

Tabla 12. Mediciones de la prueba en vacío.

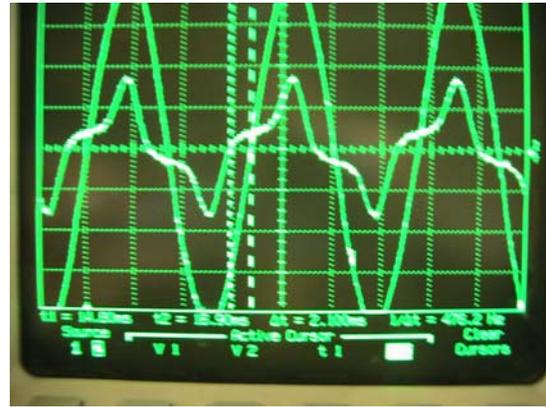


Figura 17. Defasamiento de la corriente de magnetización respecto al voltaje.

En la figura 17, se muestra el defasamiento de la corriente de magnetización respecto al voltaje, se registro un retardo de 2.1 ms que corresponde a 45.3° a la frecuencia de 60 Hz, ecuación 13.

$$\theta = \omega t \times \frac{180^\circ}{\pi \text{ rad}} = 2\pi f t \times \frac{180^\circ}{\pi \text{ rad}} \quad (12)$$

Ecuaciones utilizadas en esta prueba:

Factor de Potencia

$$f.p. = \cos \theta \quad (13)$$

Potencia consumida en la prueba:

$$P_{oc} = V_{oc} I_{oc} f.p. \quad (14)$$

Resistencia de pérdidas magnéticas

$$R_{oc} = \frac{V_{oc}^2}{P_{oc}} \quad (15)$$

Corriente de pérdidas

$$I_c = \frac{V_{oc}}{R_c} \quad (16)$$

Corriente de magnetización

$$I_m = \sqrt{I_{oc}^2 - I_c^2} \quad (17)$$

Reactancia de magnetización

$$X_m = \frac{V_{oc}}{I_m} \quad (18)$$

Inductancia de magnetización

$$L_m = \frac{X_m}{2\pi f} \quad (19)$$

Por lo tanto, los resultados de la prueba en vacío son:

Angulo de defasamiento	$\theta$	45.3°
Factor de potencia	f.p.	0.7026
Perdidas en vacío	P <sub>OC</sub>	4 Watts
Resistencia de perdidas	R <sub>OC</sub>	4077 Ω
Corriente de pérdidas	IC	0.031 A
Corriente de magnetización	Im	0.032 A
Reactancia de magnetización	X <sub>m</sub>	3991 Ω
Inductancia de magnetización	L <sub>m</sub>	10.6 H

Tabla 13. Resultados de la prueba en vacío.

### 3.8 Prueba en corto circuito

Esta prueba se realiza a corriente nominal, se conecta el lado de baja en corto y se aumenta gradualmente desde cero el voltaje alimentado al primario. En esta prueba, las pérdidas en el núcleo se desprecian debido a que el voltaje es muy bajo.

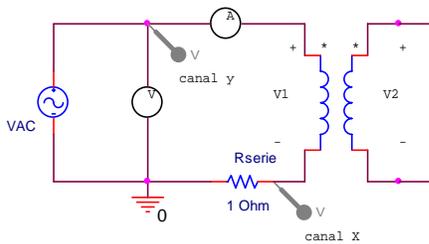


Figura 18. Conexión de la prueba en corto circuito.

V	I	Retraso de corriente
5.528 V	0.255 A	2.1 ms

Tabla 14. Mediciones de la prueba en corto circuito.

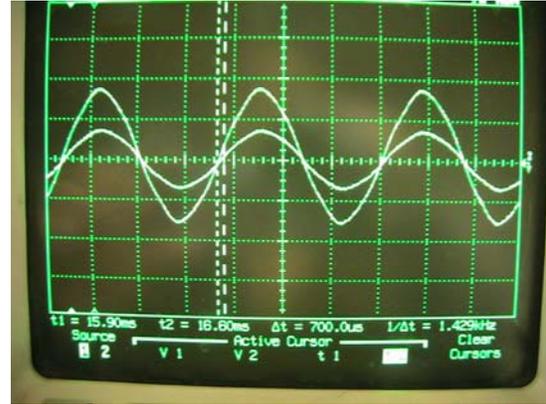


Figura 19. Defasamiento de la corriente respecto al voltaje, en la prueba de corto circuito.

se registro un retardo de 700 μs que corresponde a 15.1° a la frecuencia de 60 Hz, ecuación 13.

Ecuaciones utilizadas en esta prueba:

Resistencia de pérdidas en el cobre

$$R_{eq1} = \frac{P_{sc}}{I_1^2} = \quad (20)$$

Impedancia de la prueba

$$Z_{eq1} = \frac{V_1}{I_1} \quad (21)$$

Reactancia de dispersión magnética

$$X_{eq1} = \sqrt{Z_{eq1}^2 - R_{eq1}^2} \quad (22)$$

Resistencias del primario y del secundario

$$R_1 = R_2 = \frac{R_{eq1}}{2} \quad (23)$$

Reactancias de dispersión de ambos devanados

$$X_1 = X_2 = \frac{X_{eq1}}{2} = \frac{5.72}{2} = 2.8 \Omega \quad (24)$$

donde R'₂ y X'₂ son la resistencia y reactancia del secundario referidas al primario.

Por lo tanto, los resultados de la prueba en corto circuito son:

Factor de potencia	f.p.	0.965
Perdidas en corto circuito	$P_{SC}$	1.36 W
Resistencia equivalente total	$R_{eq1}$	20.9 $\Omega$
Impedancia equivalente total	$Z_{eq1}$	21.7 A
Reactancia equivalente total	$X_{eq1}$	5.72 A
Resistencia de cada devanado	$R_1=R'_2$	10.4 $\Omega$
Reactancia de cada devanado	$X_1=X'_2$	2.8 H

Tabla 15. Resultados de la prueba en vacío.

A partir de las mediciones de las pruebas en vacío y en corto circuito y de su análisis, se establecen los parámetros del circuito equivalente eléctrico de operación del transformador. Ver Figura 20.

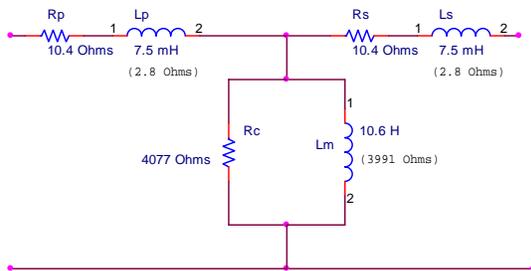


Figura 20. Circuito Eléctrico Equivalente

### 3.9 Pérdidas de energía en el núcleo

Las pérdidas en el núcleo en los sistemas electromagnéticos comprenden dos componentes, las pérdidas por corrientes inducidas (corrientes de Eddy) y las pérdidas por histéresis. Las pérdidas por corrientes de Eddy se deben a lazo de corriente inducida debido al campo magnético variante en el tiempo a una frecuencia de 60 Hz y a las características de conductividad eléctrica del núcleo magnético.

### 3.10 Pérdidas de energía en el núcleo por efecto del lazo de histéresis

Cuando los sistemas electromagnéticos tales como relevadores, motores y transformadores se alimentan con corriente alterna, el efecto de magnetización y desmagnetización no se establece en el mismo lugar geométrico de la curva de magnetización y es así como se establece el lazo de histéresis cuya área representa una de las componentes de pérdidas en el núcleo, Figura 21.

#### Características del Lazo de Histéresis

- El lazo de histéresis muestra que la relación entre B y H es una relación no lineal y multivaluada. El concepto básico de función no aplica, ya que para un valor de la variable independiente, H, le corresponden dos diferentes valores de la función, uno que corresponde al proceso de magnetización y otro para la desmagnetización.

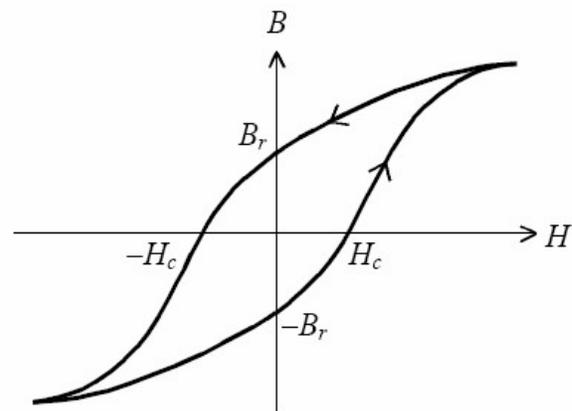


Figura 21. Lazo de histéresis.

- A través de todo el ciclo de magnetización la densidad de flujo atrasa a la intensidad magnética. Al

desmagnetizarse positivamente el núcleo, cuando la fuerza magnetizante cruza por cero la densidad de campo magnético, todavía tiene un valor importante el cual se denomina magnetismo remanente. Una vez que la densidad cruza por cero, el valor de la intensidad magnética es negativo y se denomina fuerza coerciva, necesaria para desmagnetizar el núcleo.

- c) El lugar geométrico de los valores máximos de H de varios lazos, alimentando con una fuente de voltaje variable al devanado, establecen la curva de magnetización del material ferromagnético, Figura 22.
- d) Debido a la no linealidad del lazo de histéresis, la forma de la corriente de magnetización se distorsiona, y debido al ancho de histéresis, provoca que la distorsión no sea simétrica respecto a la vertical. Ver Figura 25.

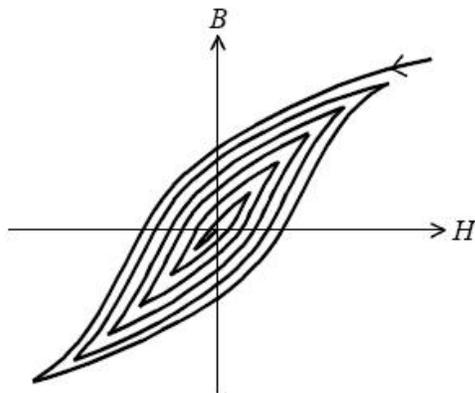


Figura 22. Familia de lazos de histéresis.

### 3.11 Obtención del lazo de histéresis en forma experimental

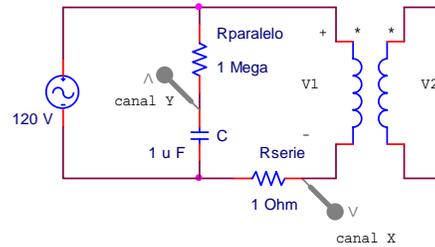


Figura 23. Circuito que emula el lazo de histéresis.

#### Intensidad magnética, H.

Aplicando la ley de Amper y despejando H, se obtiene

$$H = \frac{N_{\text{primario}} i_{\text{primario}}}{l_c} \quad (25)$$

Conectando una resistencia de 1 Ω en serie con el transformador, se establece una relación directa entre su voltaje en terminales y la intensidad magnética H, ecuación

$$H = \frac{N_{\text{primario}} V_R}{R_{\text{serie}} l_c} \quad (26)$$

El número de vueltas del primario,  $N_{\text{primario}}$  y la longitud media del circuito magnético,  $l_c$ , se obtienen de los parámetros de diseño. Ver Figura 3.

$$H = \frac{541}{(1)(0.1849)} V_R = 2926 V_R$$

Por lo tanto, la ganancia para hacer corresponder la corriente de magnetización con la intensidad de campo magnético es de 2926.

#### Densidad Magnética, B

Aplicando la Ley de Inducción de Faraday y despejando B, se obtiene

$$B = \frac{1}{NA} \int V_p dt \quad (27)$$

de la rama en paralelo del circuito que emula la curva de magnetización, fig. 23.

$$V_p = R_p C \frac{dV_c}{dt} + V_c \quad (28)$$

donde:

$$\int (V_p - V_c) dt = R_p C \int dV_c$$

si  $V_C \ll V_p$ , entonces

$$\int V_p dt \approx R_p C V_c \quad (29)$$

substituyendo la ecuación 29 en la 27,

$$B = \frac{C R_{paralelo}}{N A_c} V_c \quad (30)$$

Substituyendo los valores de  $N_p$  y  $A_c$ , obtenidos del programa de diseño, Fig. 3.

$$B = \frac{(1E-6)(1E6)}{(541)(8.093E-4)} V_c = 2.28 V_c$$

De la anterior ecuación, la ganancia para hacer corresponder el voltaje sentido en terminales del capacitor con la densidad de campo magnético es de 2.28.

En la figura 24, se muestra el lazo de histéresis del transformador, en donde el punto máximo tiene como coordenadas a ( $V_R = 86.7$  mV,  $V_C = 437$  mV) que corresponde a ( $H = 253$  A.v/m,  $B = 1.0$  Teslas). En la Figura 25 se presenta la corriente de magnetización del transformador.

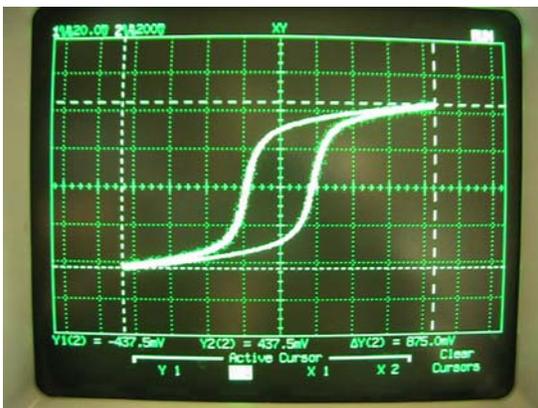


Figura 24. Lazo de histéresis emulado.



Figura 25. Corriente de magnetización.

#### 4. Conclusiones

En la presente investigación se presenta en forma integral las etapas de diseño y construcción de un transformador de pequeña capacidad, además de establecer las pruebas físicas y eléctricas estándar de los transformadores, las cuales pueden extrapolarse a transformadores de mayor capacidad.

#### Referencias Bibliográficas

- Paresh, Sen C. 1997. *"Principles of Electric Machines and Power Electronics"*. U.S. John Wiley and Sons.
- Huelsman, Lawrence P. 1991. *"Basic Circuit Theory"*, 3<sup>rd</sup> edition. U.S. Prentice Hall.

# Caracterización de las Tendencias en los Modelos para Estudiar Problemas de Equipamiento y Adquisición de Tecnología

Dr. Salvador Noriega Morales<sup>1</sup>, Dr. Francisco Lopez Jaquez<sup>2</sup>

## Resumen

Estudio descriptivo de las tendencias en los modelos para evaluación de tecnologías de equipo. En él se caracterizan los modelos en el estado del arte y los de la práctica generalizada para evaluar tecnologías, también se exponen las debilidades de los diversos tipos de modelos y se destacan las opiniones de los expertos sobre los contenidos de teorías más efectivas para estudiar este tipo de problemas. En este trabajo se considera que el equipamiento es un caso específico de transferencia de tecnología, que es un problema muy amplio que puede incluir al reemplazo de equipos, la adopción y asimilación de tecnologías y algunos proyectos de innovación y desarrollo de tecnología. Siendo todos ellos problemas de planeación de la tecnología de la empresa y por tanto, complejos, extensos, que aún no están estructurados de una forma generalmente aceptada, definitiva, efectiva y cómo la tecnología es la principal fuente de ventaja competitiva, por ello es necesario determinar el estado del arte y las prácticas industriales con las que se aborda este tipo de problemas.

## 1. Modelo para Evaluación Económica de Alternativas Tecnológicas

En la práctica generalizada para la evaluación de alternativas se utilizan modelos de tipo económico-financiero. En este tipo de modelado, la estructuración y el análisis del problema se realizan por medio de una sola metodología, de flujo descontado y su aplicación sigue un proceso muy atractivo por su simplicidad. Para describir este tipo de modelos, en las siguientes secciones serán caracterizados sus aspectos metodológicos, el contenido teórico, así como el esquema organizacional para administrarlos.

### 1.1. Descripción del Modelo de Evaluación Económica

Los problemas de equipamiento son modelados mediante un proceso de dos etapas: 1) la definición del problema y 2) el análisis. La primera de ellas inicia en la selección de la metodología (que es tomada del inventario de técnicas de ingeniería económica) y como la misma metodología indica cuáles serán las variables que serán utilizadas, la definición y estructura del problema están determinadas por la metodología que sea aplicada. Luego se

<sup>1</sup> Depto. Ing. Industrial y Manufactura. UACJ. [snoriega@uacj.mx](mailto:snoriega@uacj.mx)

<sup>2</sup> Depto. Ing. Industrial y Manufactura. UACJ. [frlopez@uacj.mx](mailto:frlopez@uacj.mx)

colectan los datos de variables como la capacidad, mantenimiento, tiempo de preparación, costos de operación, etc.. De esta manera, el modelado es relativamente simple, puesto que para la definición del problema, el analista solo tiene que decidir que técnica aplicará y su selección está basada en la práctica industrial común. Este proceso es apreciado por la aplicación sencilla y su alta repetibilidad, además de que el planteamiento del problema y su análisis se realiza con la misma metodología.

En la segunda etapa, el analista aplica una técnica como Valor Presente Neto o Costo Anual Uniforme Equivalente, con las que transforma los flujos de efectivo a una cantidad compuesta. Este proceso también es sencillo, puesto que las variables son conmensurables (pueden ser medidas con la misma unidad) y son agregadas algebráicamente mediante una ecuación de primer orden. Desde una perspectiva metodológica, este tipo de modelos opera bajo el principio de racionalidad acotada, puesto que la búsqueda de solución se ejecuta mediante la ecuación y es en su lógica en la que descansa la confianza del analista de que es aceptable el nivel de satisfacción que se obtendrá de la solución. De esta manera, la racionalidad del proceso radica en la aplicación generalizada (práctica común) del modelado económico-financiero y en la lógica inherente del mismo.

En relación con el esquema organizacional para administrar este trabajo, está basado en el trabajo individual de expertos con perfil económico-financiero y que están organizados mediante una estructura funcional.

## **1.2. Debilidades del Modelo para Evaluación Económica**

Las principales desventajas están relacionadas con el limitado poder explicativo del modelado económico, así como a su despliegue y ellas son las siguientes:

- La selección de la metodología y el proceso de adaptación del modelo,
- La racionalidad del análisis y el poder explicativo de las metodologías para solución,
- Las habilidades requeridas en el analista y
- El esquema organizacional utilizado para administrar el modelo.

En relación con el primero y segundo puntos, en el proceso de modelado el analista enfrenta dos problemas: 1) El nivel de representación del modelo, que generalmente es reducido y 2) La selección de la mejor metodología para abordar el problema, pues el inventario de metodologías es muy amplio.

Para el primer problema, el analista decide que variables utilizará cuando selecciona la metodología, porque son parte de su contenido, sin embargo, es común que en un modelo cuantitativo sean excluidas variables importantes como la flexibilidad del equipo, su administrabilidad, controlabilidad y el impacto estratégico y de esta forma la complejidad de la realidad y la misma representatividad del modelo se reducen. Este tipo de modelado lo presenta Choon (1995) en el siguiente ejemplo: *Supongamos que un equipo será seleccionado entre dos alternativas, A procesa la parte x en 55 segundos a un costo de \$ 20/unidad y B lo hace en 55 segundos a \$25/unidad.* Bajo esta estructura, las metodologías explican cual de las alternativas es más eficiente en costos, pero como se omiten los criterios

mencionados anteriormente, el modelo no representa la totalidad de la realidad. Lo que se confirma con el reporte de Lewis (2002), quién comenta que los relativamente bajos desempeños de las tecnologías para la manufactura avanzada se pueden explicar no por las propias fallas del equipo, sino por la inadecuada atención en las prioridades estratégicas, la cultura y entrenamiento.

Según Sawaragi, (1992), el modelado matemático tradicional reduce la complejidad de la realidad porque no es posible representarla mediante una interpretación simplificada y porque la perspectiva analítica y reduccionista del modelado cuantitativo implica que la atención sólo se centra en algunas partes del problema. Es por ello que se necesita una teoría más amplia, como se presenta en los trabajos de Lefley, (1998), Gogus, (1998) y Chifos, (1997).

Wierzbicki, (1997) por su parte, afirma que ese reduccionismo se debe a que no se aplican diversas disciplinas para estudiar el sistema completo y como para Bose, (1997), la mente humana tiene una capacidad limitada para manejar información, entonces, un solo experto no es capaz de estudiar todo el sistema para definir su dominio. La complejidad del problema y el costo asociado al abordarlo en grupos ha llevado a que estos problemas de planeación sean reducidos a un subproblema de evaluación y aunque no representen adecuadamente la complejidad de la realidad, con la modalidad de evaluación es fácil de modelar una sección y analizarla.

La otra tarea es seleccionar la metodología, lo que no es sencillo, porque para mejorar el poder explicativo de estos modelos su complejidad matemática se ha

acrecentado, tanto como incrementado su número. según Mechler, (1979), este proceso de selección puede ser tan complejo como la misma aplicación de la metodología, lo que finalmente ha inhibido su difusión y aplicación y, por ello, en este sentido, Mullens (1995) afirma que ni siquiera han sido aceptados en grupos específicos de planeación.

En relación con el tercer punto, la organización basada en el trabajo individual influye en el comportamiento del analista al requerirle, en la práctica, un alto nivel de competencia en la aplicación de modelos para evaluación económica. Al asignar el trabajo de análisis de esta forma, mantiene la atención y el análisis solamente dentro del marco referencial del modelado económico y se reduce la flexibilidad que le permitiría aplicar otras metodologías y es por ello que Klyaheiko, (1998) dice que “su comportamiento es altamente predecible, rígido y no sigue otro más flexible y optimizante”. Es necesario considerar que la racionalidad del proceso de solución debe basarse en todo ese proceso y no solamente en el poder explicativo del contenido teórico-económico y en la lógica inherente de ese modelo matemático.

Estos problemas deberían plantearse como de diseño y no solo de evaluación. Lefley, (1998) comenta que los modelos para decisiones de inversión deberían desarrollar escenarios para análisis y aprendizaje, así como promover el crecimiento de las habilidades del personal y ayudarlo a reconocer las particularidades de cada problema, para así modelar la realidad y analizarla adecuadamente, de esta manera se crearían bases para su diseño.

Acerca del punto cuatro, el esquema de trabajo individual es inefectivo porque está

ausente el enfoque de sistemas y como la teoría económico-financiera solo explica los aspectos cuantitativos, se reduce la complejidad de la realidad, Además, el esquema funcional parece ser inefectivo para administrar el trabajo de grupos multidisciplinarios.

Aún frente a estos problemas, Segelod (1998) afirma que las técnicas de flujo descontado son el estándar en empresas "Fortune 500" y Hofman, (1998) por su parte, asegura que su número continúa aumentando no obstante las desventajas mencionadas, y los cuestionamientos por la omisión de factores de tipo cualitativo, como lo señalan, entre otros autores, Abdel Kader (2001), Karsak (2001). Del reporte de Mohd (2001) se puede deducir que la tasa de fracasos en la implantación de tecnologías para la manufactura avanzada, que oscila en el rango de 50 al 75% en los EUA y del 40% en el Reino Unido, se atribuye a deficiencias del modelado tradicional. Lo que se puede corroborar con comentarios como el que presenta Raafat

## **2. Metodologías de tipo Multicriterio**

Las metodologías para la toma de decisiones multicriterio (MCDM) se pueden clasificar en dos ramas principales: *La Programación Matemática Multiobjetivo (momp)* y *el Análisis de Decisión Multiatributos (mada)*. La primera se aplica en problemas caracterizados por tener un gran número de alternativas en un espacio continuo, mientras que la segunda se aplica en problemas con un pequeño número de ellas. Dentro de este último grupo se presentan dos enfoques: 1) La Teoría de Utilidad Multiatributos, (maut), que se aplica para la construcción de una función de utilidad o de valor para agregar evaluaciones de n

(2002), quién afirma que la medición de algunos criterios como el mejoramiento de la calidad es muy difícil, si es que no imposible, por lo que la omisión de los aspectos cualitativos y su difícil medición objetiva constituyen las principales debilidades del modelado tradicional.

De esta manera y dadas esas limitantes, se explica el gran crecimiento de modelos matemáticos, como los que presentan Lavelle (1998) y Kakati (1997). El primero desarrolló un modelo que utiliza una taxonomía de factores de costo para plantear el problema y el segundo, aplica elementos estratégicos en un modelo de flujo descontado. Sin embargo, en estos casos, la complejidad prohibitiva del modelo propuesto y su aún insuficiente representatividad han impulsado la investigación hacia modelos de tipo multicriterio.

criterios por medio de funciones aditivas o multiplicativas y 2) Un grupo de metodologías multicriterio como el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP), el Proceso de Red Analítica y el Metodo Interactivo de Nivel de Aspiración, entre otras.

En lo que se refiere a los modelos MAUT, la mayoría de ellos son de la forma presentada por Kim, (1998), en el siguiente ejemplo. El problema consiste en seleccionar, ordenando por preferencia a las n alternativas preferidas, tomadas de N alternativas y considerando k preferencias de los miembros del grupo. El modelo es de tipo aditivo y refleja el valor o utilidad esperada del grupo de analistas, ello está dado por el siguiente modelo:

$$V_G(\mathbf{a}_m) = \sum_{k=1}^k \mathbf{w}^k \sum_{i=1}^N \mathbf{w}_i^k \mathbf{u}_i^k(\mathbf{a}_m) = \sum_{i=1}^N \mathbf{w}_i^k \sum_{k=1}^k \mathbf{w}_i^k \mathbf{u}_i^k(\mathbf{a}_m) \quad (1)$$

dónde  $\mathbf{w}^k$  es el peso de la importancia que el k-ésimo analista del grupo le asocia,  $\mathbf{V}^k(\mathbf{a}_m)$  es el valor que el analista asocia a la alternativa  $\mathbf{a}_m$  en el espacio de decisión dado por los n atributos;  $\mathbf{w}_i^k$  es el peso que el k-ésimo analista asocia a el i-ésimo atributo y  $\mathbf{u}_i^k(\mathbf{a}_m)$  es el valor que el k-ésimo analista asocia a la alternativa  $\mathbf{a}_m$  en el i-ésimo atributo, términos que son agregados por medio de la función  $V_G(\mathbf{a}_m)$ .

La simplicidad relativa de los modelos MAUT y su fuerte respaldo teórico los ha vuelto ampliamente apreciados. En este sentido, Vargas, (1991) comenta que no hace mucho tiempo que dominaban en el campo de la toma de decisiones, no obstante las debilidades que presentan, como las diferencias observadas entre el modelo de utilidad y el proceso real para la decisión; la difícil construcción de la función y lo incierto de la estructura de las

preferencias, (si esta fue descubierta, asumida o construida). Estos problemas han sido la fuerza impulsora detrás de la investigación y a pesar de los enormes esfuerzos y logros obtenidos, esas preguntas aún están sin respuesta.

Los modelos multicriterio son más convenientes para trabajar con una diversidad de disciplinas, sin embargo, hay problemas teóricos importantes como el Teorema de Arrow que trata sobre la imposibilidad de la agregación de las preferencias individuales en una función social, en este sentido, Bouyssou, (1992) afirma que condiciones como transitividad o totalidad sólo se cumplen en casos excepcionales y es por ello que el ordenamiento jerárquico no es una tarea sencilla. Estas condiciones son las siguientes:

1. Sea R un orden de preferencia, una relación sobre  $X \times X$ , que es:  
Completo si  $\forall x, y \in X$ , ya sea  $xRy$  o  $yRx$   
Transitivo si  $\forall x, y, z \in X$ , las relaciones  $xRy$  y  $yRz \Rightarrow xRz$
2. Reversa de Rango. Supongamos un orden grupal  $A \phi B \phi C$  y que se elimina a C, en una segunda ronda de voto, la gente que inicialmente votó por C podría votar por B y entonces el orden se invierte a  $B \phi A$ .
3. Ningún miembro del grupo puede ejercer su poder para influir en los otros.

Estas condiciones teóricas se han impuesto para problemas en condiciones de alta subjetividad, sin embargo, si hay una razón práctica para la evaluación, ella llevará a un juicio más objetivo, por ejemplo, supongamos que queremos un

orden social de preferencia para tres golosinas, un dulce D, un chicle C y una naranja N, seguramente que en un grupo cualquiera, aparecerán relaciones incompletas e intransitivas., sobre todo cuando la decisión depende de intereses

personales. Sin embargo, si se define que el criterio de decisión fuese el tiempo de duración, entonces, el orden  $C\phi N\phi D$  seguramente sería obtenido en la mayoría de los casos. De esta forma, la primera condición está planteada para un subproblema de la toma de decisiones, que se presenta cuando la elección depende de gustos y preferencias personales, pero si se definieran previamente los criterios, (aplicando Factores Clave del Exito, inclusive se podría dar enfoque estratégico), se exigiera la evaluación de todas las alternativas y ello se hiciera de forma anónima, se cumplirían las condiciones mencionadas y se tendrían ordenes incuestionables. En otras palabras, el espacio de decisiones del problema general incluye los puntos en que se toman decisiones con gustos así como los que se toman con otros tipos de criterios, como los de grupos para diversión (como decidir las características de una fiesta) o de empresas como para evaluar tecnologías.

En lo que se refiere a otros problemas teóricos, Bouyssou agrega que muchas reglas aún necesitan ser definidas con precisión o aún, ser diseñadas y las dificultades mencionadas, se han desarrollado otras metodologías, como AHP que no requiere el cumplimiento de las condiciones de modelos MAUT, además de que es más simple de modelar y aplicar la función de agregación, lo que aumenta su atractivo. Es de esperarse que la investigación en modelos MAUT continúe incrementándose dadas las razones expuestas, sobre todo por la facilidad de modelar con mayor detalle, sin embargo, como en estos modelos es muy difícil el manejo de las variables por la imprecisión asociada a los criterios, hay dos grandes grupos en el estado del arte y ellos son 1) Modelos Multicriterio con Variables Precisas y 2) Modelos Multicriterio con Variables Difusas.

### 2.1. Modelos Multicriterio con Variables Precisas

Hay una gran diversidad de modelos matemáticos y reglas de agregación, de acuerdo con Bouyssou (1997), el problema consiste en definir un conjunto finito de alternativas, sea éste  $X$ . Evaluado en  $n$  criterios:  $g_1, g_2, \dots, g_n$ , asignando una

cantidad  $v(a)$  a cada alternativa  $a \in X$  que expresa la importancia. El número  $v(a)$  asociado a la alternativa  $a$  se obtiene a través de las evaluaciones  $g_1(a), g_2(a), \dots, g_n(a)$  sobre los  $n$  criterios. La prioridad de cada alternativa depende de la importancia de los factores y su nivel, de acuerdo a la función siguiente:

$$v(a) = V(g_1(a), g_2(a), \dots, g_n(a)) \quad (2)$$

Por su parte, el Proceso de Jerarquía Analítica agrega mediante la ecuación:

$$w(x) = \sum_{i=1}^n w_i w_i(x) \quad (3)$$

dónde  $w(x)$  y  $w_i$  son los pesos de la alternativa  $x$  y del  $i$ -ésimo criterio, mientras

que  $w_i(x)$  es el vector de prioridad del  $x$ -componente dado el  $i$ -ésimo criterio. Se

observa que las tres ecuaciones son muy parecidas, aunque hay grandes diferencias en los supuestos y en los procedimientos de jerarquización. Noghin, (1997), en este sentido, comenta que la teoría multicriterio está siendo desarrollada y que aún no hay reglas efectivas para la jerarquización, además, que para obtenerlas primero se tendrá que desarrollar la teoría axiomática respectiva. Aparentemente es un trabajo matemático complejo y extenso que esta iniciando. Las desventajas más destacadas de estas técnicas se presentan en los siguientes párrafos.

Para Salo, (1997), el Proceso de Jerarquía Analítica es una metodología multicriterio para la medición de valor y es reconocida como la mejor. Triantaphyllou, (1995) estudió la efectividad de dos versiones de AHP y reporta que se pueden obtener resultados dramáticamente diferentes en mas del 80% de las corridas, también comenta que el paquete “Expert Choice” es el más aceptado y que debe ser aplicado como herramienta exploratoria y no como el medio final. Boucher, (1997) también estudio las ineficiencias y propone unas transformaciones para conciliar a AHP con los métodos que llama “Criterios No Tradicionales para la Inversión”. De estos tipos de trabajos hay una gran diversidad.

Hay varios paquetes computacionales como lo son Expert Choice o HIPRE, que son los mayormente difundidos para administrar la aplicación de la metodología AHP, sin embargo, los problemas emanados de las variables precisas obstaculizan su difusión. Entre los problemas mas importantes que presenta AHP son “Reversa de Rango”, y la medición de variables. Respecto del primero, la metodología de la Supermatriz es adecuada para reducir su efecto, pero,

según Salo, (1997) es de complejidad prohibitiva y respecto de la medición de variables no conmensurables es preferible, según Millet, (1997) el tratamiento lingüístico de atributos que las evaluaciones numéricas, como se presenta en la siguiente sección.

## **2.2 Metodologías Multicriterio con Variables Difusas**

La diversidad de modelos en este campo ha venido creciendo rápidamente, mientras que en varios de ellos se enfatiza el modelado matemático, en otros se centra la atención en el proceso de planteamiento del problema y el marco de referencia, como también en el proceso de toma de decisiones bajo condiciones de ambigüedad. Entre los trabajos destacan los de Gogus, (1998), con un modelo que trata de facilitar los juicios y la definición del problema, utiliza lógica difusa a través de una estructura de costo-beneficio; Chien-Lung, (1998) presenta una metodología en la que aplica lógica difusa en un modelo MAUT, la primera para manejar las preferencias mediante variables lingüísticas y la segunda para evaluar la utilidad. Chifos, (1997), por su parte, presenta una metodología en la que se utiliza un marco referencial de aplicación genérica y Choon-Woo (1995), presenta una aplicación de lógica difusa en la que propone un proceso de estructuración y aplica la Teoría de Cuantificación difusa para administrar la información.

Como en los modelos multicriterio el problema se amplía, es necesario contar con una estructura organizacional a través de la que se pueda administrar la aplicación, lo que se hace a través de Sistemas de Soporte para la Toma de Decisiones Grupales, (GDSS). Chiadamrong, (1999), presenta un sistema en el que se combinan las evaluaciones

financieras con las estratégicas, agregando mediante una función de utilidad y aplicando conjuntos difusos para manejar factores cualitativos. En general, se puede esperar que las aplicaciones de lógica difusa sigan aumentando, principalmente para facilitar y objetivizar el manejo de atributos, categorías y variables lingüísticas.

### 3. Discusión y Conclusiones

Como se comentó anteriormente, se considera que es necesario desarrollar un marco referencial en el que se incluyan las dimensiones estratégicas del problema de equipamiento, de esto depende que el modelo del problema posea el suficiente nivel de detalle, Challis, (1996), en este sentido, comenta que es necesario que exista un acuerdo entre los expertos respecto del contenido de la estrategia tecnológica. Este contenido deberá ir acompañado de un esquema formal, instrumental, para abordar estos problemas de manera repetitiva y para así poder manejar adecuadamente los criterios y su medición, para finalmente agregar las evaluaciones mediante una ecuación lineal.

En lo que se refiere a los contenidos teóricos que deben ser considerados en el análisis, es indispensable contar con un marco de referencia que constituye la perspectiva específica a través de la que el analista ve la tecnología, Garud, (1997) afirma que los criterios ubicados en dicho marco, representan fronteras para el análisis y pueden originar ceguera hacia las virtudes de tecnologías alternativas. Además de que es preciso determinar estos contenidos, también es necesaria su organización.

El proceso de estructuración del problema puede basarse en la

determinación de las necesidades de tecnologías de soporte, al hacerlo así, el problema se podría plantear en términos más amplios y se podrá obtener una mejor representación de la realidad. Otro aspecto importante es la estructura de estos contenidos, para ello se puede utilizar el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) como ocurre en las aplicaciones que reportan Korpela (1998) y Ananda (2003) y las variaciones como la que presenta Abdel-Kader (2001) de AHP con lógica difusa o con la aplicación de técnicas como la de Grupo Nominal –GN- que aplicó Mohanty (1998); además de otras herramientas como los mapas mentales o el Diagrama de Afinidad de Jiro Kawagita. Como el principal problema que se tiene es el de determinar las variables y atributos, y que AHP, GN son pura forma, la cantidad de trabajos en las que se trate de precisar los contenidos teóricos, seguramente que continuarán aumentando.

El proceso anterior es independiente del de agregación, que está libre de contenido, pues es un procedimiento formal y puede ser constituido por una función de agregación, con diversas formas, como las funciones de utilidad, operaciones como la composición de los conjuntos difusos o la suma y producto matricial. El manejo de la información puede realizarse mediante atributos clasificados en categorías, además del desarrollo de una teoría axiomática con la que sea incontrovertible la determinación de la importancia relativa de los criterios.

En lo que se refiere a la aplicación, dada la complejidad inherente a los problemas de planeación del equipamiento, según Tung, (1998), se necesita ampliar la teoría para contextualizarlos adecuadamente, esto implica que el modelo será de tipo multicriterio y que será abordado mediante grupos multidisciplinarios. Bose, (1997), presenta

un inventario de aplicaciones de modelos multicriterio administrados mediante

GDSS, podemos esperar que este tipo de trabajos continuarán presentándose.

#### 4. Referencias

- Abdel-Kader M., Dugdales D. 2001. Evaluating Investments in Advanced Manufacturing Technology: A Fuzzy Set Theory Approach. *British Accounting Review* 33. Academic Press. Pp. 455-489.
- Ananda J., Herat G. 2003. The use of Analytic Hierarchy Process to incorporate stakeholder preferences into regional forest planning. *Forest Policy and Economics* 5. Elsevier Science B.V. pp 13-26.
- Bose U., Davey A., Olson D. 1997. Multiattribute Utility Methods in Group Decision Making: Past Applications and Potential for Inclusion in GDSS. *The International Journal of Management Science*, v. 25 n.6. Pergamon Elsevier Science Ltd. Oxford England. Pp. 691-706.
- Boucher T., Gogus O. 1997. A Comparison between Two Multiattribute Decision Methodologies used in Capital Investment Decision Analysis. *The Engineering Economist*. V.42 n.3. pp. 179-201.
- Bouyssou D.. 1992. On some properties of outranking relations based on a concordance-discordance principle. *International Journal of Multiple Criteria Decision Making*. Springer, Berlin. p. 94.
- Bouyssou D., Vincke P. 1997. Ranking Alternatives on the Basis of Preference Relations: A Progress Report with Special Emphasis on Outranking Relations. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 6. John Wiley and Sons, Ltd. Great Britain. p. 77-80.
- Challis D., Samson D. 1996. A Strategic Framework for Technical Function Management in Manufacturing. *Journal of Operations Management* 14. Elsevier Science B.V. p.121-123.
- Chiadamrong N., O'Brien C.O. 1999. Decision support tool for justifying alternative manufacturing and production control systems. *International Journal of Production Economics*, n. 60-61. Elsevier Science B.V.; pp. 177-186.
- Chien-Lung Ch., Ching-Chien Ch. 1998. A method combining MAU and Fuzzy Logic for Cooperative Decision Making. *Computers and Industrial Engineering*. V. 35, N. 1-2. Pergamon, Elsevier Science Ltd., London England.
- Chifos C., Jain R.K. 1997. A comprehensive methodology for evaluating the commercial potential of technologies: The strategic technology evaluation method. *International Journal of Industrial Engineering*. 4(4). P. 220-225.
- Choon-Woo L., Jen-Gwo-Chen J. 1995. Process plan selection via multiple attribute decision making approach and fuzzy quantification theory. *International Journal of Industrial Engineering*. 2(2). p.105-113.
- Garud R., Ahlstrom D. 1997. Technology assessment: a socio-cognitive perspective. *Journal of Engineering and Technology Management* 14. Elsevier Science B.V. pp. 25-48.
- Gogus O., Boucher T. 1998. Fuzzy NCIC. *The Engineering Economist*. V. 43, N. 3. P. 203-.
- Hofman C. 1998. Investments in modern production technology and the cash flow-oriented EPQ-model. *International Journal of Production Economics*. Elsevier Science B.V. pp. 193-213.
- Kakati M. 1997. Strategic Evaluation of Advanced Manufacturing Technology. *International Journal of Production Economics*, Manufacturing Systems, Strategy and Design., v.53 n. 2. Elsevier Science B.V.
- Kim J. K., et al. 1998. An Interactive Procedure for Multiple Criteria Decision Making with Incomplete Information. *Computers and Industrial Engineering*. Pergamon Press, Elsevier Science Lt.. G.B. p. 295.
- Korpela J., Tuominen M., Valoaho M. 1998. An analytic hierarchy process-based approach to the strategic management of logistic service: An empirical study in the mechanical forest industry. *International Journal of Production Economics* 56-57. Elsevier Science. B.V. pp. 303-318.
- Kylaheiko K. 1998. Making sense of technology: Toward a synthesis between neoclassical and evolutionary approaches. *International Journal of Production Economics*. Elsevier Science B.V. v. 56-57, pp. 319-332.
- Lavelle J.P., Sorenson G.E., Aye D.E. 1998. An integrated decision analysis tool for the economic evaluation and justification of computer integrated manufacturing technologies. *International Journal of Industrial Engineering*. 5(1), p. 59-67.
- Lefley F., Morgan M. 1998. A new pragmatic approach to capital investment appraisal: The financial appraisal profile (FAP) model. *International Journal of Production Economics*. Elsevier Science B.V., N. 55, p. 321-325.
- Lewis M., Boyer K. 2002. Factors impacting AMT implementation: an integrative and controlled study. *Journal of Engineering and Technology*

*Management* 19. Elsevier Science B.V.. pp. 111-130.

Mechler E.C. 1999. Implementing Technological Change-A Systems Approach. Proceedings of the International Congress on Technology and Technology Exchange. *International Technology Institute*, ITI, Pittsburgh, Pa. USA.

Millet I. 1997. The Effectiveness of Alternative Preference Elicitation Methods in the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Industrial Engineering*. John Wiley and Son's, Ltd. Great Britain. v. 6, pp.41-51.

Mohd Y. R., Kok Poh Yee, Hashmi M.S.J. 2001. A preliminary study on the potential use of the analytical hierarchical process (AHP) to predict advanced manufacturing technology (AMT) implementation. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*. Pergamon Press, Elsevier Science Ltd. pp 421-427.

Mohanty R.P., Deshmukh S.G. 1998. Advanced manufacturing technology selection: A strategic model for learning and evaluation. *International Journal of Production Economics* 55. Elsevier Science B.V. pp 295-307.

Mullens M., Armacost R. 1995. A two stage approach to concept selection using the analytic hierarchy process. *International Journal of Industrial Engineering*.

Noghin V. 1997. Relative Importance of Criteria: A Quantitative Approach. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*. V. 6. Pp. 355-363. John Wiley and Sons.

Salo A. A., Hämäläinen R.P. 1997. On the Measurement of Preferences in the Analytic Hierarchy Process. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*. John Wiley and Sons. Ltd. V. 6, 309.

Sawaragi Y, Nakamori Y. 1992. Shinayakana Systems Approach in Modeling and Decision Support. *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference on Multiple Criteria Decision Making*, v. 1. Pp. 77-87. Taipei.

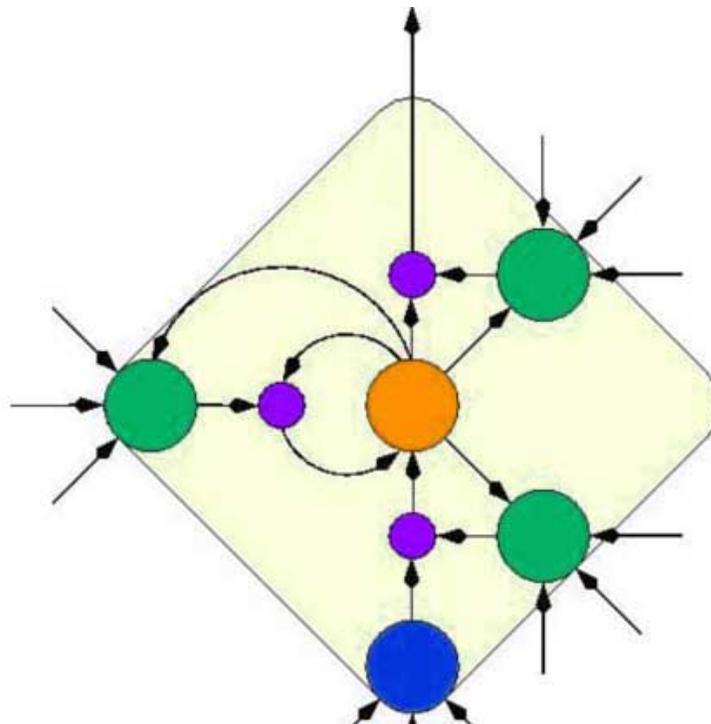
Segelod E. 1998. A note on the survey of project evaluation techniques in major corporations. *International Journal of Production Economics*. Elsevier Science B.V..V. 54. p. 207-210.

Triantaphyllou E. 1995. Using the Analytic Hierarchy Process for Decision Making in Engineering Applications: Some Challenges. *International Journal of Industrial Engineering*, 2(1). Pp. 35-44.

Tung Y.A. 1998. Time Complexity and Consistency Issues in Using the AHP for Making Group Decisions. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 7. Pp. 144-156. John Wiley and Sons, Ltd.

Vargas L.G. 1991. Why the Analytic Hierarchy Process is Not like Multiattribute Utility Theory. *Joseph M. Katz School of Business, University of Pittsburgh*. Pittsburgh, PA. USA, p.53-59.

Wierzbicki A. P. 1997. On the Role of Intuition in Decision Making and Some Ways of Multicriteria Aid of Intuition. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 6, 65-76. John Wiley and Son's, Ltd. Great Britain.



# Limpieza de Basureros Clandestinos en Ciudad Juárez

Fermín Esteban Porras Hernández\*

## Resumen

En esta recomendación para aplicar un manual para caracterizar la basura y posteriormente limpiar el basurero clandestino, es que participen en conjunto la comunidad y los tres niveles de gobierno, Municipal, Estatal y Federal, para que en la ciudad no existan los basureros clandestinos y mas si estos se encuentran cercas de pozos de agua, porque la formación de lixiviados de la basura podrían contaminar el agua, aparte de que están contaminando el aire y el suelo y dan una mala imagen a la ciudad.

## INTRODUCCIÓN.

En nuestros días, uno de los problemas que enfrentan los investigadores dedicados a la conservación del medio ambiente es el de tratar de conservar limpios los espacios abiertos que desafortunadamente los habitantes de las comunidades urbanas destinan para tiraderos de basura. Esta falta de conciencia ecológica provoca en esas áreas focos de infección, contaminación ambiental y un desequilibrio en los ecosistemas regionales.

## ANTECEDENTES.

Desde tiempos remotos cuando el hombre llega a una etapa en su evolución, llamada sedentaria, aprende a domesticar los animales, a cultivar la tierra y a elaborar herramientas todo como parte del proceso de evolución donde desarrolla sus habilidades y destrezas, para procesar los elementos que le brinda la naturaleza.

Esto trae como consecuencia la generación y acumulación de basura y otro tipo de desperdicios como los orgánicos. Con el paso del tiempo, la conformación de ciudades urbanas, el aumento de población y la limitación territorial agravan el problema.

A partir de la Revolución Industrial se inicia la fabricación de productos manufacturados a gran escala provocando con esto el nacimiento de las grandes ciudades en donde la población se concentro como nunca antes. Debido al rápido crecimiento y a la prosperidad económica en las ciudades, la generación de desechos se vio incrementada en gran manera hasta llegar a nuestros días. Sin embargo, las sociedades modernas han despertado a un conocimiento y a una conciencia cívica por el medio ambiente.

Las ciudades industriales han pagado un alto precio por su rápido crecimiento poblacional y dinamismo económico. Han sufrido una crisis en el medio ambiente caracterizada por vecindades abarrotadas de personas que viven en hacinamientos y promiscuidad provocando problemas crónicos de salud, nubes de humo, agua contaminada, congestión de tráfico, ruido insoportable y montañas de basura. Las poblaciones no estaban preparadas para tratar la magnitud de estos problemas contaminantes debido a su rápida transformación a ciudades industrializadas.

Actualmente el desarrollo económico en México y en particular en las zonas fronterizas del norte de la Republica se han visto incrementadas por la industrialización de las ciudades. La constante migración hacia las ciudades fronterizas por su crecimiento industrial y el puente que representan para su paso hacia los Estados Unidos de Norteamérica ha provocado que las ciudades de la Frontera Norte crezcan sin una planeación urbana, haciendo imposible para el Gobierno Municipal trazar un plan director de desarrollo congruente con la realidad que se presenta.

## IMPORTANCIA DEL MANEJO ADECUADO DE LA BASURA.

La importancia del manejo de la basura en la Ciudad de México se remota a la conquista. El problema de la basura era una preocupación de los nobles y monarcas. Los datos históricos de que se dispone son de la época del reinado de Moctezuma (1473). Francisco Javier Clavijero(1731-1787) afirma que en las ciudades no había una sola tienda de comercio, no se podía vender ni comprar fuera de los mercados y por tanto nadie comía en las calles no tiraba cáscaras

---

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, IIT. UACJ. fporras@uacj.mx

ni otros despojos. La antigua Tenochitlan (1473), era un lugar hermoso y limpio. El sistema de limpia de la ciudad lo realizaban más de 1000 personas por lo que según los cronistas “el suelo no ensuciaba el pie desnudo pues los habitantes estaban habituados a no tirar nada en la calle”. Clavijero (1731-1787).

En 1789 Revillagigedo estableció los primeros carros que recogían la basura pues ya existían tiraderos en este período de la colonia española y por eso se “impedía el paso y corrompían el aire en perjuicio de la salud”. Esta época representa entonces “el inicio de un sistema regular de limpia con carros de tracción animal y con tiraderos establecidos fuera de la ciudad”. Manuel Payno en su libro “Los Bandidos de Río Frío” (1888), sitúa estos tiraderos por el rumbo de Santa María y es ahí en donde se encuentra la primera referencia al problema social de los pepenadores y a sus condiciones infrahumanas de trabajo.

A fines del siglo antepasado el servicio de limpia se llevaba a cabo con carretones de tracción animal. El sistema estaba dividido en

ocho sectores y se erogaban en promedio un total de 50,000 pesos anuales. Se efectuaron estudios para la instalación de un incinerador municipal pero la comisión encargada del mismo dictaminó que no era conveniente, debido a las emanaciones que contaminan el aire.

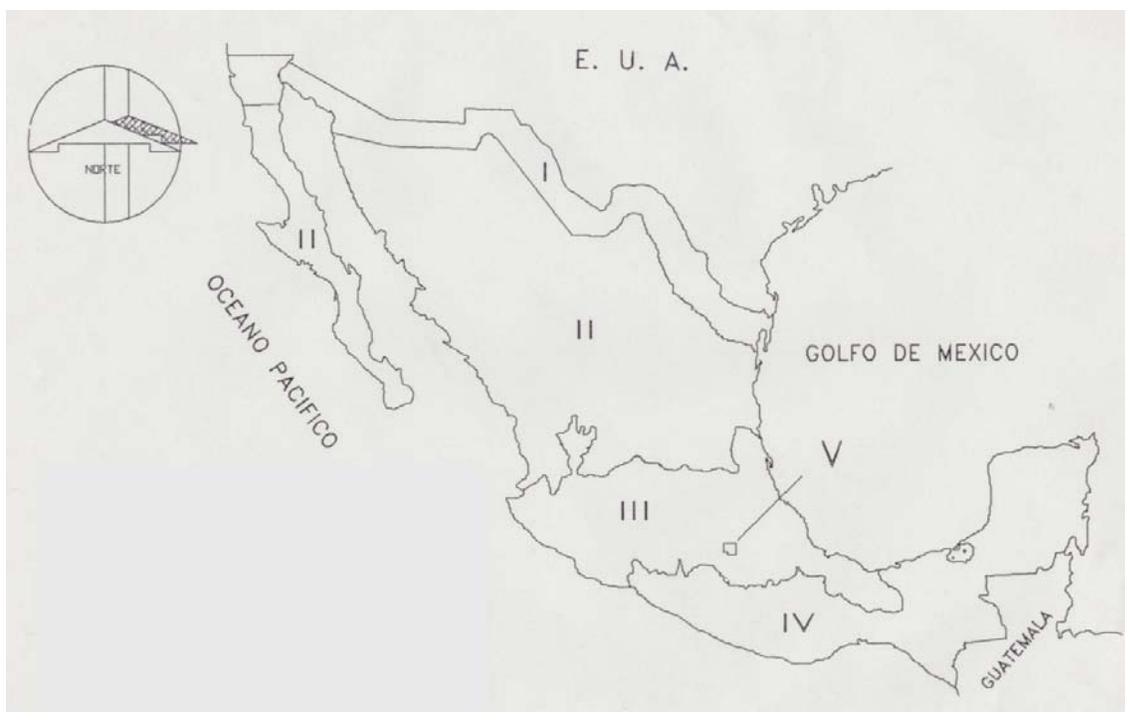
En el siglo pasado los primeros datos disponibles son de 1929 en que se cuenta con 190 carretones de 2.5 metro cúbicos y una pequeña flota de camiones encargado del servicio de limpia. El servicio de limpia estaba formado por 1,500 personas en 1938. La cantidad de trabajadores ascendió a 2,000 y en ese mismo año se intentó instalar la primera planta de industrialización de la basura.

En la Republica Mexicana se generan en promedio 0.899 kg. diarios de residuos sólidos por habitante como se aprecia en la figura a. Este índice varía para las diferentes regiones de nuestro país, con un extremo superior de 1.288 kg. diarios por habitante para el Distrito Federal y otro inferior de 0.812 kg. diarios por habitante para la zona centro.

**Tabla 1**

<b>COMPOSICION DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN MEXICO</b>	
<b>SUBPRODUCTO</b>	<b>COMPOSICION %</b>
Material Orgánico	56
Papel y Cartón	8
Vidrio	6
Plástico	5
Metales	3
Textiles	2
Otros	20

(Secretaria de Desarrollo Social)

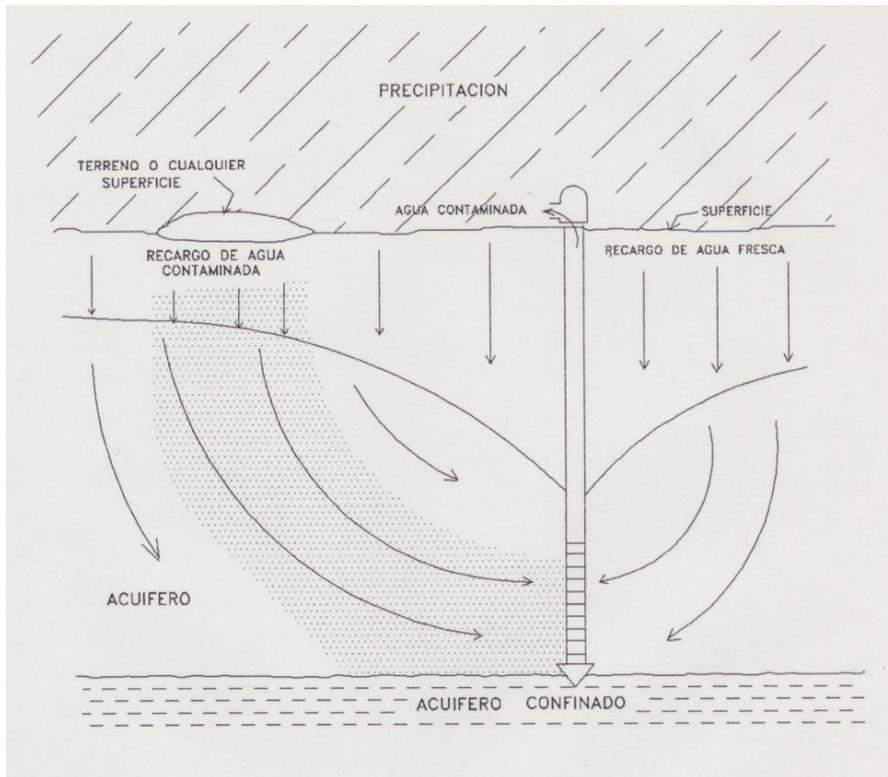


**Figura a.**

<b>INDICADORES DE GENERACION</b>	
<b>ZONA</b>	<b>GENERACION kg/hab./día</b>
(I) FRONTERIZA	0.986
(II) NORTE	0.917
(III) CENTRO	0.812
(IV) SURESTE	0.876
(V) DISTRITO FEDERAL	1.288
PROMEDIO	0.899

En la actualidad si bien se ha incrementado la infraestructura necesaria para proporcionar un adecuado servicio de limpia, la incontrolable producción de basura desborda cualquier intento convencional de resolver el problema. Aunque los municipios se esfuerzan por un manejo adecuado de la basura en todas las ciudades del país se deja de recolectar el 20% de los desechos que se generan diariamente.

El desecho de basura y desperdicios en acuíferos sobre explotados, produce la contaminación del agua subterránea, como se indica en la figura b. Al tener una precipitación pluvial, el suelo que esta contaminado con basura al llegar el agua al lugar esta se infiltra al subsuelo, algunos contaminantes se quedan en el subsuelo por el proceso de infiltración y otros llegan al acuífero, contaminando las aguas subterráneas.



**Figura b.** Infiltración de agua contaminada al acuífero (adaptado por la agencia de protección del medio-ambiente de los Estados Unidos de Norte América, 1977).

**Descripción del manual recomendado para la caracterización de la basura y limpieza de los basureros clandestinos.**

**INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este manual es enseñar a la gente orientándola ecológicamente como localizar en el plano de la Ciudad, los tiraderos clandestinos o ilegales que pueden estarse llevando a cabo en los alrededores de su colonia o dentro de las Ciudades que dichas personas radican. Este trabajo propuesto es un paso para que la gente empiece a trabajar por su comunidad.

El problema de los tiraderos clandestinos requiere de la acción y cooperación de las autoridades de Educación Pública de Instituciones Gubernamentales, Iniciativa Privada y los diferentes sectores sociales de nuestra ciudad, los cuales respalden nuestras leyes ecológicas y de protección ambiental. Este manual está diseñado para estudiantes de secundaria, preparatoria y adultos. Está escrito en forma simple y directa empezando con algunas preguntas y respuestas, luego una discusión en torno a los planos, seguido por algunas consideraciones acerca de

herramientas necesarias y selección de ubicaciones.

**¿QUÉ ES UN BASURERO CLANDESTINO O ILEGAL?**

La mayoría de las actividades de una ciudad generan desperdicios. La apariencia de un estadio después de un buen partido de football es un ejemplo de cómo se ve un basurero clandestino. El término manejo de basura frecuentemente se refiere a aquellas formas finales de desperdicios sólidos depositados en contenedores. El basurero ilegal o clandestino, también llamado basurero nocturno está constituido por basura comercial industrial y doméstica, que es depositada por las personas que viven retirados o cerca del lugar, las cuales violan las leyes del Departamento de Limpia y de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. El departamento de Limpia de Ciudad Juárez Chihuahua considera como basurero clandestino aquel lugar donde se depositan de 4m<sup>3</sup> o más de desechos en lugares no autorizados por el Departamento. La basura depositada en estos lugares puede ser segura o peligrosa. Hay

numerosas clasificaciones del concepto de basura peligrosa.

La basura segura puede ser legalmente remitida a un relleno sanitario que debe haber sido construido con una capa de plástico o de cerámica en su fondo. Ahí reposara y producirá gas metano, (en el Relleno Sanitario de Ciudad Juárez, Chihuahua no se lleva a cabo este proceso de colocar cerámica en el fondo ni se monitorea el gas metano). La basura peligrosa toma diferentes rumbos dependiendo de su clasificación y es incinerada, inyectada a lo profundo de la tierra o almacenada de acuerdo a las regulaciones creadas y respaldadas por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

### **¿QUÉ OBJECIONES HAY PARA TIRADEROS ILEGALES?**

Los tiraderos ilegales no son bien vistos, son ofensivos a la vista pero más importante aun, en una mayor perspectiva ecológica puede ser un riesgo para la calidad de agua subterránea superficial además de la proliferación de vectores causantes de enfermedades en los habitantes cercanos a un basurero. El viento puede redistribuir el material de desecho. El confinamiento y la eventual limpieza de los tiraderos ilegales competen a las Autoridades Municipales y a la sociedad en general.

### **¿POR QUÉ SE ORIGINAN LOS TIRADEROS ILEGALES?**

Se originan porque el relleno sanitario de la ciudad o las unidades de transferencia de basura se encuentran muy retiradas de sus viviendas o por que el servicio de recolección de basura no les llega a su colonia. Esto trae como consecuencia que se deposite basura en ciertos lugares originándose así, los basureros clandestinos.

La forma en que la industria contribuye a generar la eliminación ilegal de basura, es cuando dicha compañía contrata a cierta institución que se encargue de remover la basura y llevarla al relleno sanitario. Algunas compañías denominadas piratas lo que hacen es depositarla en lotes baldíos generándose así, los basureros clandestinos.

La eliminación de la basura peligrosa, llevada a cabo con todas las reglamentaciones correspondientes, puede ser muy costosa. Algunas compañías encuentran mas barato comprar un

camión viejo usado en el transporte y poner barriles de desecho adentro. Conducen el camión de noche por una carretera poco transitada, le cambian las placas de circulación y se alejan manejando, la basura peligrosa en el camino.

### **¿HAY BASUREROS CLANDESTINOS EN SU ÁREA?**

Los tipos de basureros clandestinos que se consideraron aquí son encontrados en las orillas de los pueblos y las ciudades donde las ultimas casa terminan y la da lugar al desierto o espacios abiertos. Maneje su auto o camine en diferentes direcciones a la orilla de las ciudades. Maneje o camine por la carretera un kilómetro más porque este tipo de área es muy común para tiraderos clandestinos. Rápidamente encontrara la respuesta a las preguntas citadas arriba.

Otro tipo de basureros clandestinos mas especifico en su ubicación puede consistir en un lote abandonado. Este segundo tipo de basureros pueden estar fuera de la ciudad, o puede estar dentro de ella según fue creciendo alrededor del tiradero. Estos tipos específicos de tiraderos frecuentemente contienen una gran capa vertical de materiales de basura. La localización de estos lugares debe ser fácil y aun siendo bien conocidos por las autoridades de salubridad y por el Departamento de Limpia y por los vecinos del lugar siguen igual.

### **GRUPOS AFILIADOS**

Para la reducción de basureros clandestinos deben de participar la sociedad y autoridades municipales y ambientales porque la prevención y constante vigilancia es la mejor forma para reducir los tiraderos ilegales. Para esto se debe tener contacto con los siguientes grupos:

- A. Activistas ecológicos.
- B. Autoridades municipales.
- C. Autoridades ambientales.
- D. Grupos educativos.
- E. Comité de vecinos.

## ¿POR QUÉ HACEMOS PLANOS DE LOS BASUREROS CLANDESTINOS?

La localización en los planos necesita ser hecha para reunir conocimientos y documentación acerca de la situación de los tiraderos clandestinos, que categoría de materiales hay y que tanto de dichos materiales es suficientemente conducir un automóvil a través de un tiradero y decir esta es basura de origen doméstico o industrial. Sin embargo es por lo que hacemos planos, con el fin de tener información cuantitativa.

Estos datos pueden indicar el grupo social responsable por el tiradero clandestino. Con esta información podemos ayudar a convencer a las autoridades o agencias que hay un problema para que tomen cartas en el asunto.

### PLANOS, ESCALAS.

Nosotros generalmente pensamos en un trozo de papel que muestra las relaciones espaciales de algunos objetos en la superficie de la tierra. Los planos pueden ser elaborados con respecto a algún tema de interés. Queremos hacer un plano de una porción de un sitio donde se localizan basureros clandestinos. La escala de un plano nos dice la relación de distancia entre la superficie de la tierra y la distancia en el plano.

Una escala en el plano indicada por 1:1'000,000 (uno a un millón) significa que un metro en el plano equivale a un millón de metros en la tierra.

Las cartas topográficas comunes en Estados Unidos y en México son de 1:24,000 y de 1:50,000 respectivamente. Nosotros iniciaremos nuestro estudio en la etapa 2 de la elaboración de planos y estaremos trabajando a una escala de 1:250 que nos permite hacer nuestras propias mediciones.

### ETAPA 1: ELABORACIÓN DE PLANOS.

Lo que es necesario es un plano parcial que muestre las ubicaciones de los tiraderos clandestinos en el área. Usted necesita decidir su región de interés inicial y entonces seleccionará un área pequeña de esta.

El área de su interés puede ser el área que rodea su colonia, pueblo o ciudad. Obtenga de la biblioteca dependencia Gubernamental o tienda; los planos de la Ciudad que hallan sido publicados. Una copia fotostática servirá.



Mientras este en el centro de copiado ordene ampliaciones de varias áreas que puedan servirle como objetivos para iniciar la elaboración del plano.

Marque en el plano de la ciudad las áreas que se sabe contienen tiraderos clandestinos. Use un marcador de punta de fieltro para indicar sus áreas. Usted deseara hacer este bosquejo en su visita al lugar, pero en este momento no se necesita con gran detalle. Si usted decide medir los tiraderos clandestinos, puede hacerlo con el velocímetro de su automóvil o con una cinta de medir de 20 o 50 metros. Designe varios sitios en esta primera etapa de su plano. Déles prioridad según su preferencia en el orden de la elaboración del plano. Es probablemente una buena idea empezar con lo más sencillo y lo menos peligroso.

### ETAPA 2: ELABORACIÓN DE PLANOS DETALLANDO EL EQUIPO Y LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA BASURA.

Se sugiere un grupo de por lo menos, cuatro personas por equipo. Las actividades para tales personas, son las siguientes:

- 1) Operar la brújula y tomar lecturas y rumbos
- 2) Operar cinta para medir distancias.
- 3) Clavar estacas de madera en el suelo.
- 4) Tomar notas y elaborar un croquis del sitio a estudiar.
- 5) Elaborar el plano a escala y dividirlo en secciones.

El método que usara es conocido como el método de brújula y cinta de medir donde usted empieza clavando una estaca en el suelo y se empieza a medir en ángulo recto a diferentes direcciones. Al fijar diferentes estacas en el suelo enumere las estacas y realice un bosquejo de las estacas en el plano.

Esta sección explica como hacer un plano detallado de un sitio del basurero ilegal previamente seleccionado.

El equipo que usted necesita prepara antes de establecerse afuera son:

- A. Hojas tamaño oficio o carta.
- B. Lápices.
- C. Brújula.
- D. Cinta de medir de 50m o 20m.
- E. Cincuenta estacas de madera de 25cm.
- F. Martillo o un marro pequeño.

Objetos opcionales:

- A. Paleta con clip.
- B. Sacapuntas de lápiz.
- C. Lapicero.

El propósito no es elaborar el plano del área completa del tiradero, si no, solamente una porción.

Algunas cuestiones deben ser consideradas en relación al área que va a ser tomada en cuenta para la caracterización de la basura.

1. Tamaño: Aproximadamente 6,400m<sup>2</sup> (80 x 80m) es buen tamaño, pero puede ser variado.

2. Camine alrededor del área para familiarizarse con ella, en tanto que se decide exactamente el sitio que va a utilizar para elaborar el plano. Decida si va a trabajar su mapa sobre un área cuadrada o rectangular, a lo largo del camino del basurero o si quiere una forma irregular.

El área cuadrada es la más fácil y será discutida mas adelante. Los caminos y carreteras son importantes en basureros clandestinos porque estos se pueden tomar en cuenta dentro del plano a dibujarle a escala.

3. El área cuadrada debería ser la mejor, pero cualquier forma o figura esta bien.

4. Se debe estar seguro de que el área representativa del tiradero seleccionado no sea típica. No quiera seleccionar aquella parte del basurero donde se concentran todas las llantas viejas, algunas veces es difícil seleccionar un área representativa.

5. Empiece enterrando una estaca exactamente en la esquina del sitio específicamente seleccionado. Esta será la estaca numero uno. Cuando ponga las demás se debe de tomar en consideración:

\*Si se requiere volver a encontrarlas otra vez.

\*En algunas ocasiones, se pone una estaca y luego le ponen basura sobre ella.

\*La gente que merodea los basureros tiene la tendencia a sacar las estacas que encuentran.

\*Las estacas enterradas entre la vegetación duran mas.

\*En ocasiones las autoridades locales han pensado que las estacas marcan una posible invasión de colonos y las quitan y ponen vigilancia permanente.

Manteniendo estos en mente los grupos de estudio deberán trabajar rápidamente tomando en cuenta los pasos 6, 7 y 8. Esto minimizara algunos de los problemas derivados de la remoción de estacas.

El grupo de estudio aprenderá a hacer sus propios ajustes, protegiendo bien las estacas colocadas y se evitara así que se desaliente en colocar estacas en el tiradero ilegal.

El método de elaboración de planos es la principal actividad de este proyecto. Permaneciendo de pie, sobre la estaca número 1 se necesita caminar en dos direcciones en ángulo recto, lo cual formara los limites del lugar, los auxiliares #2 y #3 caminaran 20m a partir de la estaca No. 1 en una dirección y ubicar la estaca No. 2 continúe en línea recta, para poner la estaca No. 5 a una distancias de 20m entre cada estaca. Regrese a la estaca No. 1 localice la estaca No. 6. Asegúrese que sus ángulos rectos estén bien pidiéndole al auxiliar No. 2 que regrese a la estaca No. 1. En el trabajo real, esto no es tan fácil como parece. Estos detalles hacen confusa la lectura pero una vez que este en el campo vera su lógica.

Continúe de esta manera con nuevas líneas de estacas. Al terminar de colocar la línea de estacas No. 5 se termina con la construcción de la cuadrícula cubriendo 6400m<sup>2</sup>, ahora ya se tienen medidas las distancias y direcciones y las estacas están en el terreno, es tiempo de ir a casa y elaborar el plano.

6. Hacer el plano general a una escala de 1:500 con la cuadrícula en el plano se enumeran cada uno de los cuadrados o rectángulos y se hacen a una escala 1:250 cada uno para su mejor manejo. Después se le sacan copias para trabajar en ellas.

Esta primera versión contendrá solamente la situación de las estacas y sus números. Se colocaron estacas en un área de 80mts x 80mts. La escala 1:250 es que 2cm equivale a 5mts. La escala 1:500 es que 1cm. equivale a 5mts.

Al dibujar el plano de la cuadrícula, en las secciones de la cuadrícula no empiecen en el centro de la página. Empiece en la esquina de la estaca No.1. Mida hacia las estacas 2, 3, 4 y 5, 20 mts. utilizando la escala 1:500. Como se indica en la figura c y d. Repita lo mismo para las otras líneas asegurándose que las esquinas están en el ángulo correcto.

Luego proceda a localizar con precisión la ubicación de todas las estacas en su plano. Cada estaca debe estar a 4cm. de distancia y sus líneas en ángulo recto respecto a cada una, si los auxiliares hicieron ajustes en el terreno, obviamente deben hacerse en el plano. Cuando usted ha terminado de localizar las estacas en el plano asegúrese de indicar en el plano el norte y también indicar la escala del plano.

7. En este paso se regrese al sitio del basurero para localizar en el plano, áreas

limpias, caminos, la vegetación y el material de basura tirada.

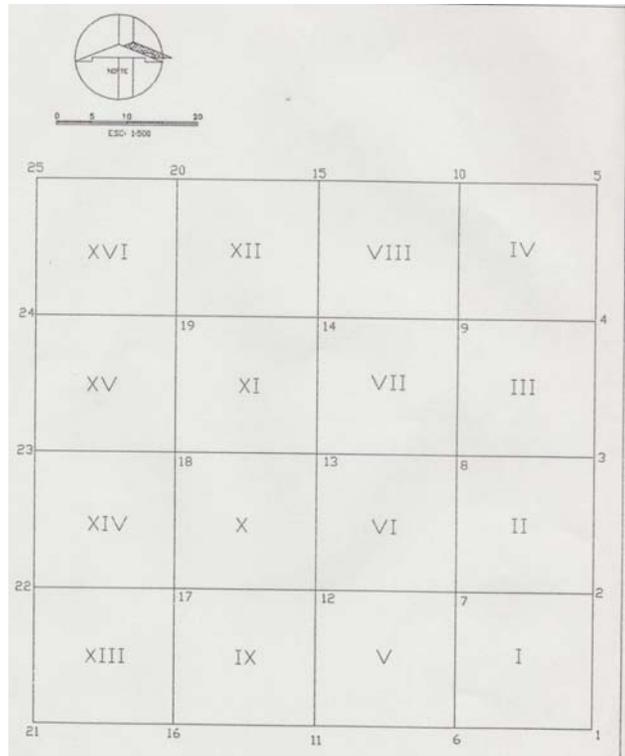
a) Cintas y brújula. La cinta de medir y la brújula fueron usados para construir la cuadrícula de estacas y ahora son usados para llenar cada uno de los cuadros de la cuadrícula de estaca y el auxiliar No. 2. Camina sobre los límites del tiradero a fin de auxiliar la localización de los sitios de vegetación y el material de desperdicio tirado.

b) Trazado de Plano. Debido a la naturaleza de la actividad algunos auxiliares puede que no quieran acceder a lo especificado en el inciso a, así que se ha desarrollado un acercamiento realístico, el cual es llamado **Caracterización de la basura** que se lleva a cabo ubicándose en cada estaca y con el plano en la mano se traza en el la ubicación de caminos, vegetación y áreas limpias y basura (eventualmente con su clasificación mostrada en la tabla No. 1)

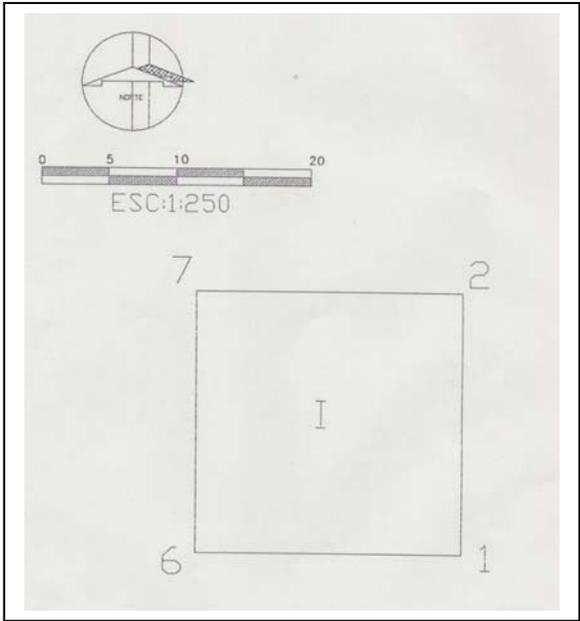
Primero debe desarrollarse la habilidad visual para estimar distancias arriba de 20mts. Las estacas están a 20mts.

Empiece teniendo a un auxiliar en otra estaca buscando un lugar en el terreno a medio camino; camine a este lugar, lleve una vara la cual mida 1mt. Las habilidades para el trazado de planos pueden ser desarrolladas individualmente por cada auxiliar haciendo sus propias versiones del plano luego intercambiando unos con otros sus registros, con su respectiva discusión posterior.

El trazado de planos ha sido diseñado para minimizar el riesgo de contaminación aun en sitios donde el peligro de contaminación es probablemente muy bajo.



**Figura c.** Distribución de lotes de 20 x 20m. Optimo para la caracterización de los basureros clandestinos.



**Figura d.** Lote de 20 x 20mts. Optimo para la caracterización de los basureros.

8. El tiradero clandestino ha sido ubicada en el plano.  
 identificado y una porción  
 representativa ha sido

\*¿Cuáles son los resultados de este proyecto?

\*¿Qué dicen los afiliados?

\*¿Qué se pudo haber hecho mejor?

Los integrantes del equipo de trabajo deben reunirse para resumir y finalizar la elaboración de planos, discutir resultados, tomar nota de ello, etc. Hubo algún material de la basura que podría atribuirse a:

- ( ) a) Industria
- ( ) b) Material Peligroso.
- ( ) c) Petróleo.
- ( ) d) Material radioactivo.
- ( ) e) Otros.

Dependiendo de las respuestas dadas al inciso No. 8, las siguientes actividades adicionales pueden llevarse a cabo:

Respuesta positiva a Reinvestigar. ( ) a)

Respuesta positiva a Llamar a las autoridades. ( ) b)

Respuesta positiva a Usar detector portátil vocs, (compuestos

orgánicos volátiles) y llamar a autoridades.

Respuesta positiva a Usar radiómetro portátil y llamar a las

autoridades.

b). Escombros de construcción (grava, arena, block y adobe)

c). Concreto

d). Textil

e). Pintura

f). Aceites y grasas

g). Maquiladora

h). Llantas

i). Otros

j). Papel para techo

k). Vidrio

v). Tambos vacíos o llenos (Especifique)

l). Madera

m). Cerámica

vb). Vegetación con basura

n). Plástico

o). Cartón

p). Ramas

q). Muebles de hogar

r). Animales muertos

bq). Basura quemada

s). Metales

u). Material radiactivo

## CONCLUSIONES

El presente manual tiene como fin aplicarlo en todos los basureros clandestinos de la ciudad, para limpiarlos y de ellos recuperar el material reciclable, para su venta o utilizarlo en la construcción de viviendas. Esto traería como beneficio áreas limpias y por lo tanto el relleno sanitario de la ciudad para Residuos Sólidos, Municipales, no le estaríamos agregando basura y

**Tabla 1**  
**CUADRO PARA LA CARACTERIZACION DE LA BASURA CON LA ASIGNACION DE UNA LETRA AL TIPO DE DESECHO.**

- a). Domésticos (papel, latas vacías que contenían alimentos y pañales desechables)

por consecuencia nos duraría mas de los cuarenta años que es su vida útil.

La población debe de tomar conciencia del reciclaje, reducción y rehúso de los residuos sólidos municipales, de lo contrario la reserva territorial de los municipios se vería afectada para tener otro relleno sanitario. La Comisión de Texas para la Conservación de los Recursos Naturales (TNRCC) estimula y promueve esfuerzos para reducir y reciclar los desechos.

El Pbro. José Gómez Flores en sus libros Autoconstrucción y el Aprovechamiento del Plástico, *Atrévase a Construir su Casa*

*Ahorrando mas del 50%* (1996), utiliza el plástico en la construcción de vivienda dándole doble función, utilizándolo como aislante y para formar techos y paredes. Ya que los productos son de plástico, la gran mayoría no se degradan nunca. Son tóxicos al quemarse y al quedarse en el agua, dañan el suelo, ya que impiden que crezcan y vivan las plantas. También para la construcción de viviendas utiliza el cartón, nieve seca, botes de lámina o aluminio y papel. Al utilizar estos desechos sólidos municipales en la construcción de viviendas tendrían la aplicación del rehúso y la reducción de la basura reciclable.

## BIBLIOGRAFÍA.

Aguilar, M., Salas H. 1995. *La Basura*. México: Ed. Trillas.

Arana, F. 1991. *Ecología para principiantes*. México: Ed. Trillas, México.

Cross, B. 1991, *A Ground Water Protection Strategy*. The City of El Paso, Texas Water Commission, Report 91- 01.

Madarchik, L. 1992, *How-to Manual for Ground Water Protection Projects*. El Paso. PDX Press, Inc.

Nason, A. 1980. *Biología*. México Limusa.

Reith, Ch. Et al. 1992. *Deserts as Dumps*. US : University of New México Press, Albuquerque, N.M.

J. Rickards. ICYT Información Científica y Tecnología Revista Mensual, volumen 12, número 165, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 1990, Pag. 17-23.

U. S. EPA. 1991. *Seminar Publication: Nonpoint Source Watershed Workshop: EPA! 625/4-91/*.



COPYRIGHT JOHN PRITCHETT

Pritchett

# Diez Cosas que hay que Saber sobre la Gripe Pandémica

Información proveniente de la Oficina de  
Alerta y Respuesta ante Epidemias y Pandemias (EPR)  
Organización Mundial de la Salud

## 1. La gripe pandémica es distinta de la gripe aviar

El término “gripe aviar” designa las afecciones causadas por un gran grupo de virus de la gripe que afectan principalmente a las aves. Aunque en raras ocasiones pueden infectar a otras especies (entre ellas el cerdo y el ser humano), la inmensa mayoría de esos virus aviáres no infectan a las personas. Una gripe pandémica sobreviene cuando aparece un nuevo subtipo con el que nunca antes había estado en contacto el ser humano.

Por ello el virus aviar H5N1 es una cepa dotada de potencial pandémico, pues podría acabar adquiriendo rasgos que la hicieran contagiosa de persona a persona. Una vez consumada esa adaptación, dejaría de ser un virus aviar para constituir un virus gripal humano. Las pandemias de gripe son causadas por nuevos virus gripales que se han adaptado al ser humano.

## 2. Las pandemias de gripe son episodios recurrentes

Una pandemia de gripe es un episodio inusual, pero recurrente. En el siglo pasado hubo tres: la de “gripe española” en 1918, la de “gripe asiática” en 1957, y la de “gripe de Hong Kong” en 1968. Según las estimaciones, la pandemia de 1918 causó la muerte de entre 40 y 50 millones de personas en todo el mundo. Fue una pandemia excepcional, considerada uno de los episodios infecciosos más mortíferos de la historia de la humanidad. Las pandemias posteriores fueron mucho más benignas: se calcula que la de 1957

mató a 2 millones de personas, y la de 1968 a 1 millón.

Una pandemia se produce al surgir un nuevo virus de la gripe que empieza a propagarse con la misma facilidad que una gripe normal, por la tos y los estornudos. Dado que el virus es nuevo, y que por ello el sistema inmunitario humano no lo reconoce, es probable que las personas que contraigan la gripe pandémica sufran una enfermedad más grave que una gripe normal.

## 3. El mundo puede estar al borde de una nueva pandemia

Los expertos en salud llevan casi ocho años siguiendo de cerca un nuevo y peligroso virus de la gripe: la cepa H5N1. En 1997, en Hong Kong, esta cepa infectó al hombre por primera vez y causó 18 casos, seis de ellos fatales. Desde mediados de 2003 ha provocado en las aves de corral los brotes más graves y de mayor magnitud de los que se tiene constancia. En diciembre de 2003 se observó que el virus

había infectado a personas que habían estado en contacto con aves enfermas.

Desde entonces se han confirmado con pruebas de laboratorio más de 100 casos de infección humana por el virus en cuatro países asiáticos (Camboya, Indonesia, Tailandia y Viet Nam). Más de la mitad de esos casos se han saldado con la muerte del enfermo. La mayoría de los infectados eran niños y adultos jóvenes que hasta entonces gozaban de buena salud. Por fortuna, el virus no salta fácilmente de las aves al hombre ni se



propaga de forma sencilla y duradera entre las personas. Si la cepa H5N1 evolucionara hacia una



forma tan contagiosa como la gripe normal, podría declararse una pandemia.

#### 4. Todos los países se verán afectados

Una vez aparecido un virus muy contagioso, se considera inevitable que llegue a extenderse por todo el mundo. Adoptando medidas como el cierre de fronteras o las restricciones de los viajes, un

país podría retrasar, pero no impedir, la llegada del virus. Las pandemias del siglo XX necesitaron entre 6 y 9 meses para dar la vuelta al planeta, aunque por entonces la mayor parte de los viajes internacionales se hacían por mar. Hoy en día, teniendo en cuenta la velocidad y el volumen de los movimientos aéreos, el virus podría extenderse con más rapidez y, seguramente, llegar a todos los continentes en menos de 3 meses.

#### 5. Resultarán contagiadas muchísimas personas

Considerando que la mayoría de la gente carece de inmunidad contra el virus pandémico, se prevé que los índices de infección y morbilidad sean superiores a los registrados en las epidemias estacionales de gripe normal. Las actuales proyecciones sobre la próxima pandemia llevan a pensar que un sustancial porcentaje de la población del mundo necesitará algún tipo de atención médica. Pocos son los países que cuentan con el personal, las instalaciones, el equipo y las camas de hospital que se requieren para atender al gran número de personas que enfermarán repentinamente.

#### 6. Faltarán suministros médicos

Al principio de la pandemia, y durante muchos meses, ningún país dispondrá de un suministro

suficiente de vacunas y fármacos antivirales (las dos intervenciones médicas más importantes para reducir el número de enfermos y muertos durante una pandemia). Preocupa especialmente la falta de vacunas, pues se considera que éstas son la primera línea de defensa para proteger a las poblaciones. Si las cosas siguen como hasta ahora, muchos países en desarrollo se verán privados de vacunas durante toda la pandemia.

#### 7. Morirá mucha gente

A lo largo de la historia, el número de muertos durante una pandemia ha sido muy variable. Los índices de mortalidad dependen básicamente de cuatro factores: el número de personas infectadas; la virulencia del virus; la vulnerabilidad y características de partida de las poblaciones afectadas; y la eficacia de las medidas preventivas. No es posible realizar predicciones fiables de mortalidad antes de que aparezca y empiece a propagarse el virus pandémico. Cualquier estimación del número de muertos resulta puramente especulativa.

La OMS viene manejando una estimación relativamente conservadora (de entre 2 y 7,4 millones de muertos) porque constituye un punto de referencia útil y plausible para el trabajo de planificación. Este cálculo se basa en la pandemia de 1957, que fue relativamente benigna. También se han hecho estimaciones partiendo del supuesto de una gripe más virulenta y parecida a la de 1918, y las cifras resultantes son mucho más altas. La pandemia de 1918, sin embargo, fue considerada excepcional.

#### 8. Se producirá un gran trastorno económico y social

Se prevén tasas elevadas de morbilidad y de bajas laborales, lo que contribuirá a perturbar la organización social y económica. En el pasado, las pandemias se extendieron por todo el globo en dos, o a veces tres, oleadas. No es probable que todas las zonas del planeta o de un solo país se vean gravemente afectadas al mismo tiempo. Aunque los trastornos sociales y económicos podrían ser pasajeros, también pueden verse amplificadas por la estrecha dependencia que hoy





Un hombre en Taipei camina sus anserones al mercado.

en día guardan entre sí los sistemas comerciales. La conmoción social puede resultar mayúscula si las ausencias laborales llegan a entorpecer el funcionamiento de servicios básicos como los de suministro eléctrico, transporte o comunicaciones.

### 9. Todos los países deben estar preparados

La OMS ha hecho públicas una serie de medidas [estratégicas recomendadas](#) para afrontar la amenaza de gripe pandémica, concebidas para contar con distintas líneas de defensa acordes con la complejidad de una situación sumamente lábil. Las medidas recomendadas para la actual fase de



El brote de gripe aviar ha obligado la eliminación de millones de aves domésticas.

alerta ante el riesgo de pandemia no son las mismas que ante la eventual aparición y subsiguiente propagación internacional de un virus pandémico.

### 10. La OMS avisará al mundo cuando aumente el riesgo de pandemia

La OMS trabaja en estrecha colaboración con ministerios de salud y diversos organismos de salud pública para apoyar a los países en su labor de vigilancia de las cepas de gripe circulantes. Para detectar con prontitud un virus pandémico es fundamental disponer de un sistema de vigilancia sensible, capaz de localizar nuevas cepas gripales.

Para facilitar la planificación de cara a una posible pandemia se han definido seis fases distintas y asignado una serie de funciones a los gobiernos, la industria y la OMS. La situación actual corresponde a la fase 3: un virus nuevo para el ser humano está provocando infecciones pero no se transmite fácilmente de una persona a otra.



# CULCyT



*A veces me siento y pienso...*



*y a veces, nada más me siento*



## La letra ¿con sangre entra?

Hace ya algunos años visité la escuela primaria en la que estudié, la María Martínez, en Ciudad Juárez. La visita la hice cuando aún se encontraba en la calle Madero, cerca de la calle Mejía. Me llamó

la atención el olor característico de la madera de los pisos, el mismo de aquellos años, ver aún las pizarras negras y algunas fotografías colgadas que inmediatamente recordé. En esa escuela aprendí mis primeras letras y números, no precisamente con sangre aunque sí con algunos golpes de regla, e hice mis primeras vagancias.

Aprenderse la lección de memoria de un día para otro, saberse las tablas de multiplicar a fuerza de repetirlas, copiar al cuaderno todo lo que se escribía en el pizarrón, hacer pequeñas compilaciones a base de estampitas compradas en la papelería de la esquina (la revolución, la independencia, los niños héroes, y un largo etc.), eran por mucho los apoyos cotidianos del alumno para aprender.

Recuerdo haber escuchado decir con cierta solemnidad “*la letra con sangre entra*”, y aunque no se practicaba a cabalidad, no había escape para que alguna que otra vez las palmas de la mano se enrojecieran como un incentivo para el aprendizaje.

¿La letra con sangre entra? Ya no. Este viejo refrán a la luz de la tecnología cambia diametralmente. Lo nuevo ahora es “*la letra con software entra*” Debo confesar que la cita no es mía; la leí en una revista y me pareció una cita seleccionable (por aquello de citas citables de la revista selecciones).

Para muchos de nosotros frases como e-learning, educación virtual, curso en línea, educación a distancia entre otros, implican uso de tecnología para aprender o enseñar. El papel de alumno o maestro

según sea el caso, cambia radicalmente. Ya no digamos los contenidos y la forma de ellos. Creo que cada uno (maestro o alumno) enfrenta, bajo este paradigma de enseñar o aprender haciendo uso de la tecnología, problemas de diferente índole según sea su bagaje.

Para aquellos que hemos aprendido (formado y capacitado profesionalmente) dentro de los preceptos clásicos de la enseñanza, el cambio cultural es un golpe fuerte. Como diría alguien a propósito del modelo constructivo del aprendizaje: “*todo lo que sé del constructivismo lo aprendí desde el conductismo*”. ¿Curioso no? Imagínese intentar apropiarse de cualquiera de los dos papeles mencionados en este nuevo paradigma... menuda tarea... y nada fácil.

Luego vienen los que están a dos aguas, es decir, aquellos que ya han iniciado, un poco, su aprendizaje bajo el sello de la tecnología, sobre todo ya habiendo terminado la carrera, pero que aún traen un bagaje fuerte de aprendizaje bajo un modelo clásico. A éstos quizá les cueste un poco jugar el papel de alumno; pero le sufrirán para ponerse el saco de maestro.

Como olas serenas empiezan a llegar a las aulas, aquellos para los cuales la tecnología es cosa muy conocida, sobre todo es un juego o varios, chatear, surfear. Lastima Margarito; aún así su formación hasta la fecha ha sido en un salón de clase... pero ya les ha empezado a tocar la puerta el aprendizaje haciendo uso de la tecnología. Si bien no se sienten incómodos, les cuesta trabajo encontrar la puerta; todavía enfrentan un choque cultural.

Y por último ¡otra raza! La tecnología es el pan de cada día, ha estado allí toda su vida. Eso sí, no para todos, recuerde eso de la brecha digital. Su problema es que tienen maestros típicamente clásicos haciendo uso de herramientas tecnológicas a veces con tino y otras no tanto. En fin ya nos superarán con la mano en la cintura.

Así que *la letra con software entra*, aunque es posible que nos cueste sangre

lfernand@uacj.mx



## EL CATEDRÁTICO ÁGRAFO Y LA UNIVERSIDAD MEXICANA

Victoriano Garza Almanza

*El profesionalista ágrafo: la incapacidad del ingeniero para comunicarse por escrito*, es el título de un polémico artículo escrito por Jesús Lau y Concepción Félix, y publicado por la revista *Ciencia y Desarrollo* del CONACYT en el número correspondiente a noviembre–diciembre de 1991 (Vol. XVII, N° 101, pp 44–50). Este artículo consiste en la revisión de una base de datos que abarca alrededor de “30,000 publicaciones periódicas”, y en un análisis crítico sobre la presencia de los ingenieros mexicanos como autores de textos profesionales. El propósito del estudio fue el de establecer qué nuevo conocimiento generó y transmitió este grupo de profesionistas en un período dado.

Debido a que la literatura científica y tecnológica empleada en la formación de los ingenieros mexicanos proviene del exterior, Lau y Félix afirmaban en 1991 que, por tal motivo, la educación que estos reciben es la de un país subdesarrollado. Es decir, el ingeniero mexicano, aunque en la praxis diaria haga trazos y obras maravillosas a partir de su experiencia, su conocimiento no trasciende documentalmente en artículos especializados, tratados o libros de texto. Peor aún, la transmisión de su sabiduría en el aula universitaria, suponiendo que algunos de esos ingenieros creativos ofrezcan una cátedra de vez en

cuando o por obligación si son docentes, no es tan valiosa si sólo se sustenta en la memoria oral, en el puro hecho anecdótico, dónde, además, los registros de sus ideas quedan a la interpretación y memoria de los jóvenes a quienes sirven de ejemplo y por quienes serán sucedidos, y garrapateados en informales apuntes de clase que poco tiempo sobrevivirán.

Lau y Félix destacan la pobre participación de esta clase profesional como autora de publicaciones técnicas, y aseveran: “los primeros egresados de las universidades y del Politécnico están ya jubilados. Los de los tecnológicos están a punto de iniciar su retiro de la profesión; sin embargo, ni éstos ni los primeros parecen haber divulgado sus conocimientos, o al menos parece que no escribieron suficientes libros ni artículos. Un análisis de los libros de texto que venden las editoriales nacionales muestra a simple vista que la inmensa mayoría de los libros son de autores extranjeros.”

¿A que se debe esta situación? ¿Es que los ingenieros no tienen porque escribir, pues eso es asunto que concierne únicamente a los literatos?

Tan sólo en el área de las ingenierías, ¿cuántos profesionales de este tipo se han formado en el país? Dudo que exista un registro veraz o que cualquier número que se arroje esté cerca de la realidad, pero no creo equivocarme si asumo que al

menos se han formado 250,000 ingenieros en los últimos 50 años. Y, según Lau y Félix, estos ingenieros “han trabajado por décadas sin transmitir por escrito sus experiencias ni sus aportaciones al desarrollo de nuevas técnicas y métodos aplicados a sus trabajos.” Y, lo que es peor, lo mismo se puede decir de los médicos, los biólogos, los físicos, los químicos, los matemáticos y todos los profesionales de las áreas científicas y tecnológicas.

¿En dónde está la falla? Si este problema se detectó desde hace décadas, ¿por qué las sociedades científicas, académicas y profesionales de México lo dejaron crecer? ¿Por qué las instituciones de educación superior o las entidades educativas de los gobiernos federal y estatal tampoco respondieron?

Para colmo, el único requisito que obligaba a los estudiantes universitarios a redactar un reporte de investigación o tesis, ha desaparecido en la mayoría de las universidades mexicanas o se mantiene como una opción a la que pocos recurren.

Aunque el artículo de Lau y Félix fue publicado hace 14 años, sus asunciones siguen vigentes y reflejan nuestra realidad: un inexistente hábito de escrituralidad en el ámbito académico, mejor conocido como el síndrome de Bartleby o de la constipación mental; y la validez de sus aseveraciones se extienden absolutamente a todas las disciplinas de la ciencia que se imparten en el país.

Ahora bien, frente a este rezago, el panorama actual para los profesores de las universidades mexicanas se pone crítico, pues al ser ellos la base de la enseñanza y la investigación científica, no sólo de la universidad sino del país mismo (!), y debido a que el otorgamiento de

recursos financieros para sus universidades está cada vez más ligado a la cantidad de publicaciones que generen en sus departamentos y programas, además de que a nivel individual se les evalúa anualmente por su productividad medida también en publicaciones, la máxima “publica o perezcas” se ha convertido de facto en una norma que trasciende lo personal y alcanza a las mismas instituciones.

Todo indica que, en adelante, aquellas universidades cuya planta de profesores–investigadores publique más, y que en la práctica lo demuestren con hechos ante las agencias evaluadoras y certificadoras de educación superior, mayores recursos obtendrán para el cumplimiento de sus programas de desarrollo. Este esquema de repartición presupuestaria ha provocado un inusitado despertar de estrategias institucionales para fortalecer la productividad de sus profesores, así como una avalancha de capacitaciones orientada a la enseñanza de la escritura científica para la publicación en revistas especializadas.

Sin embargo, para evitar caer en el juego del “productivismo académico”, sin otra meta que la de fabricar cantidades sin límite de publicaciones para ser evaluado positivamente, debe prevalecer la idea de que tras el esfuerzo de investigar, escribir resultados y publicarlos, tiene que existir un aumento en la calidad de la investigación y la enseñanza de nuevos y originales esquemas científicos y tecnológicos, para provecho de los futuros profesionales y del desarrollo de México.



[publicaoperece@yahoo.com](mailto:publicaoperece@yahoo.com)

# El \$oftware en México

Gerardo Padilla

Vuelvo a retomar aspectos tecnologicos y estrategicos en la columna. En esta ocasion comparto mis experiencias al tener contacto y trabajar con las herramientas del proyecto denominado *Eclipse*<sup>1</sup>. Confieso que antes de conocer el proyecto Eclipse tenía mis dudas pero al estudiarlo de cerca muchas de mis dudas fueron borradas.

“Eclipse se define como una comunidad abierta cuyos proyectos se centran en el desarrollo de una plataforma extensible de desarrollo y de una arquitectura de aplicaciones para productos de software”, citando la definición del proyecto. Ahora lo presentaré en términos más cotidianos: Eclipse es un conjunto de herramientas de desarrollo construidas para Java (sin ser exclusivas) que permite adaptarse, mejorarse y modificarse.

Si alguien descarga del sitio el kit de desarrollo de Eclipse se encontrará con una ambiente de desarrollo para Java (IDE) con funcionalidades muy poderosas. Dicho ambiente de desarrollo puede verse como un ejemplo de lo que se puede hacer con la plataforma Eclipse. Hay expertos que definen a Eclipse como un generador de ambientes de desarrollo, sin embargo dejo al lector que emita sus comentarios sobre esta aseveración después de que revisen la herramienta.

Un aspecto muy importante de la plataforma Eclipse es su arquitectura, en la que toda funcionalidad agregada es vista como un “plugin”. La manera de conectar los “plugins” en Eclipse es muy fácil y dinámica: básicamente toda la información se maneja por archivos XML. La cantidad de “plugins” existentes crece día con día. Para ejemplificar imaginemos que ustedes están desarrollando en Java y desean documentar su código desde el ambiente de desarrollo, desean generar y ejecutar pruebas de unidad (JUnit), desean obtener métricas de su código y desean los diagramas de clases UML; lo que tendrían que hacer es descargar los “plugins” correspondientes e instalarlos para usarlos de manera integral en su proyecto.

El proyecto Eclipse no es nuevo, su origen se remonta al año 2001, cuando las empresas Borland, IBM, MERANT, QNX Software Systems, Rational Software, Red Hat, SuSE, TogetherSoft y Webgain decidieron formar la “Eclipse Foundation”. Dicha

organización inició como una organización industrial y privada. En 2004 se decidió convertirla en una organización no lucrativa e integrarla al modelo de software abierto. Con esto puntualizo el origen industrial y el papel que han tenido y tienen la industria actualmente en Eclipse. Adicional a esto, un gran número de empresas están desarrollando “plugins” para la plataforma Eclipse: Borland, Embarcadero Technologies, Fujitsu, Hitachi Software, Novell, Oracle, PalmSource, Parasoft Corporation, QA Systems, Red Hat, Teamstudio, Telelogic, ... y la lista continua. Para los que han trabajado con los productos de IBM Rational les será muy familiar la manera de trabajar de sus productos, dado que todos sus productos los están convirtiendo para usar la plataforma Eclipse.

Con esta pequeña información quisiera motivar al lector a que se de la oportunidad de estudiar y usar la plataforma Eclipse. Les garantizo que no perderán el tiempo dado que el hecho de conocer la manera de trabajar en el ambiente Eclipse significa conocer la manera de trabajar en productos basados en la plataforma Eclipse (Oracle, IBM Rational, Telelogic, Parasoft, etc.)

Otra motivación muy poderosa de trabajar con Eclipse es el hecho del trabajo ganado. Imagínense que desean desarrollar un editor para programar cierto tipo de microprocesador. Si ustedes usan Eclipse podrán utilizar toda la infraestructura que tiene (ventanas, manejo de proyecto, uso de archivos, uso de la GUI, etc.) y podrán concentrarse de mejor manera en aspectos particulares de su aplicación.

Reconozco que la curva de aprendizaje de Eclipse no es fácil, pero si pudiéramos ubicar esto en un plan académico, donde se aprenda primero la filosofía del entorno en cursos normales de programación donde usen Java, entonces se habrá ganado aprendizaje para después complementarlo en otros cursos con tópicos más interesantes.

Finalmente concluyo mencionando que Eclipse es una oportunidad muy grande de trabajar con tecnología industrial que no cuesta dinero en licencias, es multiplataforma y que representa una herramienta muy poderosa para cualquier desarrollador.

---

<sup>1</sup> Para mayor informacion visite <http://www.eclipse.org>

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



## Universo Inteligente?

A diario interactuamos con nuestro medio ambiente sin entender nada del mismo. Nunca nos detenemos a pensar en como la luz solar hace posible la vida, en la fuerza que nos mantiene pegados a nuestro planeta o en el equilibrio que mantienen los átomos que nos constituyen.

En esta ocasión podemos detenernos y pensar en ¿cómo surgió la vida en la tierra?

La probabilidad matemática de que la vida apareciera de forma espontánea es tan pequeña que resulta difícil comprenderla si no la comparamos con algo que nos resulte familiar. Por ejemplo, que una proteína evolucione al azar, o sea que los átomos, los aminoácidos, se dispongan en el orden adecuado, es lo mismo que la probabilidad de sacar 50.000 seises seguidos en los dados y esto es únicamente con proteínas. En este sentido el azar queda descartado, es una solución fácil para aquellos que tengan pereza mental de seguir buscando el origen de la vida. Ahora, ¿cómo pudo surgir una estructura tan altamente organizada como un humano, un ratón o inclusive una flor? Nadie puede negar que se necesita información para una flor ¿pero cuánta? mucha. Tanta que escapa a una experiencia normal. Las instrucciones genéticas (genoma) pueden ser concebidas como un mensaje de cierta longitud que especifica una forma de vida. Es el programa que controla la conducta de las células. Todo aquel que haya llevado a cabo un programa de computadora estará de acuerdo que escribir funciones es la parte menos importante. Lo más difícil es la lógica del programa principal. En el terreno de la biología, las enzimas son solamente funciones. El programa sigue siendo una parte menos probable. En el desarrollo de la vida el programa principal lo describe la teoría darwiniana de la evolución.

En 1859, Darwin publicó el origen de las especies, libro en el que incluía un compendio de detalles empíricos algunos sacados de otros autores y otros propios de su viaje a bordo del Beagle, que presentaban una demostración de la selección natural y la evolución de las especies. Bien probaban cierta evolución, no toda la evolución que tenemos en mente: células eucariotas prosperando en los océanos durante cerca de mil millones (MM) de años, los primeros seres pluricelulares, que reinaron durante 120 MM de años, luego la explosión precámbrica. Hace 550 MM fueron colonizados los continentes por formas vivientes de extravagante diversidad, tanto que haría palidecer de envidia a los

mejores escenógrafos de ciencia ficción. ¿Qué paso con los antropoides? Asombroso crecimiento es el que han tenido que no necesitaron más que una décima parte de la edad de la Tierra para producirse y desarrollarse, y para que apareciera el Homo Sapiens, el inventor de la marcha erguida. ¿Qué ocurrió para que la teoría de Darwin sobre la evolución mediante la selección natural se haya afirmado como una superstición? ¿Dónde están las pruebas experimentales?

Los postdarwinistas explican los cambios evolutivos debido a los errores aleatorios de la copia de la información genética, mutaciones puntuales de genes que acumuladas darían lugar a la evolución, pues la selección natural escogería solo las mutaciones que fueran mejoras para la adaptación del ser vivo. El primer problema es que la copia del ADN es extraordinariamente precisa, no proporciona un gran número de mutaciones naturales para que pueda actuar la selección natural, tiene un ritmo tan lento que no cuadra con la rapidez de la aparición de las especies en la Tierra. Además parece mucho más probable que los errores resulten perjudiciales y no beneficiosos, y al rechazar las numerosas variaciones dañinas y preservar las escasas de índole beneficiosa, todavía es necesario un espacio de tiempo mayor para que se de la evolución que observamos.

El primer interés ha sido demostrar que los restos fósiles confirman la teoría de Darwin. Sin embargo la realidad es distinta: existe una imperfección del registro fósil. Faltan los cambios cruciales en los registros fósiles, por ejemplo la gran transición evolutiva desde los reptiles a los mamíferos. Esas grandes transiciones se han buscado sin éxito. De hecho la situación es lo contrario a lo que establece la teoría de Darwin. Desde luego que se perciben pequeñas variaciones pero no se acumulan gradualmente hasta producir mayores.

Por eso la cuestión se zanja diciendo que las grandes transiciones tendrían que haber efectuado a saltos, tan rápido que el registro fósil no pudiera reflejarlo, cosa difícil de compaginar con los cambios que observamos. Son cambios bruscos seguidos de periodo de estabilidad. Una solución fácil pero ¿cual es el motor que provoca esos saltos?

Ya seguiremos comentando este tema en otra ocasión, hoy solamente detente un instante y reflexiona.

jorge.rodas@itesm.mx

### Murió el físico Jerzy F. Plebański, nieto intelectual de Einstein

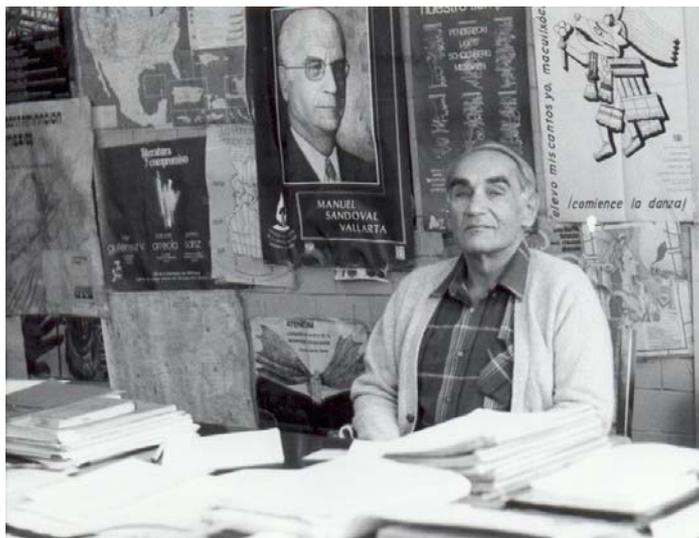
Jerzy F. Plebański, investigador del Departamento de Física del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav), IPN, considerado nieto académico de Albert Einstein, falleció ayer a la edad de 77 años, luego de una prolongada enfermedad.

Arturo Rosenblueth, director y fundador del Cinvestav-IPN, invitó a Plebański a integrarse como el primer jefe del Departamento de Física.

Nacido en Varsovia, Polonia, en 1928, Plebański fue colaborador de Leopold Infeld, uno de los gestores de la Mecánica Cuántica junto con Max Born, Werner Heisenberg y Pascual Jordan.

Infeld con quien Plebański trabajó varios años fue colaborador de Albert Einstein, y junto con él resolvió el problema del movimiento en la Relatividad General (RG).

El problema consistía en que, a diferencia de la mecánica newtoniana, en donde las ecuaciones que describen el movimiento de una partícula sujeta a un campo gravitacional y las ecuaciones que satisfacen el propio campo gravitacional eran completamente independientes, en el caso de la RG, éstas no lo eran, ya que las ecuaciones de movimiento (ecuaciones de las geodésicas) parecían deducirse a partir de las ecuaciones de Einstein, que son del campo gravitacional.



**Jerzy Franciszek Plebański Rosinski**

Infeld, Einstein y Banesh Hoffmann lograron resolver el problema en 1939. Infeld, finalmente, antes de regresar a Polonia, paso cerca de 10 años en la Universidad de Toronto en Canadá.

Después de obtener su grado de doctor, Plebański, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, trabajó con Infeld en algunas generalizaciones de la electrodinámica no-lineal, y en el problema del movimiento en la Relatividad General, área de trabajo en la que escribió un libro clásico a nivel mundial: "Movimiento y Relatividad".

La Crónica de Hoy. Agosto 25, 2005.

---

### Emisiones de dióxido de carbono vuelven ácidos los mares, advierten científicos

Michael McCarthy *The Independent* Londres. Los mares del mundo se vuelven ácidos, con efectos potencialmente catastróficos para la vida marina, como consecuencia de las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la industria y del transporte, advirtió esta semana un informe de la Real Sociedad británica.

Hacia fines de este siglo podrían producirse cambios muy extendidos y nocivos en la cadena alimentaria oceánica, que afectarían en forma directa una gama de organismos vitales, desde el plancton hasta el coral, y tendrían un efecto devastador

en animales marinos mayores, indicó el informe de un grupo de trabajo de importantes científicos británicos, el cual advirtió también que la acidificación de los océanos podría ser una posible causa de aceleración del cambio climático.

Esa es una razón más para que los líderes del G-8, que se reúnen en estos momentos en Escocia, adopten medidas para reducir las emisiones de dióxido de carbono, expresaron los científicos, y llamaron a que se emprenda de inmediato un esfuerzo sustancial de investigación sobre el problema.

Para el 2050

Sólo en fechas recientes se han percatado los investigadores de que las cantidades masivas de dióxido de carbono emitido por combustibles fósiles tiene otro efecto peligroso en el planeta además de elevar las temperaturas. Más o menos la mitad del dióxido de carbono producido

permanece en la atmósfera, mientras el resto se disuelve en los océanos, y al hacerlo reacciona con el agua del mar para producir ácido carbónico.

"La química elemental nos deja poca duda de que la quema de combustibles fósiles cambia la acidez de los océanos", señala el profesor John Raven, presidente del grupo de trabajo. "La tasa de cambio que vemos en la química oceánica es 100 veces más rápida de la que se dio en millones de años. Sencillamente no sabemos si la vida marina, que ya se encuentra

amenazada por el cambio climático, logrará adaptarse a estos cambios."

En su estado natural, los océanos son ligeramente alcalinos, pero los enormes volúmenes de CO<sub>2</sub> producidos de la Revolución Industrial en adelante -unos 450 billones de toneladas- ya han incrementado la acidez del mar en forma mensurable, indica el informe. Si bien no se ha detectado aún un daño en la vida marina, la mayor acidificación, que probablemente tendrá lugar hacia fin de siglo, casi de seguro lo causará.

En particular perjudicará al enorme número de organismos que necesitan del carbonato de calcio para elaborar sus conchas y esqueletos, como el plancton, corales, mariscos, estrellas de mar y erizos. Algunos de éstos son componentes vitales de la parte inferior de la cadena alimentaria oceánica, de los cuales dependen otras especies.



"Los efectos combinados del cambio climático y de la acidificación de los océanos podrían conducir a una escasez de corales en los arrecifes tropicales y subtropicales, como la Gran Barrera de Arrecifes, hacia 2050", indica el informe. "Tal hecho tendría importantes ramificaciones para cientos de miles de otras especies que habitan en esos parajes, así como para las personas que dependen de ellas tanto para alimentación como para proteger las zonas costeras, por ejemplo de los *tsunamis*."

Además, advierte el informe, los crecientes niveles de acidez podrían significar que se reduzca la capacidad de los océanos de limpiar el bióxido de carbono de la atmósfera, lo cual daría mayor impulso al calentamiento global.

¿Qué hacer?

El informe examina formas de enfrentar el aumento en la acidez, como sería añadir cal a los océanos para hacerlos más alcalinos. Sin embargo, concluyó que la única forma práctica de frenar los niveles de acidez es reduciendo las emisiones de dióxido de carbono.

"Los gobernantes que se reúnen en la cumbre del G-8 deben adoptar una acción decisiva y significativa para reducir esas emisiones", manifestó el profesor Raven. "Si no lo hacen, puede ser que no haya lugar en los océanos en el futuro para muchas de las especies y ecosistemas que conocemos hoy."

© *The Independent*.

Traducción: Jorge Anaya. La Jornada. Julio 8, 2005.

---

### **Insta Nóbel a gobierno mexicano a apoyar a ciencia básica**

Así como hace 40 años grandes avances tecnológicos que han cambiado al mundo surgieron de investigaciones científicas básicas, actualmente es fundamental impulsar este tipo de proyectos que podrían tener aplicaciones tecnológicas, muchas de ellas insospechadas, que contribuirán al avance de la humanidad, afirmó Samuel C.C. Ting, Premio Nobel de Física 1976.

En conferencia de prensa, el científico expuso los avances del proyecto Alpha Magnetic Spectrometer (AMS, Espectrómetro Alfa Magnético), un trabajo en el que participan 500 físicos de 56 instituciones de 16 países, incluido un grupo del Instituto de Física de la Universidad Nacional

Autónoma de México (UNAM), encabezado por Arturo Menchaca Rocha, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC).

Ting expuso algunos aspectos generales de la investigación que encabeza –que se realiza en el Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN), con un costo de cerca de dos mil millones de dólares–, con el cual se colocará el espectrómetro en la Estación Espacial Internacional (EEI), para ayudar a medir la cantidad de rayos cósmicos a la que se exponen los astronautas y las naves espaciales fuera de la atmósfera terrestre.

Durante la conferencia El Impacto de la ciencia en el desarrollo: la participación de México en proyectos internacionales, el científico recalcó que el principal beneficio para un país al apoyar la ciencia básica es que se puede aprender a dominar nuevas tecnologías.

Además, indicó que la investigación básica puede también servir de catalizador para que las industrias desarrollen nuevas tecnologías, aunque, acotó, esto puede tardar más de 40 años. "Si se restringe la inversión sólo a transferencia de tecnología, entonces ya no habrá más qué transferir si no hay nuevos



fenómenos descubiertos", alertó.

El científico adscrito al Instituto Tecnológico de Massachusetts hizo hincapié en que la principal motivación para desarrollar ciencia básica es la

curiosidad humana, encaminada a entender los fenómenos naturales.

Puso como ejemplo que, entre las innumerables contribuciones que la ciencia básica ha aportado a la humanidad, se encuentra el desarrollo en el CERN de la world wide web (www), que actualmente es fundamental para la comunicación alrededor de todo el mundo a través de la internet.

Inicialmente, el investigador estadounidense de origen chino tenía programada una reunión con diputados miembros de la Comisión de Ciencia y Tecnología –con el fin de hacerles estos planteamientos–, misma que fue cancelada a última hora por los legisladores.

Ting, quien descubrió partículas subatómicas de alta energía, expuso la necesidad de impulsar la colaboración de México en este tipo de proyectos internacionales de gran aliento.

“México cuenta con un equipo de científicos muy capaces y de alta calidad que han tenido una gran participación en este proyecto”, dijo. “Espero que el gobierno vea la importancia de destinar más recursos a esta investigación”.

La participación mexicana en este detector se basa en la construcción de parte de los detectores que registran la cantidad y la energía de las pequeñas partículas subatómicas o rayos cósmicos que emanan las estrellas y el Sol, pero hasta ahora sólo ha contado con el apoyo de la UNAM.

El Nobel tuvo una reunión el miércoles 24 de agosto con Jaime Parada, director General del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), para pedir el apoyo del gobierno mexicano a esta contribución científica, “que es pequeña, pero muy importante”, dijo Ting al tiempo que aclaró: “no venimos a pedir dinero, venimos a hacer participe al gobierno mexicano de este proyectos de gran impacto y del cual están surgiendo nuevas tecnologías”.

Para el gobierno estadounidense este proyecto es de gran interés, debido a que con la medición de la radiación cósmica será posible determinar la

cantidad de rayos a la que estarán expuestas las futuras misiones espaciales a Marte, que anunció la administración de George W. Bush, además de que la electrónica que se está utilizando es 10 veces superior a la que se aplica actualmente en componentes comerciales.

Por su parte, Arturo Menchaca informó que el director general del Conacyt le recomendó seguir los procedimientos establecidos para recibir apoyo, esto es, presentar el proyecto ante Consejo, lo cual hará dentro de dos o tres meses, de acuerdo a lo establecido con las convocatorias.

“Al participar en este proyecto hemos tenido la oportunidad de realizar diversos experimentos en la EEI. Además, ellos nos plantean problemas y nosotros tenemos la capacidad de solucionarlos”, abundó Menchaca, director del Instituto de Física de la UNAM.

El también coordinador de la sección de Física de la AMC indicó que actualmente tiene 15 estudiantes que tienen la oportunidad de colaborar con este proyecto, a parte de otros vigentes en su laboratorio.

“A nosotros nos ha permitido desarrollar un nivel muy alto de conocimiento”, dijo. “La sociedad debe saber que México está ahí, que tiene la capacidad de participar en este tipo de proyectos de alto nivel”.

El científico indicó que para tener una participación “decorosa”, México tendría que colaborar con, al menos, un millón de dólares, sin embargo, esto no ha sido posible ya que sólo se ha participado “a título personal”, con el financiamiento de la UNAM.

Academia Mexicana de Ciencias  
Boletín AMC/81/05. Agosto 25, 2005.





CULCyT//Galería



Instituto de Ingeniería y Tecnología  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
Vista parcial.  
Fotos: Betina

