

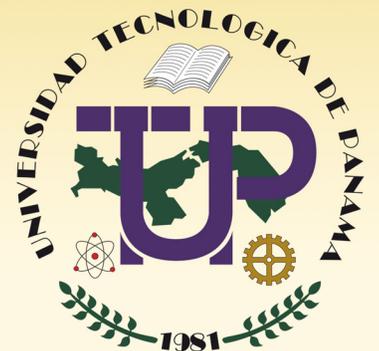
ISSN 1860-8894

REVISTA DE **I+D**  
TECNOLÓGICO

---

---

Vol. 5 - No. 1



ISSN 1680-8894

# REVISTA DE I + D TECNOLÓGICO

---

VOLUMEN V

• Revista I + D •

2006

---

**AUTORIDADES DE LA  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ**

**RECTOR**

Salvador A. Rodríguez G.

**VICERECTOR ACADÉMICO**

Marcela Paredes de Vásquez

**VICERECTOR DE INVESTIGACIÓN, POSTGRADO Y EXTENSIÓN**

Delva Batista de Chambers

**VICERECTOR ADMINISTRATIVO**

Benigno Vargas

**SECRETARIA GENERAL**

Luis Barahona

**Correspondencia para suscripciones y/o canje:**

Universidad Tecnológica de Panamá  
Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión  
Apdo. Postal: 0819-07289, El Dorado  
Panamá, Rep. de Panamá

Edición aprobada por la Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión de la  
Universidad Tecnológica de Panamá



**DIRECTOR DEL COMITÉ EDITORIAL**

Darío Solís

**COMITÉ EDITORIAL**

Humberto Alvarez

Clifton Clunie

Eliécer Ching

Humberto Rodríguez

Wedleys Tejedor

**PORTADA**

Arte y diseño:

DRICOM

Universidad Tecnológica de Panamá

**LEVANTADO DE TEXTO  
Y DIAGRAMACION**

Pablo Montero

Impreso en Panamá

250 ejemplares

Imprenta

Universidad Tecnológica de Panamá

## CONTENIDO

---

Agujeros Fásicos Iónicos en Plasmas. ....	5
..... <i>J. Collantes; V. Aleksiéyevich</i>	
<hr/>	
Concepciones sobre Mapas Conceptuales de los Docentes Panameños. ....	13
..... <i>N. Miller; A. Cañas; J. Novak</i>	
<hr/>	
Estudio de Cementación de Acero de Aceros con Carbones Vegetales Nacionales. . . . .	25
<i>A. Tejedor; W. Salazar; B. Pinzón; J. Rojas; J. Cumbreira</i>	
<hr/>	
Uso De Wireless Mesh Lans Como Alternativa De Comunicación En Comunidades Rurales. ....	33
..... <i>A. Castillo</i>	

---

# AGUJEROS FÁSICOS IÓNICOS EN PLASMAS

**Juan Ramón Collantes**

Universidad Tecnológica de Panamá. Apdo: 0819-07289. Panamá

**Valeri Aleksiéyevich Turikov**

Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos. Moscú, 117198 Rusia. Miklujo-Maklaya 6.

## RESUMEN

Se investigaron las propiedades más importantes de los agujeros fásicos iónicos conociendo la forma más representativa del potencial. Siguiendo al método BGK clásico se obtuvieron las expresiones analíticas para las funciones de distribución de las partículas y la dependencia del ancho de la amplitud del agujero. Esta función de distribución se usó en el análisis de la estabilidad del agujero de pequeña amplitud. Se aplicó el método de Lewis-Symon en forma de perturbaciones de ondas normalizadas localizadas en la región del agujero iónico. En este caso se desarrolla una inestabilidad análoga a la inestabilidad de rayo de partículas en un plasma uniforme.

**Palabras claves:** Agujeros fásicos, función de distribución, inestabilidad de rayo de partículas, método BGK, método de Lewis –Symon, ondas normalizadas.

## ABSTRACT

The main properties of the ion phase space holes are investigated prescribing the most representative model of potential shape. The analytical expression for the particles distributions and the width dependence on the amplitude are obtained following the classic BGK method. This distribution is used in the stability analysis of a small amplitude ion holes. The Lewis-Symon method is used for the normal mode perturbations localized in the ion holes region. In this case an instability similar to the fluid beam-type instability in a homogeneous plasma takes place.

**Keywords:** BGK method, distribution function, fluid beam-type instability, Lewis-Symon method, normal mode, phase space hole.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad es muy importante el estudio de las estructuras electrostáticas coherentes en plasmas sin colisiones, entre las cuales podemos nombrar a las dobles capas y a los agujeros fásicos iónicos y electrónicos. Estos últimos se llaman así, debido a que su función de distribución forma una

especie de tornado con un agujero en el centro en el espacio de velocidades. Usualmente el plasma evoluciona hasta estas configuraciones como consecuencia del desarrollo de diferentes inestabilidades en su fase no lineal así como también debido a influencias externas, lo que se demostró claramente en los

experimentos numéricos (por ejemplo, Singh & Schunk, 1984).

## 2. CONCEPTUALIZACIÓN

En este trabajo se analizan algunas propiedades de los agujeros fásicos iónicos surgidos como consecuencia de: la evolución de las inestabilidades a doble flujos tipo ion-ion, (Sakanaka, 1972); de la "autoorganización" de la turbulencia iónica acústica (Dupree, 1982) y de otros procesos análogos (Shamel, 1982a). Se tiene confirmación experimental sobre la existencia de estas estructuras en plasmas sin colisiones (Pecseli, Amstrong & Trulsen, 1981).

El agujero fásico iónico corresponde a la clase de equilibrios de Bernstein-Greene-Kruskal (BGK) (1957), en los cuales para mantener el perfil solitónico del potencial, la función de distribución de las partículas debe tener tal forma, que satisfaga al sistema estacionario de ecuaciones de Vlasov y Poisson. En la actualidad existen dos enfoques matemáticos en la solución teórica de este problema. El primero consiste en que se postula la forma de la función de distribución de las partículas libres y de las partículas atrapadas para luego de la ecuación de Poisson encontrar el potencial electrostático conveniente (Shamel & Bujarbarua, 1980; Meyerson & Rogachevskiy, 1987). Según nuestro punto de vista este enfoque tiene el defecto de que es muy difícil construir las funciones de distribución que correspondan exactamente a la forma del potencial buscado, se hace necesario recurrir a condiciones complementarias análogas a las condiciones del

potencial de Sagdiyev (1964). Como resultado de esto surgen estructuras que por sus propiedades son más parecidas a un solitón iónico acústico. Sin embargo para que ocurra esto no existe ningún fundamento físico, ya que estas estructuras poseen diferente naturaleza. En particular, este enfoque aplicado a los agujeros electrónicos (Bujarbarua & Shamel, 1981) dio como resultado una dependencia del ancho y de la velocidad del agujero con respecto a su amplitud que contradecía tanto a los datos experimentales, así como también a los resultados de la modelación numérica, como claramente se señala en los trabajos de Turikov (1984) y de Lisuka & Tanaka (1987).

En este trabajo se aplica el segundo enfoque, el que corresponde al esquema clásico BGK, cuando se conoce la dependencia del potencial de las coordenadas y se calcula la función de distribución de las partículas. Estas funciones se emplean para investigar la estabilidad de los agujeros iónicos de pequeña amplitud.

Si se cumple la condición  $V_{Te} \gg V_0$

( $V_{Te} = \sqrt{\frac{T_e}{m_e}}$  es la velocidad

térmica de los electrones,  $V_0$  es la velocidad de propagación del agujero iónico), entonces se puede considerar que la concentración de los electrones lo describe la distribución de Boltzmann

$$n_e(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} f_e(x, v) dv = e^{-\frac{\phi(x)}{\theta}}$$

donde la coordenada  $x$  está normalizada en radios electrónicos de Debye  $\lambda_{De}$ , el potencial  $\phi$  en unidades  $\frac{T_e}{e}$ , la velocidad  $v$  en

unidades  $V_{Te}$ . En este caso la ecuación de Poisson en el sistema de referencia del agujero iónico se lo puede representar de la siguiente manera:

$$\frac{d^2\phi}{dx^2} = \theta\sqrt{2} \left\{ \int_{-\phi}^0 \frac{dw f_{tr,i}(w)}{\sqrt{w+\phi}} + \frac{1}{2} \int_0^\infty \frac{dw [f_{p,i}^{(+)}(w) + f_{p,i}^{(-)}]}{\sqrt{w+\phi}} - e^{-\frac{\phi}{\theta}} \right\} \quad (1)$$

donde:  $w = \frac{V^2}{2} - \phi$  es la energía

adimensional,  $\theta = \frac{T_e}{T_i}$ ,  $f_{tr,i}$  es la función de distribución de los iones atrapados ( $w < 0$ ),  $f_{p,i}^{(\pm)}$  es la

función de distribución de los iones libres para  $V > 0$  (+) y  $V < 0$  (-).

Analizando a la expresión (1) como la ecuación integral de Abel con respecto a la función desconocida  $f_{tr,i}$ , considerando conocidas  $\phi(x)$  y  $f_{p,i}$  (Bernstein, Greene & Kruskal, 1957), obtenemos

$$f_{tr,i}(w) = \frac{\sqrt{-w}}{2\pi} \int_0^\infty \frac{[f_{p,i}^{(+)}(w') + f_{p,i}^{(-)}(w')] dw'}{\sqrt{w'(w'-w)}} + \frac{1}{\sqrt{2\pi\theta}} \int_0^{-w} \frac{d}{d\phi} \left( \frac{d^2\phi}{dx^2} \right) \frac{d\phi}{\sqrt{-w-\phi}} - \frac{1}{\sqrt{2\pi\theta}} \int_0^{-w} \frac{e^{-\frac{\phi}{\theta}} d\phi}{\sqrt{-w-\phi}} \quad (2)$$

Basándonos en la ley de la conservación de la energía de las partículas en un campo electrostático, la distribución de los iones libres lo describe la siguiente función

$$f_{p,i}^{(\pm)}(w) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-(\sqrt{w \pm M})} \quad (3)$$

la cual, cuando  $\phi \rightarrow 0$  adopta la forma de la distribución de Maxwell.

La magnitud  $M = \frac{V_0}{\sqrt{2V_{Ti}}}$  es un

análogo al número de Mach para los agujeros iónicos.

Emplearemos un potencial de la siguiente forma

$$\phi(x) = \varphi \operatorname{sech}^2\left(\frac{2x}{\delta}\right), \quad (4)$$

la que conlleva a la más simple expresión para  $f_{tr}$ . Un análisis cualitativo de los resultados del estudio de las propiedades de los

agujeros fásicos por el método BGK muestra que estos prácticamente no dependen de la forma solitónica del potencial  $\phi(x)$  (Turikov, 1984).

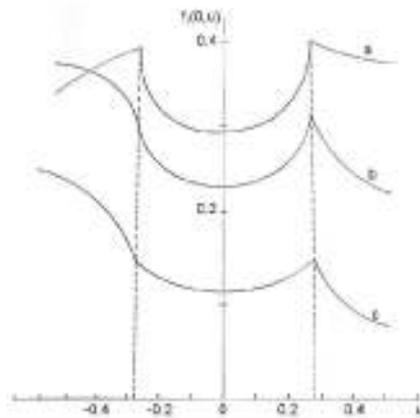
Reemplazando (3) y (4) en la parte derecha de (2) y llevando a cabo la integración obtenemos

$$f_{tr,i}(w) = \frac{1}{\sqrt{8\pi}} e^{-w-M^2} \left\{ \cos(2\sqrt{-w}M) + \frac{2}{\pi} e^{M^2} \left[ D(M) \operatorname{sen}(2\sqrt{-w}M) - \int_0^{\sqrt{-w}} e^{y^2} \cos 2M(y - \sqrt{-w}) dy \right] \right\} + \frac{1}{\sqrt{2\pi\theta}} \frac{32}{\delta^2} \sqrt{-w} \left(1 + \frac{2W}{\varphi}\right) - \frac{\sqrt{2}}{\pi\sqrt{\theta}} D\left(\sqrt{\frac{-w}{\theta}}\right) \quad (5)$$

Donde  $D(x) = e^{-x^2} \int_0^x e^{y^2} dy$  es el integral de Dawson.

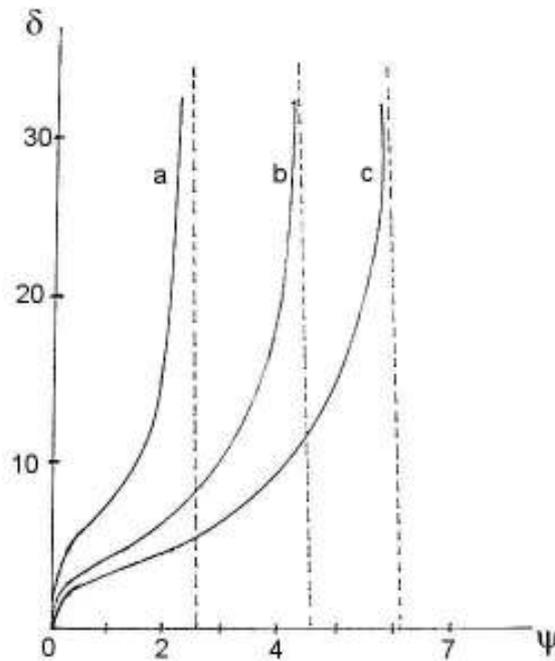
La figura 1 muestra los gráficos de las funciones de distribución (3) y (5) por velocidades en el centro del agujero fásico iónico.

**Figura 1. Distribución de los iones en el centro del agujero fásico iónico, para diferentes valores del número de Mach. a)  $M = 0.0$ , b)  $M = 0.5$ , c)  $M = 1.0$ ;  $\varphi = 0.04$ ;  $\delta = 50.0$ ;  $\theta = 3.0$**



En la figura 2 se ilustra la dependencia obtenida en nuestra teoría entre el ancho del agujero iónico y su amplitud, la que se encuentra en completa correspondencia con todos los resultados experimentales y de la modelación numérica (Turikov, 1984; Iisuka & Tanaca, 1987).

**Figura 2. Dependencia del ancho del agujero iónico con respecto a su amplitud. a)  $M = 1.0$ , b)  $M = 1.5$ , c)  $M = 2.0$ ;  $\theta = 10.0$ .**



Pasemos ahora al estudio de la estabilidad del agujero iónico de pequeña amplitud ( $\varphi \ll 1, \delta \gg 1$ ) por el método de Lewis-Symon (1979), el cual da la posibilidad de analizar perturbaciones de longitudes de onda características, comparadas con el ancho  $\delta$  de la onda BGK. Suponiendo, que la dependencia de la perturbación del tiempo (en unidades  $\varpi_{pi}^{-1} \sqrt{\theta}$ ) tiene la forma

$$\begin{aligned} \tilde{f} &= f_1(x, v, \omega) e^{-i\omega t} \\ \tilde{\phi} &= \phi_1(x, v, \omega) e^{-i\omega t} \end{aligned}$$

Las ecuaciones linealizadas de Vlasov y Poisson para el caso cuando  $\frac{\phi}{\theta} \ll 1$  se puede representar en la siguiente forma

$$(-i\omega + L)f_1 = -\frac{\partial f_i}{\partial w} L\phi_1 \quad (6)$$

$$\left(\frac{d^2}{dx^2} - 1\right)\phi_1 = \theta \int_{-\infty}^{+\infty} f_1 dv \quad (7)$$

donde  $L = v \frac{\partial}{\partial x} + \frac{d\phi}{dx} \frac{\partial}{\partial v}$  es el operador de Liouville.

Siguiendo al método de Lewis-Symon (1979), introducimos al nuevo operador del campo

$$\Lambda = \frac{\partial^2}{\partial x^2} - 1 + \theta \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial f_i}{\partial w} dv = \frac{\partial^2}{\partial x^2} - 1 - \theta \frac{dn_i(\phi)}{d\phi}$$

Resolviendo la ecuación (9) por el método de las características con la consiguiente integración por partes, obtenemos la siguiente ecuación

$$g(x, v, \omega) = \frac{1}{v} \frac{\partial f_i}{\partial v} \left[ 1 - \frac{iv}{\omega} \frac{\partial}{\partial x} \left( 1 - \frac{iv}{\omega} \frac{\partial}{\partial x} (1 - \dots) \right) \right] \phi_1(x, \omega) \quad (10)$$

Para mantener el valor exacto de la ecuación (10) es necesario tener en cuenta toda la sucesión de operadores diferenciales que se encapsulan uno a otro infinitamente. El cumplimiento de la condición

$\frac{v}{l|\omega|} \ll 1$  permite detener a esta sucesión en la aproximación adecuada,  $l$  es la longitud característica de la no uniformidad de la perturbación  $\phi_1$ . Para poder valorar procesos del tipo de las inestabilidades a doble flujos, es necesario en la ecuación (10)

mantener miembros con  $\frac{\partial}{\partial x}$  inclusive hasta del cuarto orden. Señalemos que en el trabajo de

y a la nueva perturbación de la función de distribución

$$g(x, v, \omega) = f_1(x, v, \omega) + \phi_1(x, \omega) \frac{\partial f_i}{\partial w}$$

Entonces las ecuaciones (6) y (7) se transforman y toman la siguiente forma

$$(-i\omega + L)g = -\omega \frac{\partial f_i}{\partial w} \phi_1, \quad (8)$$

$$\Lambda \phi_1 = \theta \int_{-\infty}^{+\infty} dv g \quad (9)$$

Shamel [14] el análisis de las inestabilidades del agujero iónico se realizó únicamente hasta el segundo

orden por el valor de  $\frac{v}{l|\omega|}$ .

La perturbación del potencial  $\phi_1$  es muy cómodo descomponerlo por las funciones propias del operador del campo  $\Lambda$ . Para el perfil del potencial escogido, la ecuación para las funciones propias  $\eta_j$  de este operador toma la forma de la siguiente ecuación de Schrödinger:

$$\frac{d^2 \eta_j}{dx^2} + (E_j + V_0 \sec h^2 \alpha x) \eta_j = 0 \quad (11)$$

donde  $\alpha = \frac{2}{\delta}$ ,  $E_j = \lambda_j - 4\alpha^2$ ,  $\lambda_j$  son los valores propios de  $\Lambda$ ,  $V_0 = 12\alpha^2$ . Reduciendo a la ecuación (11) con ayuda de cambios

de variables estándares a la ecuación hipergeométrica, encontramos las funciones propias, que satisfacen las condiciones límites finitas cuando  $x = 0$  y cuando  $x \rightarrow \pm\infty$ ;

$$\eta_j(x) = \sec h^3(\alpha x) F(-j, j-3, \frac{1}{2}; -sh^2\alpha x), j = 0, 1, 2, \dots, \quad (12)$$

donde  $F(a, b, c; z)$  es la función hipergeométrica. Supondremos que la onda normal  $\phi_1(x, \omega)$  la describe con suficiente exactitud la función propia (12) de menor energía

$$\eta_0(x) = \sec h^3\alpha x$$

Considerando que  $\phi_1 \approx \eta_0(x)$ , reemplazando (10) en (9), multiplicando a la ecuación obtenida por  $\eta_0(x)$  e integrando por  $x$  desde  $-\infty$  hasta el  $+\infty$ , obtenemos la siguiente relación de dispersión:

$$\lambda_0 \frac{16}{15\alpha} + \theta \int_{-\infty}^{+\infty} dx \int_{-\infty}^{+\infty} dv \frac{1}{v} \frac{\partial f_i}{\partial v} \eta_0 \left( 1 - \frac{iv}{\omega} \frac{\partial}{\partial x} - \frac{v^2}{\omega^2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{iv^3}{\omega^3} \frac{\partial^3}{\partial x^3} + \frac{v^4}{\omega^4} \frac{\partial^4}{\partial x^4} \right) \eta_0(x) = 0$$

Después de integrar esta expresión, teniendo en cuenta las expresiones (3) y (5) cuando  $M \ll 1$ , ella toma la siguiente forma aproximada

$$(1 + 1.29\alpha^2)\omega^4 + 1.29\theta\alpha^2 \left( 1 - 1.11 \frac{\varphi}{\theta} \right) \omega^2 - 16.73\theta\alpha^4 (1 + 1.42\varphi + 2M^2) = 0 \quad (13)$$

Una de las soluciones de la ecuación (13) es una magnitud imaginaria pura con un valor  $\text{Im } \omega \equiv \gamma > 0$ . Ella corresponde a la evolución de una inestabilidad aperiódica con un incremento

$$\gamma = 3.6\alpha \left( 1 + 0.71\varphi + M^2 + 0.56 \frac{\varphi}{\theta} \right)$$

### 3. CONCLUSIONES

De esta forma, llegamos a la conclusión de que un agujero iónico de pequeña amplitud ( $\varphi \ll 1, \delta \gg 1$ ) es inestable con respecto a pequeñas perturbaciones en forma de ondas normales en la región de su localización. El resultado obtenido no contradice la existencia de los agujeros iónicos estables observados en los

experimentos de laboratorio y numéricos, ya que en estos casos  $\varphi \geq 1$ , lo que no concuerda con nuestra aproximación. En lo que respecta a los resultados del trabajo de Shamel (1982b), donde se afirma que el agujero iónico de pequeña amplitud es estable en el caso unidimensional; basándonos en el análisis realizado se deduce que son incorrectos.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- [1] SINGH N., SCHUNK R.W. //Plasma Phys.-1984.-**26**.-859.
- [2] SAKANAKA P.H.//Phys. Fluids.-1972.-**15**.-1223.
- [3] DUPREE T.H. Theory of phase-space density holes //Phys. Fluids.-1982.-**25**.-277-289.
- [4] SHAMEL H. The theory of double layers //Symp. on Plasma Double Layers, Risø,-1982.-13-39.
- [5] PECSELI H.L., AMSTRONG R.J., TRULSEN J.//Phys. Lett.-1981.-**81A**.-386.
- [6] BERNSTEIN I.B., GREENE J.M., KRUSKAL N.D. Exact nonlinear plasma oscillations //Phys.Rev.-1957.-**108**.-546.
- [7] SHAMEL H., BUJARBARUA S. Solitary plasma hole via ion-vortex distribution //Phys. Fluids.-1980.-**23**.-2498-2439.
- [8] MEYERSON B.I., ROGACHEVSKIY I.B. Solitones iono-acústicos y agujeros electrónicos en plasmas con corrientes //Física Plasmi (en ruso).-1987.-**13**.-495.
- [9] SAGDIÉYEV R.Z.//Voprosi teori plasmi.(en ruso)-1964.-**4**.-45.
- [10] BUJARBARUA S., SHAMEL H. Theory of finite-amplitude electron and ion holes //Journ. Plasma Phys.-1981.-**25**.-515-529.
- [11] TURIKOV V.A. Electron phase space holes as localized BGK solutions //Phys. Scripta.-1984.-**30**.-73-77.
- [12] IISUKA S., TANACA H. Mach number limit of electron holes in bounded beam-plasma system //Plasma Phys. Contr. Fusion-1987.-**29**.-133-143.
- [13] LEWIS H.R., SYMON K.R. Linearized analysis of inhomogeneous plasma equilibria. General theory //Journ. Math. Phys.-1979.-**20**.-413 436.
- [14] SHAMEL H. Linear modes in the presence of solitary ion holes //Phys. Lett.-1982.-**89A**.-280-282.

# CONCEPCIONES SOBRE MAPAS CONCEPTUALES DE LOS DOCENTES PANAMEÑOS

**Norma L. Miller**

Universidad Tecnológica de Panamá, Universitat Oberta de Catalunya

**Alberto J. Cañas & Joseph D. Novak**

Institute for Human & Machine Cognition

Pensacola, FL EEUU

www.ihmc.us

## RESUMEN

Numerosos estudios han demostrado que los mapas conceptuales, como herramienta para la organización y representación del conocimiento, pueden apoyar el aprendizaje significativo y el proceso de construcción de conocimiento. Un buen mapa conceptual puede inducir al descubrimiento de nuevas e insospechadas relaciones entre conceptos, estimulando así la creatividad del estudiante. Este artículo presenta resultados iniciales de un estudio sobre las concepciones de maestros de escuela primaria sobre lo que son y usos de los mapas conceptuales. El estudio se realiza con maestros que inician su capacitación en talleres del Proyecto *Conéctate al Conocimiento* en Panamá, y muestra que, a pesar de que en un porcentaje altísimo los maestros conocen sobre mapas conceptuales, y un gran número dice usarlos en sus aulas, en su gran mayoría tienen errores serios de concepto sobre la herramienta y sus usos. Los resultados son indicadores de posibles razones por las cuales el uso de mapas conceptuales no ha tenido el resultado esperado en muchas de nuestras escuelas, y nos permite afinar el trabajo con los maestros que se incorporan al Proyecto para mejorar esos resultados.

**Palabras claves:** Mapas conceptuales, maestros, Panamá.

## ABSTRACT

Many studies have shown that concept maps, as a tool for the organization and representation of knowledge, can support meaningful learning and the process of knowledge construction. A good concept map can induce the discovery of new and unsuspected relations between concepts, thereby stimulating students' creativity. This article presents initial results of a study regarding conceptions about concept maps and their use, held by elementary school teachers. This study is conducted with teachers who are beginning their training in Panama's *Conéctate al Conocimiento* Project, and it shows that, although a very high percentage of teachers know about concept maps, and a great many of them claim to use them in their classrooms, the majority has serious conceptual errors regarding the tool and its uses. The results are indicators of possible reasons why the use of concept maps has not had the expected impact in many of our schools, and allow us to refine our work with teachers that are joining the Project in order to improve results in schools.

**Keywords:** Concept maps, teachers, Panama.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la Sociedad de la Información y el Conocimiento, los individuos necesitan ser capaces de adaptarse a cambios continuos, rápidos y turbulentos, tanto en el entorno

personal como en el laboral. En particular, la habilidad para construir nuevos conocimientos, ser creativos, y trabajar de forma colaborativa son requisitos invaluableles. La escuela es uno de los principales sitios donde los niños y jóvenes de hoy tienen la

posibilidad de adquirir y practicar estas destrezas, concretamente, mediante el trabajo con herramientas como los mapas conceptuales.

Numerosos estudios han demostrado el potencial de los mapas conceptuales para ayudar al estudiante a construir conocimiento y estimular su creatividad, ingredientes básicos, ambos, de todo proceso de aprendizaje significativo. Más aún, con la aparición de diversos programas de computadora para la elaboración de mapas conceptuales y su integración con Internet, se han hecho posibles múltiples y novedosas formas de colaboración.

### 1.1. MAPAS CONCEPTUALES

Los mapas conceptuales no son una herramienta nueva en el ámbito educativo. Fueron desarrollados durante los años 70's por Joseph Novak y sus colegas de la Universidad de Cornell, como herramienta para registrar y comprender los cambios en la comprensión de conceptos de ciencia de un grupo de estudiantes de primer grado a lo largo de sus estudios primarios y secundarios. El potencial de los mapas conceptuales para involucrar a los estudiantes en procesos significativos de aprendizaje fue planteado de manera muy elocuente en el libro *Learning how to learn*, lo que contribuyó de manera importante a difundir el uso de esta herramienta pedagógica.

Un mapa conceptual está formado por *conceptos* y *frases de enlace* unidos entre sí para formar *proposiciones*. Novak define un concepto como "toda regularidad percibida en objetos o eventos, o en

registros de objetos o eventos, la cual es designada mediante una etiqueta." De manera más informal, un concepto es la imagen mental que asociamos a una palabra o conjunto de palabras. Una proposición se compone de dos o más conceptos unidos entre sí a través de una frase de enlace para crear unidades con significado. Como el mismo término lo sugiere, una proposición propone o afirma algo, independientemente del valor de verdad ("cierto" o "falso") de lo propuesto. La frase de enlace entre dos conceptos sirve para expresar la relación que existe, dentro de un contexto dado, entre esos conceptos. No hay un número específico de palabras que deba contener una frase de enlace. Sin embargo, por regla general, la relación debe tratar de expresarse de la forma más clara y concisa posible.

Los mapas conceptuales pueden apoyar de múltiples maneras el aprendizaje significativo. De acuerdo con la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, un requisito indispensable para el logro de un aprendizaje significativo es que el aprendiz posea un sustrato de conocimiento previo relevante y bien organizado en el cual insertar el nuevo conocimiento de forma flexible y dinámica. El problema en la práctica es cómo revelar ese sustrato. Como herramienta para organizar y representar el conocimiento, los mapas conceptuales ayudan, justamente, a poner de manifiesto el conocimiento previo que tiene el aprendiz relevante a un tema dado. Por su estructura sencilla a base de proposiciones, resulta más fácil detectar errores de concepto en un mapa conceptual que en un texto lineal, en el cual el propio lenguaje a

menudo puede oscurecer ideas claras, o esconder ideas confusas o erróneas.

## 1.2. PROYECTO CONÉCTATE AL CONOCIMIENTO

*Conéctate al Conocimiento* es un proyecto de transformación de la Educación Panameña, que adelanta el Gobierno Nacional a través de la Secretaría de la Presidencia para la Innovación Gubernamental y del Ministerio de Educación. El mismo contempla dos aspectos fundamentales y mutuamente complementarios. Primero, la capacitación intensiva de docentes de nivel primario de escuelas oficiales en el uso de herramientas pedagógicas y tecnológicas, así como en la aplicación de metodologías y estrategias de instrucción, tendientes a generar un aprendizaje significativo en sus alumnos; y segundo, un seguimiento continuo a los docentes capacitados para brindarles el apoyo pedagógico, técnico, o afectivo necesario para poner en práctica de manera correcta y efectiva los contenidos impartidos en la capacitación. Durante su primer año (2005), el Proyecto incorporará a 100 escuelas, dentro de un plan de incorporar 1000 escuelas a los cinco años.

La principal herramienta pedagógica utilizada en las aulas, y por lo tanto en el taller de capacitación de los maestros de escuelas de Conéctate al Conocimiento son los mapas conceptuales, apoyadas en CmapTools como herramienta tecnológica para construir y compartir mapas. De cada escuela se capacita inicialmente a todos los maestros de

cuarto, quinto y sexto grado. La tarea de capacitación es enorme y enfrenta múltiples dificultades. Entre ellas, cabe destacar las concepciones previas que sobre mapas conceptuales tienen los maestros. En Panamá, los mapas conceptuales se conocen desde hace casi 20 años. En particular, los docentes de nivel primario y secundario que han cursado estudios universitarios en pedagogía en universidades panameñas, han sido expuestos a los mapas conceptuales. Sin embargo, no son pocas las ideas limitadas e incluso erradas, desde el punto de vista teórico, que tienen los docentes sobre los mapas conceptuales, lo que dificulta considerablemente el trabajo de capacitación. Conocer de antemano lo que saben los maestros sobre mapas conceptuales es importante para formular estrategias de capacitación más eficaces y efectivas, tendientes a garantizar un impacto positivo y significativo del uso de mapas conceptuales en la educación básica panameña. Este estudio se propone investigar qué concepciones traen los docentes acerca de los mapas conceptuales, y en este sentido, el Proyecto *Conéctate al Conocimiento* ofrece una oportunidad sin par para recolectar información que nos permita responder a esta interrogante, por parte de docentes que se van a incorporar al Proyecto.

## 2. METODOLOGÍA

Los datos que presentamos en este artículo fueron obtenidos a través de una encuesta aplicada a seis grupos distintos de docentes, en igual número de talleres, de aproximadamente 20 maestros cada

uno. El total de docentes encuestados es de 115. Concretamente, los datos se recogieron entre el taller 5, que inició el 6 de julio y el taller 10, que comenzó el 5 de septiembre del 2005. Durante los talleres 5 y 6 el Proyecto mantenía un total de 4 salones de capacitación, mientras que para los talleres 7 a 10 este número se incrementó a 8 salones.

Los directivos del Proyecto son los responsables de asignar los maestros a los distintos salones, y en cada taller se procura que en cada salón estén representadas las diferentes escuelas participantes. La selección de escuelas también corre a cargo de la Dirección del Proyecto, y por política de la misma se han escogido escuelas de todo el país. Tenemos pues, que la muestra incluye escuelas de ocho de las nueve provincias de Panamá (Darién es la única provincia que no ha tenido representación hasta el momento), y de Kuna Yala, una de las 5 comarcas indígenas. Así mismo, los maestros participantes son oriundos de prácticamente todas las regiones del país. En este sentido, si bien la muestra no es aleatoria ni representativa en el sentido estadístico estricto, sí refleja de una u otra manera la realidad que existe a nivel nacional.

En las instrucciones que se le proporcionaron a los docentes respecto al cuestionario, se les explicó que el mismo es parte de una investigación que tiene por objeto mejorar la enseñanza que se imparte en el taller. Se les aseguró que los datos recogidos serían completamente confidenciales, y que bajo ninguna circunstancia podría identificarse a individuo alguno en el

reporte de los resultados de la investigación. Se les hizo hincapié en la importancia de que las respuestas proporcionadas reflejaran su experiencia, y se les pidió dejar en blanco cualquier pregunta a la que no supiesen la respuesta. Se supervisó en todo momento la aplicación de la encuesta, y hasta donde fue posible, se procuró que no conversaran entre ellos durante la misma. El cuestionario tomaba aproximadamente 15 minutos para ser llenado.

Dado que este primer estudio tenía entre sus objetivos refinar las herramientas de investigación como paso preliminar para un estudio posterior más riguroso, las encuestas aplicadas a través de los 6 talleres no son idénticas. Se fueron haciendo cambios a medida que se hacía evidente la necesidad de modificar algunas de las preguntas del cuestionario o de incluir algunas nuevas. Por tal motivo, al lado de cada estadística o dato citado se indicará el número de encuestas en la que se basa la misma, siendo 115 el máximo posible. La encuesta siempre fue aplicada al inicio de cada capacitación, apenas los maestros se instalaban en el salón que se les había asignado.

### **3. RESULTADOS**

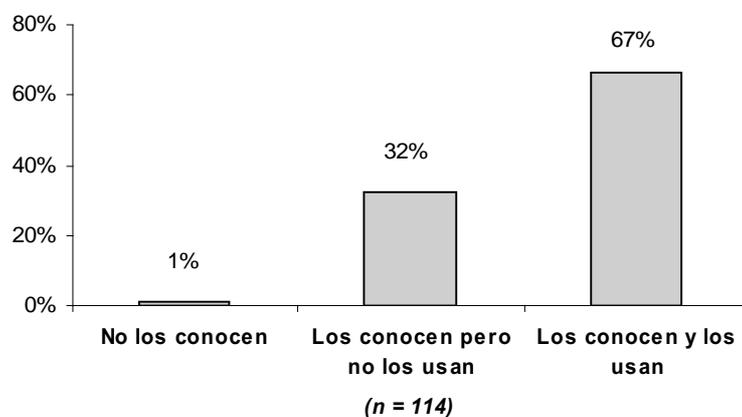
El rango de edades de los 115 docentes encuestados está entre 20 y 56 años, siendo el promedio de 40.2 años. Aproximadamente un 70% de los encuestados realizaron sus estudios de educación media (antes llamado segundo ciclo) en una escuela normal, y de éstos casi el 40% estudiaron en la Escuela Normal Juan Demóstenes

Arosemena, de Santiago, Veraguas. El 87.0% ( $n = 115$ ) de los docentes indican haber asistido a la universidad. Más específicamente, un 15% no tiene estudios universitarios o no llegó a completar un año, 9% completó entre 1 y 2 años, 34% entre 3 y 5 años, y 42% más de 5 años de universidad. Con respecto a los años de servicio, encontramos que un 15% de los encuestados tiene entre 1-5 años de experiencia, el 23% de 6-10 años, el 17% de 11-15 años, el 15% de 16-20 años, y el 30% cuenta con más de 20 años de servicio ( $n = 94$ ).

La muestra también abarca distintos niveles de familiaridad y experiencia

con la tecnología. Esto se desprende de respuestas a preguntas que indagaban acerca de: la preocupación del docente por dañar la computadora, 46% ( $n = 76$ ); preocupación de parecer ignorante ante otros en el uso de la computadora, 46% ( $n = 74$ ); preocupación de hacer el ridículo al usar la computadora, 26% ( $n = 76$ ). En cuanto a frecuencia de uso, 47% reportan nunca usar la computadora, 36% la usan de vez en cuando, 10% con frecuencia, y 8% todo el tiempo ( $n = 92$ ). Finalmente, sólo un 20% dicen contar con una cuenta de correo electrónico ( $n = 35$ )

**Figura 1. Familiaridad con los mapas conceptuales**



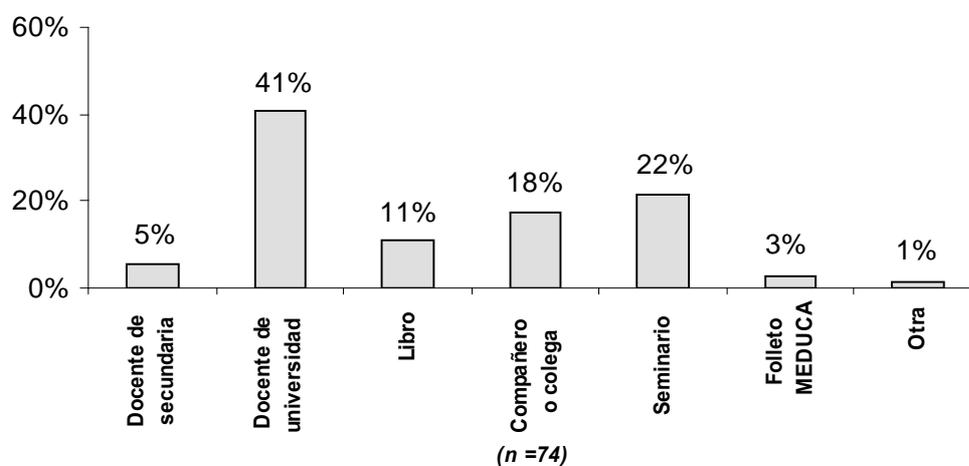
Entrando en materia, los resultados indican que prácticamente todos los maestros conocen los mapas conceptuales, y un alto porcentaje de ellos dicen usarlos en sus clases. Los maestros han tenido su primer

contacto con los mapas conceptuales a través de distintas fuentes (ver figura 2). Sin embargo, son las universidades, y en particular, los *docentes universitarios* la principal vía por la que los

maestros conocen esta herramienta. Como puede apreciarse en la

gráfica, en segundo lugar están los *seminarios*.

**Figura 2. Primer fuente de información sobre los mapas conceptuales**



Cabe señalar que el cuestionario no especificaba, ni pedía al docente especificar, qué entidad era la responsable del seminario, pero sabemos que en Panamá usualmente son las universidades o el Ministerio de Educación los que organizan este tipo de eventos. En tercer y cuarto lugar aparecen *colegas* y *libros*, respectivamente. (Es importante aclarar que la opción "libro" se incluyó en el tercer taller, pero no fue sino hasta el quinto que nos percatamos que los maestros no hacían distinción entre "libro" y "libro de texto". Desafortunadamente, por ahora no tenemos suficientes datos para adelantar qué porcentaje de maestros conocieron los mapas conceptuales a través de los libros

*de texto de sus estudiantes*) Finalmente, apenas un 5% reporta haber conocido los mapas conceptuales por medio de un docente de secundaria. Esto resulta llamativo en vista de que la mayor parte de los docentes realizaron sus estudios secundarios en una escuela normal, y de la naturaleza eminentemente pedagógica de los mapas conceptuales.

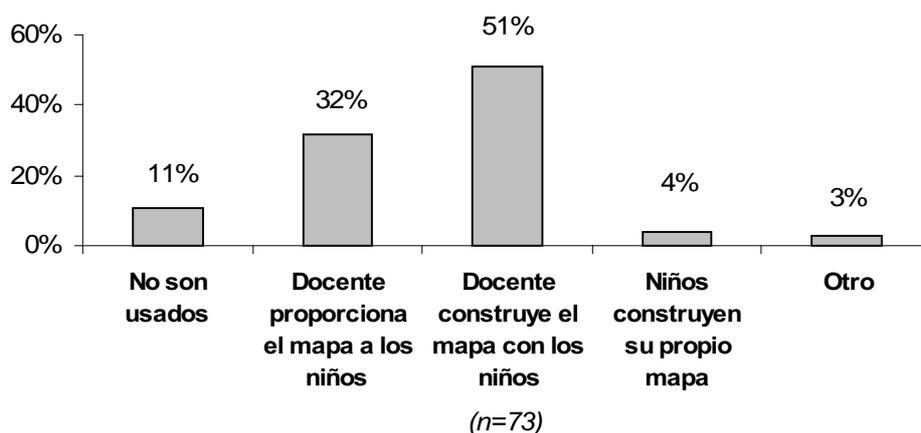
Encontramos que casi la totalidad de los maestros (93%) coinciden en que el mayor beneficio de los mapas conceptuales para los estudiantes es que les "ayudan a organizar y representar sus ideas", versus apenas un 5% que opinan que son

útiles porque “resumen el material y los estudiantes se lo aprenden más rápidamente” y un 3% que piensa que “motivan a los estudiantes porque no tienen que escribir tanto.”

Por otra parte, el principal uso didáctico que le dan los docentes a los mapas conceptuales es “construir

un mapa con los estudiantes para que se lo aprendan”, con un 51%, seguido de “proporcionarles un mapa a los estudiantes para que se lo aprendan” con un 32%, como puede apreciarse en la figura 3. Menos del 5% de los docentes permiten al estudiante construir su propio mapa conceptual.

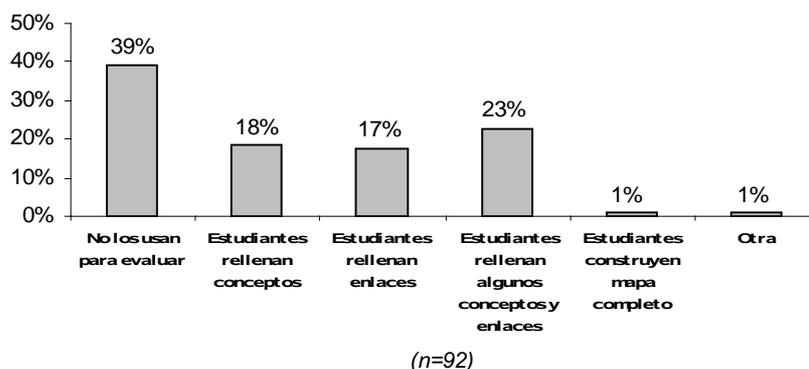
**Figura 3. Principal forma de uso de los mapas conceptuales como herramienta de enseñanza**



En cuanto al mapa conceptual como herramienta de evaluación, un 39% nunca los han utilizado; un 58% le proporcionan al estudiante una estructura en la que sólo hay que

rellenar, ya sea conceptos, enlaces, o ambos; y solamente un 1% piden al estudiante construir un mapa completo (ver figura 4)

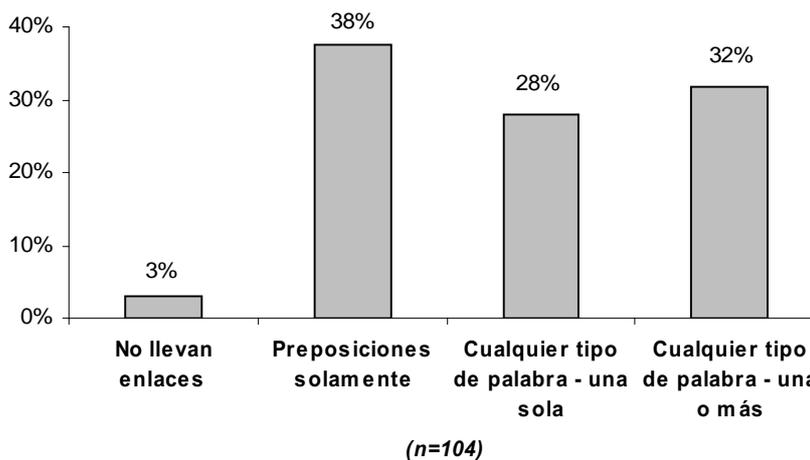
**Figura 4. Principal forma de uso de mapas conceptuales como herramienta de evaluación**



La figura 5 muestra las concepciones de los docentes respecto a las frases de enlace entre conceptos. Cabe destacar el alto porcentaje de maestros que piensan que sólo pueden utilizarse preposiciones, 38%, mientras que un 28% considera

que debe emplearse una sola palabra para enlazar. Sólo un tercio de los maestros, 32%, considera que puede emplearse cualquier tipo de palabra y que puede usarse más de una.

**Figura 5. Palabras o frases de enlace entre conceptos en un mapa conceptual**



El 51% ( $n = 47$ ) de los docentes opina que las líneas de conexión entre conceptos no pueden cruzarse unas a otras. Esta estadística la confirma el resultado de otra pregunta acerca de la forma de las líneas de conexión. Exactamente la mitad de los encuestados cree que las dichas líneas deben ser rectas, mientras que la otra mitad cree que pueden ser rectas o curvas.

La encuesta indagó también sobre otros aspectos de los mapas conceptuales, como la forma de las cajitas en que se escriben los conceptos, el formato de la fuente con que se escriben conceptos y enlaces, el uso de flechas en las líneas de conexión, y la forma de leer un mapa conceptual. Acerca de la forma de las cajitas, un 83% es de la opinión que éstas pueden tener cualquier forma geométrica, mientras que el 16% piensa que deben ser elípticas. El 53% cree que los conceptos deben escribirse con mayúscula y los enlaces en minúscula, 11% que los conceptos van en mayúscula y los enlaces de cualquier forma, y 36% que conceptos y enlaces pueden escribirse como se desee. El 32% considera que la flecha es obligatoria en las líneas de conexión, 15% que es opcional, y 48% que es opcional salvo en casos pueda haber confusión sobre cómo leer el mapa. Finalmente, 30% de los docentes piensan que los mapas conceptuales siempre se leen de arriba hacia abajo, 22% que deben poder leerse tanto de arriba hacia abajo como de abajo hacia arriba, y 42% opinan que se leen hacia abajo, a menos que las flechas indiquen otra cosa.

#### 4. DISCUSIÓN

En vista del elevado porcentaje (67%) de maestros que utiliza los mapas conceptuales en Panamá, surge inevitablemente la pregunta: ¿si los mapas conceptuales son una herramienta que facilita el aprendizaje significativo por qué no se ven los resultados en la calidad de la educación panameña? Quizá la respuesta nos la dan los propios maestros.

Existen enormes incoherencias entre lo que piensan los maestros acerca de los mapas conceptuales y lo que hacen con ellos. Por un lado, vemos que al preguntarles sobre el principal beneficio de los mapas conceptuales para el estudiante, un 93% sostiene que le ayudan a organizar y representar sus ideas. No obstante, a la hora de utilizarlos en sus clases como herramienta de enseñanza, menos del 5% permiten a sus estudiantes construir su propio mapa sobre un tema dado. El resto básicamente espera que los estudiantes se aprendan el mapa que ellos le proporcionan o el mapa que se construye en clase. La concepción general pareciera ser que hay un solo mapa "correcto" y ese es el que los estudiantes deben estudiar, lo que contradice totalmente la teoría en que se fundamentan los mapas conceptuales. Esta concepción se ve reforzada por la utilización de mapas conceptuales para el estudio de contenidos curriculares eminentemente clasificatorios, (tipos de plantas, tipos de animales, tipos de medios de transporte, tipos de palabras, entre otros), lo que no da pie para la construcción de mapas "personales", es decir, mapas que admiten algún grado de variación entre uno y otro. Y sin embargo,

como plantea Moreira, “en la medida en que los alumnos utilicen mapas conceptuales para integrar, reconciliar y diferenciar conceptos; en la medida en que usen esa técnica para analizar artículos, textos, capítulos de libros, novelas, experimentos de laboratorio y otros materiales educativos del currículum, [en esa medida] estarán usando el mapeo conceptual como un recurso de aprendizaje [significativo]”.

Algo similar ocurre con el uso de los mapas conceptuales como herramienta de evaluación. Del 61% de docentes que usan los mapas conceptuales para evaluar, menos del 2% (*Esta cifra se calculó a partir de los datos mostrados en la figura 4*) pide al estudiante construir un mapa completo. Lo usual es darle una estructura en la que se le pide rellenar los conceptos y/o enlaces faltantes. Nuevamente se trata de una práctica que no fomenta el aprendizaje significativo sino la memorización.

Una característica sumamente importante de los mapas conceptuales es la incorporación de *enlaces cruzados*. Éstas son proposiciones que conectan conceptos ubicados en diferentes sectores del mapa conceptual. Su importancia radica en que las relaciones establecidas a través de enlaces cruzados suelen no ser del todo obvias, sino que requieren de un esfuerzo adicional de reflexión y creatividad. Evidentemente, como el mismo nombre lo indica, para establecer un enlace cruzado la línea de conexión tiene que cruzar el mapa desde un concepto hasta el otro, lo que supone la posibilidad de que las líneas de conexión se crucen

unas a otras. Sin embargo, como hemos visto, la mitad de los maestros cree que no debe haber cruces entre líneas en un mapa conceptual, reflejando que en su esquema mental no cabe la posibilidad de enlaces cruzados, de interrelación de conceptos aparentemente no relacionados. En ocasiones es posible evitar cruces utilizando líneas curvas. No obstante, en respuesta a la pregunta sobre la forma que pueden tener las líneas de conexión, nuevamente encontramos que la mitad de los maestros descartan la posibilidad de utilizar líneas curvas en sus mapas conceptuales, eliminando así la posibilidad de conectar ideas de segmentos distintos del mapa conceptual, aún sin que las líneas se crucen. Estos resultados evidencian no sólo una estructura de pensamiento lineal sino que, de nuevo, ponen de manifiesto las inconsistencias entre teoría y práctica que mantienen muchos maestros en lo que a mapas conceptuales se refiere. Si los mapas conceptuales son una herramienta para fomentar el aprendizaje significativo, y si aprender significativamente exige relacionar ideas, ¿cómo pretendemos que se de si de salida negamos las acciones físicas que llevan a establecer dichas relaciones?

De mucho menos importancia desde el punto de vista de su impacto sobre el aprendizaje resultarían las concepciones de los maestros respecto a los elementos puramente estéticos de los mapas conceptuales (forma de las cajitas, tipo de fuente, etc.), si no fuera por la importancia que los propios docentes le otorgan a estos aspectos. A través de los 6 talleres durante los que recogimos

los datos reportados en este artículo, en ocasiones se han suscitado fuertes cuestionamientos de parte de los docentes respecto a estas cosas. Si bien muchos se muestran anuentes a la idea de que se trata de elementos meramente estéticos, otros insisten en la necesidad de “uniformar criterios”. Tristemente, las razones que suelen dar para ello es que si no se hiciese así, a la hora de que un docente universitario evalúe el mapa conceptual se penalizará a su autor por no haberlo realizado conforme a los criterios establecidos. Se trata de una cadena de desinformación, en la cual los profesores universitarios, principal fuente de información sobre mapas conceptuales para los maestros de primaria, poseen una visión distorsionada de éstos, en la que coexisten las mismas contradicciones que observamos en los maestros, y que se traducen en la perpetuación de un aprendizaje memorístico en los estudiantes panameños, a pesar del extenso uso de los mapas conceptuales.

## **5. CONCLUSIONES**

Este estudio tuvo por objeto investigar las concepciones que tienen los maestros panameños acerca de los mapas conceptuales y sus usos antes de incorporarse al Proyecto Conéctate al Conocimiento. Los resultados revelan serios errores de concepto respecto a esta herramienta pedagógica y el uso que debe dársele si realmente ha de servir para apoyar un proceso aprendizaje significativo en el estudiante. Los resultados también muestran que la primera fuente de información sobre mapas conceptuales en Panamá son los

docentes universitarios, a través de las propias universidades y/o seminarios. Adicional a esto, resulta imperativo mejorar la calidad y disponibilidad de material en español sobre mapas conceptuales, pues parte del problema radica en el uso año tras año de los mismos escritos, conceptualmente limitados o errados.

En el contexto específico del Proyecto Conéctate al Conocimiento, conocer de antemano las concepciones que albergan los maestros respecto a los mapas conceptuales es importante porque ayuda a mejorar el contenido y dosificación de los talleres, y preparar a los facilitadores para manejar situaciones de índole pedagógica que puedan surgir en el transcurso de los mismos.

Para concluir, retornamos a la pregunta: ¿por qué, dado el uso extendido de los mapas conceptuales en Panamá, éstos no han tenido el impacto esperado en la educación? Pudiera ser que buena parte de la explicación esté en los errores de concepto respecto a los mapas conceptuales y su aplicación que este estudio ha puesto de manifiesto.

## **6. AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos al Proyecto Conéctate al Conocimiento por su apoyo en este estudio. Así mismo, agradecemos la gentil colaboración de los maestros participantes en los talleres 5 al 10.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

# ESTUDIOS DE CEMENTACIÓN DE ACEROS CON CARBONES VEGETALES NACIONALES

**Salazar, Wilmer; Pinzón, Brenitz; Rojas, Jorge; Cumbreira, Jorgito**

Programa de Postgrado y Maestría en Mantenimiento de Plantas Industriales  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Panamá

**Tejedor De León, Alexis**

Departamento de Materiales y Metalurgia – Facultad de Ingeniería Mecánica,  
Centro Regional de Veraguas - Universidad Tecnológica de Panamá

## RESUMEN

El trabajo consistió en, primer lugar, utilizar dos tipos diferentes carbones vegetales nacionales y comparar el grado de dureza alcanzada por un acero hipoeutectoide después de aplicado un tratamiento termoquímico superficial. En segundo lugar, cementar brocas comerciales utilizadas para perforar materiales blandos. Se trataron 10 probetas de acero AISI 1018, introducidas en dos (2) cajas metálicas; una con carbón de mangle (*rizophora mangle*) y la otra con carbón de nance (*byrsonima crassifolia*) pulverizado. En la cementación con mangle se alcanzaron durezas promedio de 44.38 RWC, mientras que con el carbón de nance presentaron durezas del orden de 45.27 RWC. y la profundidad de penetración de la templabilidad fue del orden de 0.05 mm. Finalmente, brocas ferrosas fueron cementadas con mezclas a base de carbón vegetal de mangle y de carbonato de sodio al 10% en peso, y sometidas a ensayos controlados de perforación. Las brocas cementadas fueron capaces de perforar más de 10 orificios en lámina de acero de 4.76 mm de espesor, contrario a las brocas no tratadas, las cuales se mostraron ineficientes al realizar la mínima perforación posible.

*Palabras claves:* carbón vegetal, carburización, mangle, nance, Método Shepherd.

## ABSTRACT

The work consisted of cementing a hypoeutectic steel with Panamanian vegetal coals and comparing the degree of reached hardness. 10 test bars of steel AISI 1018 were introduced in two (2) metallic boxes; the one with coal of mangle (*rizophora mangle*) and the other with pulverized coal of nance (*byrsonima crassifolia*). In the cementation with mangle they were reached harnesses average of 44,38 RWC, whereas with the coal of nance they presented harnesses of the order of 45,27 RWC. and the depth of penetration of the hardenability was of the order of 0,05 mm. Additionally, commercial drill bits were cemented with mixtures with vegetal coal of mangle and sodium carbonate to 10% ( in weight), and put under controlled tests of perforation. The cemented drill bits were able to perforate more than 10 orifices in steel of 4,76 mm of thickness, in opposition to the reels no treated.

*Keywords:* vegetal coal, carburization, mangle, nance, Shepherd's Method.

## 1. INTRODUCCIÓN

La constante necesidad de encontrar nuevos materiales (Vermeulen & van Tooren, 2006), el de prolongar la vida útil de los

materiales metálicos y el de aumentar sus propiedades mecánicas, conlleva a la realización de tratamientos termoquímicos o a la utilización de otros procedimientos que incluyen

mejoras en los diseños de prototipos (Jung, Mayor & Ni, 2005).

Diversas técnicas de tratamientos superficiales han sido propuestas, entre ellas: la cementación (Margarido & Robert, 2003); la utilización de recubrimientos protectores a base de carburos metálicos o cerámicos, parecen bastante prometedoras (Dobrzański & Golombek, 2005). Adicionalmente, se destaca el empleo de técnicas de tratamiento superficial, tendientes a incorporar mejores propiedades anticorrosivos, principalmente a altas temperaturas; como aquellas desarrolladas por Rocha da Cunha, Rizzo e Zeng, (2004).

La cementación, carburización (John et al 2004) o endurecimiento superficial se fundamenta en las leyes de la difusión atómica (Mangonon, 2001), en donde carbono atómico se difunde, desde una atmósfera enriquecida con éste hacia el interior de una superficie metálica, preferentemente un acero al carbono de bajo contenido (Hou, et al 2004).

Normalmente, la cementación se procesa a altas temperaturas, en donde el acero ha alcanzado temperaturas críticas de austenitización y la difusión atómica se procesa con mayor rapidez (Askeland, 1985). Esta técnica termoquímica, encuentra amplias aplicaciones en aquellas piezas ferrosas que deben presentar, cuando en trabajo mecánico, excelentes propiedades superficiales, aunado a resistencias al choque y buena tenacidad junto a una gran resistencia al desgaste (Onwubolu, 2005).

La literatura reporta que concomitante a la cementación, el templado y el revenido se hacen necesarios para “fijar” hacia el núcleo de la pieza tratada, la dureza debida a la aplicación de la carburización (Dobrzanski et al 2003).

Siendo así, el objetivo del presente estudio es verificar la utilización de carbones vegetales nacionales (mangle - *Rizophora mangle* y nance - *Byrsonima crassifolia*) como materia prima cementante y su utilización como promotores de dureza en piezas metálicas ferrosas de bajo contenido de carbono.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

½ Kg de carbón vegetal de mangle (*Rizophora mangle*) e igual cantidad de carbón vegetal a base de nance (*Byrsonima crassifolia*) fueron utilizados en los ensayos preliminares de cementación de barras metálicas de bajo contenido de carbono. Las muestras de carbón vegetal fueron pulverizadas manualmente ( $\pm 2\text{mm}$ ) con el objetivo de maximizar su área superficial específica y fueron guardadas en bolsas plásticas hasta el momento de su utilización.

Los ensayos de cementación se realizaron a dos grupos de 5 probetas de acero 1018 refrendadas y pulidas, con diámetro de 50.8 mm y 4.76 mm de espesor. En el presente estudio se mantuvo un grupo control de probetas, que no recibieron ningún tipo de tratamiento.

Las piezas metálicas a tratar, fueron colocadas ordenadamente y alternadamente entre capas de carbón vegetal pulverizado dentro de cajas metálicas (10x10x15 mm, con un espesor de 4.7mm). Cada caja metálica (dos en total), conteniendo a un tipo de carbón vegetal y las piezas metálicas a tratar, fue cerrada herméticamente. Para el sellado de las cajas se utilizó una pasta compuesta de material arcilloso y una solución acuosa de melaza al 5%. El objetivo de esta mezcla era el de evitar los eventuales escapes de gases de dentro de las cajas de cementación hacia la atmósfera circundante.

Las cajas con sus cargas, fueron llevadas a una temperatura de cementación de  $\pm 900$  °C durante un período de aproximadamente 2 horas.

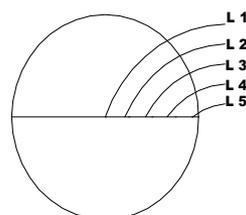
## 2.1. TEMPALDO Y REVENIDO

Finalizado el tiempo de carburización, las cajas y sus cargas fueron retiradas del horno de calentamiento y las piezas metálicas extraídas de las mismas. Las piezas metálicas fueron, entonces, inmersas en solución de templado; en este caso agua de la red pública a temperatura ambiente. Las piezas fueron constantemente agitadas, de forma manual, hasta su completo enfriamiento, no hubo reposición de volumen en el medio refrigerante. Seguidamente, las muestras fueron limpiadas y colocadas dentro del horno de revenido y calentadas a  $\pm 250$  °C durante un período de aproximadamente 30 minutos.

## 2.2. ENSAYOS DE DUREZA Y MÉTODO SHEPHERD

Los ensayos de dureza, fueron medidos mediante un durómetro Proeti Eti-28.0213, con escala de medición RWC y medidas a lo largo de la sección transversal de las piezas y separadas una distancia de 5.55 mm entre lecturas, tal y como se indica en la fig. 1.

**Figura 1. Representación de la localización de los puntos seleccionados para la determinación de la dureza de las piezas metálicas estudiadas.**



Para determinar la penetración de la templabilidad en las piezas tratadas, las probetas fueron seccionadas transversalmente a lo largo de su diámetro; las secciones frescas fueron pulidas hasta superficie especular y posteriormente sumergidas; durante aproximadamente 25 minutos, en una solución acuosa 1:1 de ácido muriático comercial y agua.

### 2.3. CEMENTACIÓN DE BROCAS Y ENSAYOS DE PERFORACIÓN

Cinco (5) brocas HSS de bajo contenido de carbono y de diferentes diámetros (10, 8, 6, 5, 4, mm), fueron seleccionadas para tratarlas térmicamente. La cementación se realizó utilizando una mezcla cementante constituida por carbón de mangle (91% en peso) y Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (9% en peso). Las brocas fueron colocadas y distribuidas uniformemente dentro de la caja de cementación, la cual fue sellada herméticamente con masa arcillosa indicada. La cementación se procesó a temperatura de  $\pm 820$  °C durante aproximadamente 1.5 horas.

Finalizado el tiempo de cementación, las brocas fueron retiradas de las cajas de cementación y sumergidas en solución de salmuera al 15% como medio de temple. Posteriormente fueron revenidas a temperaturas

entre 320 a 400 °C durante aproximadamente 45 minutos y enfriadas a temperatura ambiente  $\pm 27$  °C.

Con el objetivo de verificar el la eficiencia en el tratamiento aplicado, ensayos de perforabilidad fueron realizados. En estos ensayos, se utilizó un taladro de banco Marca Rockwell, a una velocidad de rotación 200 RPM y como elemento a perforar, una lámina ferrosa de 4.76 mm de espesor. En el ensayo se verificó tanto el tiempo como la temperatura alcanzada por la broca para perforar hasta 10 orificios consecutivos.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tab. 1 se presentan los resultados de las durezas obtenidas posterior a la cementación de las barras metálicas con los dos tipos de carbones vegetales nacionales estudiados.

**Tabla 1. Datos de dureza en las barras metálicas de acero 1018 cementadas a  $\pm 900$ °C, templadas en agua ( $\pm 27$  °C) y revenidas a  $\pm 250$  °C durante  $\pm 30$  min.**

<i>Carbón vegetal</i>	<i>Muestra</i>	<i>Dureza (RW<sub>C</sub>)</i>
Mangle ( <i>rizophora mangle</i> )	6/32	44.56
	7/32	41.84
	8/32	35.10
	9/32	43.14
	10/32	45.44
Nance ( <i>byrsonima crassifolia</i> )	6/32	42.00
	7/32	ND*
	8/32	49.42
	9/32	44.38
	10/32	ND*

• ND = No determinados

El promedio de dureza obtenida en las muestras metálicas cementadas con el carbón vegetal de nance fue del orden de 45.27 RWC; mientras que la dureza alcanzada en las piezas cementadas con el carbón vegetal de mangle fue de 44.38 RWC y en lo que respecta a la probeta control, la dureza promedio fue de 2.25 RWC. Lo anterior lleva a suponer que con el tratamiento termoquímico superficial aplicado a las probetas, el incremento en la dureza superficial fue de más del 1000 %. Tal proposición permite elucidar que los carbones vegetales nacionales estudiados sí generan cambios perceptibles en términos de la dureza superficial de barras de acero de bajo contenido de carbono.

Al someter las piezas cementadas al ensayo de Shepherd y utilizando

una solución acuosa 1:1 (agua – ácido muriático), se observó una película negra de 0.05 mm de espesor, a lo largo de toda la periferia de la sección transversal, tal observación es un indicativo de la magnitud de la profundidad de penetración del carbono como producto del tratamiento termoquímico aplicado.

Con el objetivo de verificar la eficiencia de trabajabilidad de aceros de herramientas, brocas comerciales fueron sometidas a ensayos de cementación utilizando carbón vegetal nacional de mangle; las cuales después de termotratadas se sometieron a pruebas de perforación. Los resultados se presentan en la tabla a continuación.

**Tabla 2. Resultados de los ensayos de perforabilidad de brocas comerciales cementadas con rizophora mangle y Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Velocidad de giro del taladro: 200 RPM. Espesor de la lámina a perforar: 4.76 mm**

N <sup>o</sup> orificio	Broca 4mm Ø		Broca 5mm Ø		Broca 6mm Ø		Broca 8mm Ø		Broca 10 mm Ø	
	t (s)	°C	t (s)	°C						
5	16	52	12	37	27	53	15	50	18	60
10	23	69	18	58	33	65	20	65	30	75

El promedio de dureza obtenida en las muestras metálicas cementadas con el carbón vegetal de nance fue del orden de 45.27 RWC; mientras que la dureza alcanzada en las piezas cementadas con el carbón vegetal de mangle fue de 44.38 RWC y en lo que respecta a la probeta control, la dureza promedio fue de 2.25 RWC. Lo anterior lleva

a suponer que con el tratamiento termoquímico superficial aplicado a las probetas, el incremento en la dureza superficial fue de más del 1000 %. Tal proposición permite elucidar que los carbones vegetales nacionales estudiados sí generan cambios perceptibles en términos de la dureza superficial de

barras de acero de bajo contenido de carbono.

Se observa en la tabla anterior que todas las brocas cementadas fueron capaces de perforar hasta 10 orificios independientemente del diámetro de éstas. Claro está, existen diferencias en cuanto al tiempo de perforación consumido por cada broca, de igual modo existen diferencias en las temperaturas alcanzadas durante las perforaciones producto de la fricción entre la herramienta de corte y la superficie del metal perforado.

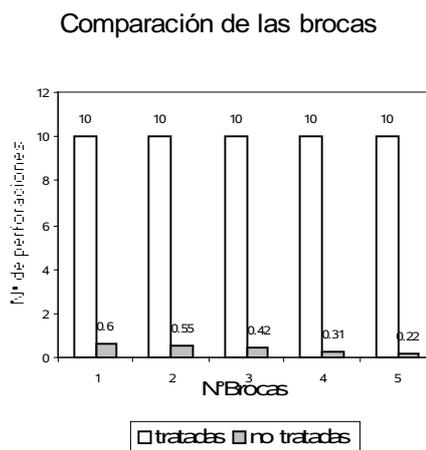
Situación contraria fue observada en el congénere de brocas control (no tratadas), ya que todas ellas se mostraron incapaces de realizar la mínima perforación.

Independientemente del diámetro de las brocas no tratadas se observó que transcurrido más de

60 segundos de perforación no había sido taladrada la lámina de ensayos; sin embargo se alcanzaron temperaturas que variaron entre 50 y 80 °C, producto de la fricción localizada.

Lo anterior se presenta en la fig.2, en donde se observa que las brocas tratadas superaron la cantidad de 10 perforaciones sin mostrar evidencias de pérdida de dureza superficial, independientemente del diámetro de las mismas. No así, fue el caso de las brocas no cementadas. El comportamiento descrito, permite concluir que en efecto, el carbón vegetal de mangle nacional, es una materia prima con propiedades de carburización que puede ser utilizado en la cementación de piezas de acero de bajo contenido de carbono.

**Figura 1. Comparación entre las brocas cementadas y las no cementadas en la perforación de una lámina de 4.76 mm de espesor**



#### 4. CONCLUSIONES

Finalizado el presente trabajo se concluye que:

La cementación sólida, utilizando carbón vegetal pulverizado, es un tratamiento termoquímico que incorpora dureza superficial a piezas ferrosas de bajo contenido de carbono.

Los carbones vegetales nacionales estudiados se mostraron eficientes, como material de carburización y que las durezas alcanzadas con la utilización del carbón vegetal de mangle y el carbón vegetal de nance, no fueron significativas entre sí.

La utilización de mezclas cementantes de carbón vegetal de mangle y carbonato de sodio, incorporaron resistencia superficial en brocas tratadas, las cuales fueron capaces de perforar más de 10 orificios sin mostrar pruebas evidentes de pérdida de dureza superficial.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ASKELAND, D., 1985. "La ciencia e ingeniería de los materiales", México: Grupo Editorial Iberoamérica, 556p.
- [2] DOBRZANSKI, L.A.; KASPRZAK, W.; ADAMIAK, M.; SOKOVIC, M.; KOPAC, J. & D'ERRICO, G., 2003, "The influence of chemical composition of high-speed steels on the wear during cutting and erosion tests". Journal of Brazilian Society of Mechanical Science & Engineering [online]. Vol. 25, No.2. pp. 194 - 200 [cited 17 August 2005]. Available: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-58782003000200014&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-58782003000200014&lng=en&nrm=iso)>.
- [3] DOBRZANSKI, L. A. & GOLOMBEK, K.2005. "Structure and properties of selected cemented carbides and cermets covered with TiN/(Ti,Al,Si)N/TiN coatings obtained by the cathodic arc evaporation process". Material Research. [online]. Vol.8, No. 2. pp. 113 -116 [cited 15 August 2005]. Available: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-14392005000200002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392005000200002&lng=en&nrm=iso)>.
- [4] GROOVER, M. (1997). "Fundamentos de manufactura moderna, materiales procesos y sistemas" México: Prentice Hall, 1064p.
- [5] HOU, P.; MACADAM, S.; NIU, Y. & STRINGER, J., 2004. "High temperature degradation by erosion-corrosion in bubbling fluidized bed combustors". Materials Research [online]. Vol.7, No. 1. pp. 71-80 [cited 17 August 2005]. Available: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-14392004000100011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392004000100011&lng=en&nrm=iso)>.
- [6] JOHN, R.C.; PELTON, A.D.; YOUNG, L.; THOMPSON, T.; WRIGHT, I.G.; BESMANN, M., 2004. "Assessing corrosion in oil refining and petrochemical processing". Material Research. [online]. Vol.7, No.1, pp. 163-173 [cited 17 August 2005], Available: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-)

- 14392004000100022&lng=en&nrm=iso.
- aerospace materials”, *Materials & Design*. Vol.
- [7] JUNG, J.; MAYOR, R. & NI, J. 2005. “Development of freeform grinding methods for complex drill flank surfaces and cutting edge contours”, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 45, No. 1, pp. 93-103
- [8] ONWUBOLU, G.C., 2005. “A Note on: surface roughness prediction model in machining of carbon steel by PVD coated cutting tools”. *American Journal of Applied Sciences*. Vol.2, No. 6. pp 1109-1112.
- [9] MARGARIDO, M. & ROBERT, M. H. 2003. “Production of rheocast slurries by partial melting through alternative thermomechanical treatments”. *Journal of Brazilian Society of Mechanical Science & Engineering*. [online]. Vol. 25, No. 2. pp. 207 - 214 [cited 15 August 2005]. Available: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-58782003000200016&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-58782003000200016&lng=en&nrm=iso)>.
- [10] MONGONON, P. L., 2001. “Ciencia de materiales: selección y diseño”. Pearson Education, México. 824 p.
- [11] ROCHA DA CUNHA, A.; RIZZO, F. & ZENG, C. 2004. “Duplex Al-based thermal spray coatings for corrosion protection in high temperature refinery applications. *Materials Research*. [online]. Vol. 7, No. 1. pp. 189 - 194 [cited 15 August 2005]. Available: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-14392004000100025&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392004000100025&lng=en&nrm=iso)
- [12] VERMUELEN, B. & van TOOREN, M.J.L. 2006. “Design case study for a comparative performance analysis of

# USO DE WIRELESS MESH LANS COMO ALTERNATIVA DE COMUNICACIÓN EN COMUNIDADES RURALES

**Aris Castillo**

Universidad Tecnológica de Panamá, 0819-09617 Panamá

## RESUMEN

Las limitaciones presentadas por las infraestructuras de red inalámbricas para extender las funcionalidades de interconexión en áreas en las cuales no exista un punto de coordinación o que no se encuentren dentro del rango de dos puntos de coordinación sugieren la incorporación de estas funcionalidades dentro del nodo mismo. El objetivo de este estudio es explorar el uso y desempeño de las tecnologías mesh en la transmisión de paquetes de voz de manera que pueda servir de base para su implementación en áreas rurales. Las pruebas se realizan utilizando una tecnología mesh de carácter gratuito, LocustWorld, la cual convierte cada cliente en un nodo ruteador. En conjunto se utiliza una aplicación para medir las transmisiones de los nodos. Los resultados obtenidos demuestran que VoIP es técnicamente viable en un ambiente de wireless mesh sencillo y de baja densidad. Aunque las pruebas son realizadas en laboratorio, donde las condiciones son casi perfectas – distancia entre nodos bastante corta, niveles de congestión bajos – las mismas proporcionan una buena idea del comportamiento de una red de este tipo. Se considera necesario, pues continuar con pruebas que integren paquetes de voz y datos para determinar el comportamiento que se lograría.

*Palabras claves:* Comunicación, Inalámbrica, Mesh, Redes, Wireless.

## ABSTRACT

Limitations on wireless LANs to extend interconnection functionalities to areas with no point of coordination or those areas out of the range of access points suggest the need to include routing functionalities to the node itself. The objective of this paper is to explore the use and performance of mesh technologies in transmitting voice packets so that this study can be used as a base point for implementation in rural areas. Tests are performed using free LocustWorld technology, which lets clients to become routing nodes. Another application is used to measure transmission between nodes. The results show that VoIP is technically viable in a simple and low density environment. Although tests are performed in a lab, where conditions are almost perfect – short distance between nodes, low congestion levels – they give a good input about the performance of the network. Additional tests combining data and voice packets are necessary to determine the behavior of the network.

*Keywords:* Communication, Wireless, Mesh, Networks.

## 1. INTRODUCCIÓN

Escenarios tales como sitios de emergencia, operaciones de desastre y rescate, así como la

conectividad en áreas remotas en las cuales no existe la posibilidad de desarrollar infraestructura física serían grandemente beneficiados de ser posible extender servicios de

comunicación inalámbrica hasta ellos.

La comunicación con y entre comunidades de baja densidad y bajo nivel económico es uno de los problemas más difíciles de resolver por cualquier gobierno sobre todo en países subdesarrollados, donde abundan problemas sociales, políticos, y económicos que consumen la mayor parte de los recursos del Estado. A través del paso del tiempo, distintos gobiernos tratan de buscar mecanismos que integren dichas comunidades remotas con metrópolis de manera que se facilite no sólo el intercambio de productos y mercancías sino también de conocimientos de manera que se reduzca la brecha del saber. Por consiguiente, se pueda asegurar una mejor distribución de los recursos del país. Sin embargo, siempre parece haber un común denominador en estas situaciones, cómo integrar estos territorios sin tener que incurrir excesivos costos de infraestructura. Este hecho reduce las posibilidades para estas comunidades, y en la mayoría de los casos les hace prohibitivo el acceso a medios de comunicación aceptables.

El desarrollo de las tecnologías inalámbricas ha demostrado ser una alternativa viable para resolver las necesidades de comunicación a nivel empresarial. El creciente interés del mercado mismo por nuevas y más funcionalidades que integren datos, voz y video; así como la incorporación de nuevos servicios ha obligado a los fabricantes a desarrollar estas soluciones urgentemente. En consecuencia y como respuesta a las investigaciones y desarrollos de la industria

inalámbrica y móvil, hoy muchas empresas se están avocando a estas soluciones, ya sea para comunicación interna dentro de los perímetros de un edificio o para interconectar edificios dentro de un mismo campus.

## **2. LAS REDES 802.11 Y MESH**

### **2.1 LIMITACIONES TÉCNICAS DE LA REDES 802.11**

El desarrollo apresurado de los estándares WLANs ha tenido un efecto negativo en varios aspectos técnicos que han afectado en cierta manera la implementación de estas tecnologías.

#### **2.1.1 DIFERENCIACIÓN DE SERVICIOS**

Uno de los problemas más marcados de los estándares WLANs es su protocolo MAC. Dado que el mismo está basado en un tipo de servicio de "mejor-esfuerzo," no es posible integrar funcionalidades de granularidad de tipo de servicios, necesaria para diferenciar paquetes sensitivos al tiempo del resto, lo cual afectaría grandemente las transmisiones de tiempo real tales como los paquetes de voz.

#### **2.1.2 SEGURIDAD**

Este es uno de los aspectos técnicos más débiles de las redes 802.11x. El hecho de que la transmisión de los datos sea a través de ondas áreas las hace más vulnerables a problemas de seguridad que una red cableada tradicional, principalmente en la captura de paquetes y el robo de señal que podrían finalizar con

violaciones a la autenticación y encriptación.

### **2.1.3 ALCANCE**

Teóricamente, el alcance de una red 802.11x se mantiene en un rango de 100 metros máximo entre el dispositivo transmisor y el receptor, lo cual en óptimas condiciones se podría ver como positivo comparándolas con sus contrapartes redes cableadas. Sin embargo, en la realidad, tal como se muestra en la figura 1.1, a una distancia de 30 metros 802.11b brinda la velocidad máxima de 11Mbps y a 75 metros, la velocidad sería mínima, 1Mbps. Este comportamiento se aplica también a otras tecnologías como 802.11g y 802.11a.

A pesar de todas estas limitaciones, la familia de redes 802.11x ha sido la principal protagonista de cambios radicales en la transmisión de datos y ha logrado una popularidad creciente en los últimos años sobre todo en áreas urbanas.

Para el caso de poblaciones rurales, sin embargo, estas tecnologías no parecen ser una alternativa viable. Son muchas las limitantes que dichas redes presentan en ambientes naturales y abiertos con gran vegetación, como sería el caso de una población rural, y más aún si se pretende transmitir voz. Primero está la distancia entre un punto y otro, la cual por lo regular es muy amplia comparada con las áreas urbanas por lo que se necesitarían antenas demasiado costosas para lograr que la señal alcance ambos sitios. Segundo, las redes 802.11x requieren de un punto de coordinación central por donde todo el tráfico circule; esto pareciera ser

un punto a favor en áreas rurales donde se espera que el tráfico sea liviano comparado con áreas densamente pobladas. Sin embargo, el simple hecho de requerir un punto central de coordinación hace de las redes 802.11x una opción no viable ya que se requerirían muchos dispositivos ya sea haciendo las funciones de enrutadores o como repetidores lo que incrementaría notablemente los costos de implementación del sistema. Otro elemento que afecta el alcance de las redes 802.11x además de la distancia es la presencia de obstáculos intermedios como vegetación, cuerpos de agua, y otras estructuras que tengan un efecto reflectivo, refractivo, absorbente, o de distorsión sobre ellas. Esto en comunidades rurales se convierte en un aspecto sumamente preocupante.

Es aquí donde las redes inalámbricas de topología Mesh entran a jugar un papel importante como alternativa en los escenarios planteados, ya que mejoran las funcionalidades de las redes 802.11x. Estas tecnologías proporcionan la capacidad de que varios nodos puedan comunicarse entre sí sin la existencia de un punto central de coordinación; en su lugar cada nodo tiene funciones de ruteo. La comunicación puede realizarse en cualquier dirección y se facilita la existencia de rutas redundantes de comunicación. Además, es posible transmitir todo tipo de paquetes, incluyendo voz y datos.

### **2.2 TOPOLOGÍA MESH**

En términos generales una red móvil ad-hoc o Mobile Ad-hoc Networks (MANET) es definida como “una colección de nodos autónomos o

terminales que se comunican entre ellas y forman una red de radio de múltiples saltos (multihop radio network) que mantiene conectividad de una manera descentralizada.” (Wireless Communication Technology Group, National Institute of Standards and Technology). Aunque el grupo MANET de la Fuerza de Trabajo de Ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force, IETF) no ha logrado elaborar un estándar para el protocolo de enrutamiento IP sobre las aplicaciones inalámbricas, sean éstas estáticas o dinámicas, ya se ven implementaciones de este tipo en la industria.

### 2.3 ¿PORQUÉ MESH?

Las redes ad-hoc inalámbricas permiten que sea posible tener muchas MANETs que se puedan comunicar entre ellas y de esta manera facilitar la expansión de la red.

El área de cobertura de las redes Mesh es mayor que las tecnologías WLANs, ya que las primeras se expanden a medida que más dispositivos son agregados a la red. Cada nodo puede establecer conexiones punto a punto en cualquier momento y desde cualquier lugar.

Los sistemas multihop proveen rutas redundantes. Los paquetes saltan de nodo a nodo hasta encontrar su destino. Estos sistemas se caracterizan por requerir poco voltaje, sólo lo necesario para llegar a los nodos vecinos, lo cual reduce interferencia. Y finalmente, operan en rutas cortas, siendo menos vulnerables al ruido, y por lo tanto logrando mejor ancho de banda.

El control de la red es distribuido entre todos los nodos ya que todos ellos poseen funcionalidades de enrutamiento y host, incluyendo descubrimiento de topología y entrega de mensajes. Por consiguiente, la topología de la red es dinámica con nuevos nodos conectándose, otros siendo desconectados, y algunos otros moviéndose – ya sea entrando al rango de otros nodos o alejándose.

### 2.4 RETOS

Debido a la naturaleza de la comunicación inalámbrica, y al igual que las redes 802.11x los nodos ad-hoc tienen que lidiar con problemas tales como la calidad del enlace, la pérdida del camino de propagación (path loss), el ruido, las interferencias, las fluctuaciones de la potencia de la señal debido a variaciones en el medio de transmisión, y el ancho de banda reducido. Un elemento importante para asegurar la movilidad de los nodos en las redes inalámbricas es la fuente de poder de los dispositivos que la forman. La naturaleza inalámbrica implica que estos dispositivos deben tener ya sea un bajo consumo o un modo eficiente de conservación de manera que puedan permanecer con su propia batería por tiempos prolongados.

Finalmente, el ambiente altamente dinámico de las redes mesh inalámbricas incrementa su nivel de complejidad. Este último elemento constituye el máximo desafío de las redes mesh dado los cambios de topología que sufre la red a medida que los nodos se mueven de posición. Este tipo de arreglos requiere de protocolos de

enrutamiento que permitan manejar la comunicación entre todos los nodos en un ambiente de caminos múltiples (multipath) donde los nodos pueden tener varias opciones para llegar a un punto en particular. Los algoritmos de enrutamiento deben asegurar que los recursos de la red sean usados eficazmente a través del control de la organización de la red, planeamiento y enrutamiento.

Por ahora, y principalmente dando respuesta a las necesidades crecientes de comunicación es que estos retos están siendo tratados, y se ha podido ir reduciéndolos poco a poco. Además, en el contexto de un sistema de comunicación para comunidades rurales de bajo nivel económico, estas dos últimas limitantes no serían problemas a considerar, ya que los nodos estarían fijos en su lugar. Por lo tanto, el sistema mantiene la topología y puede tener fuente de energía continua.

Seguidamente, se analizan las medidas más importantes a considerar al establecer una red para transmisión de voz usando la tecnología Mesh. Este análisis debe servir de base al tratar de brindar a comunidades de difícil acceso servicios de comunicación independiente de bajo costo.

### **3. PRUEBAS Y RESULTADOS**

#### **3.1 METODOLOGÍA**

El modelo técnico aquí presentado fue desarrollado en laboratorio con equipo inalámbrico consistente en computadoras portátiles, la tecnología mesh Open Source LocustWorld y paquetes de VoIP

usando Chariot. No se incluyen elementos de ambientes reales tales como vegetación, humedad, y condiciones climáticas, que pudieran afectar los resultados del modelo. Luego, a partir de este modelo de laboratorio se desarrolla un análisis de las implicaciones técnicas que este tipo de configuración conlleva, para finalmente, interpolar lo que un proyecto de red similar podría acarrear en una situación más real.

#### **3.2 ESCENARIOS DE PRUEBA**

En un primer escenario existen dos clientes Windows conectados a cada lado de la red Mesh de manera que puedan transmitir paquetes a través de ésta, mientras que en el segundo incrementamos a cuatro clientes. A pesar de que hay servicios de transmisión de paquetes de datos tales como HTTP y correo electrónico, éstos no se utilizan. Las pruebas se concentran en VoIP por lo relevante que sería éste servicio para comunidades de difícil acceso, aún cuando se tratase de simples computadoras con cualquier software de comunicación basado en VoIP.

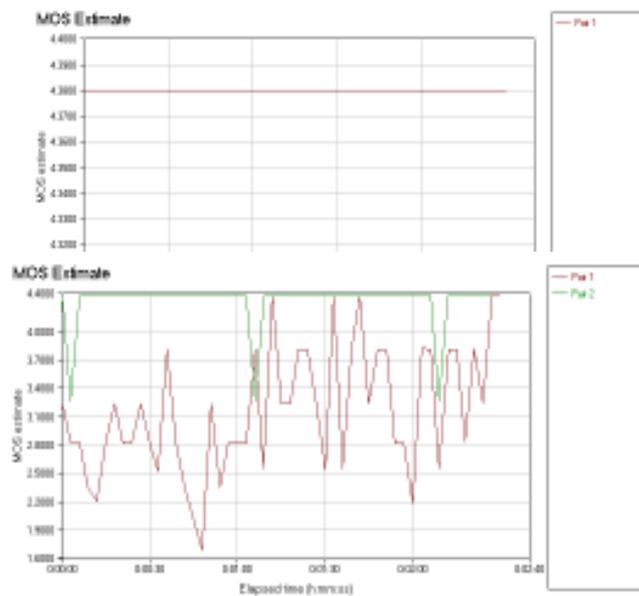
Básicamente se analizan medidas de rendimiento cruciales cuando un servicio de VoIP es requerido, tal como es el caso del Mean Opinion Score (MOS), Throughput, one-way delay y RFC 1889 Jitter promedio.

##### **3.2.1 MEAN OPINION SCORE (MOS)**

Es una medida importante para determinar la calidad en transmisiones de voz. La escala comprende valores de 1 a 5, siendo el primer valor equivalente a no recomendado y el último a muy satisfecho. Como se puede apreciar

en las gráficas siguientes, las pruebas realizadas arrojaron valores de 4 con un par de clientes, y valores oscilantes con cuatro clientes. A pesar de haber dos conversaciones simultáneas, los valores no

demuestran una degradación tan marcada, ya que los mismos fueron por ráfagas cortas de tiempo, lo cual indica que se pueden mantener diálogos aceptables.

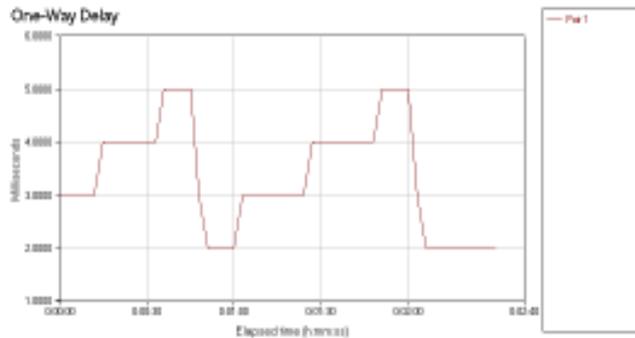


MOS con cuatro clientes

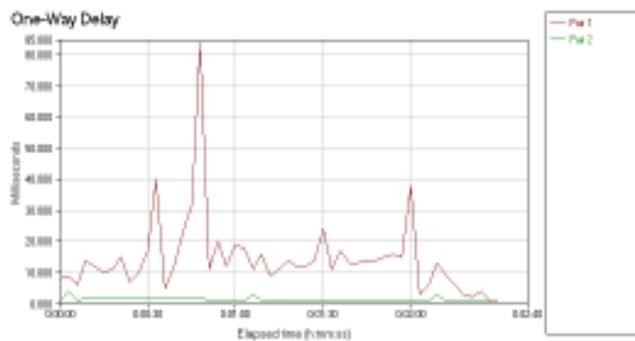
### 3.2.2 RETARDO EN UNA VÍA (ONE-WAY DELAY)

En general se dice que para la medida Two-Way delay valores en un rango entre 200 a 300ms significa bueno. Por lo tanto en nuestro caso, si establecemos como punto de referencia 100ms en una vía,

la transmisión debe ser considerablemente buena. Como se puede apreciar en las gráficas, los resultados obtenidos demuestran que no habría problemas en términos de delay al transmitir paquetes de VoIP en este tipo de configuración.



One-Way Delay con dos clientes



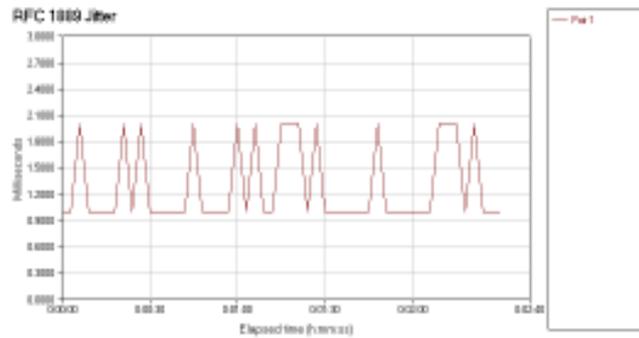
One-Way Delay con cuatro clientes

### 3.2.3 JITTER

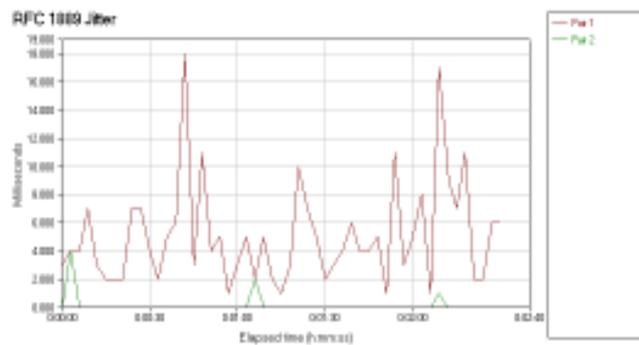
Para los efectos de nuestras pruebas, nos basamos en la definición de Jitter como la variación de una señal con respecto a una señal de reloj, donde el tiempo de arribo de la señal debe coincidir con el arribo de la señal del reloj. Así, el Jitter no es más que la

variación entre arribo de paquetes de datos RTP (Real Time Transport Protocol). Valores de Jitter por debajo de los 50ms indican buena transmisión, lo cual refiriéndonos a nuestras gráficas de las pruebas realizadas confirma que la calidad de las conversaciones sería aceptable.

Jitter con dos clientes



Jitter con cuatro clientes



Jitter con dos clientes

#### 4. CONCLUSIONES

Se han visto algunos de los elementos más importantes que afectan la calidad de los paquetes de VoIP, tal como es el caso del delay o retardo, jitter, así como su comportamiento en los ambientes de pruebas. Otro elemento que comúnmente se analiza para determinar si la red puede soportar VoIP es la pérdida de paquetes

(packet loss), lo cual en nuestras pruebas siempre estuvo por debajo de cinco por ciento. Esto también confirma la capacidad de la red de manejar servicios de VoIP. El estudio no puede culminar sin incluir el ancho de banda. Walker (2001) recomienda anchos de bandas de 160Kbps por cada conversación de VoIP cuando se usa G.711 y 50Kbps para otros codecs. Sin embargo, estos valores son bastante altos. En

la práctica sabemos que el servicio de telefonía usa 64Kbps por llamada, así que con ese valor para subida y bajada, se podría asegurar una buena calidad. Adicionalmente, utilizando algoritmos de comprensión, se podría trabajar aún con menos ancho de banda. Por ejemplo, Packet8 usa solamente 17Kbps para subida y bajada por cada línea activa de voz. Vonage requiere 90Kbps de subida y bajada, aunque a través de mecanismos de ahorro de ancho de banda, sólo requieren 30Kbps por llamada.

A través de las pruebas realizadas se ha demostrado que la transmisión de VoIP en un ambiente mesh inalámbrico es técnicamente posible. Aún cuando estos resultados tendrían variantes en situaciones distintas, el autor espera que este documento sirva de referencia para implementaciones en un ambiente rural real de manera que se pueda solventar la gran necesidad de comunicación usando mecanismos de bajo costo.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] WEISMAN, CARL, "The Essential Guide to RF and Wireless." Prentice Hall. New Jersey, 2002.
- [2] FLICKENGER, ROB, "Building Wireless Community Networks." O'Reilly. California, 2003.
- [3] PLANET3 WIRELESS, "Certified Wireless Network Administrator, Official Study Guide." Planet3 Wireless. Georgia, 2002.
- [4] CISCO SYSTEMS, "Internetworking Technologies Handbook." Cisco Press. Indianapolis, 2001.
- [5] WALKER, JOHN Y HICKS, JEFFREY, "Taking Charge of your VoIP Project." Cisco Press. Indianapolis, 2004.
- [6] PANKO, RAYMOND, "Business Data Networks and Telecommunications." Prentice Hall. New Jersey, 2003.
- [7] SINNEREICH, HENRY Y JOHNSTON, ALAN, "Internet Communications Using SIP." Wiley. New York, 2001.
- [8] MCNIGHT, LEE W. AND JOSEPH P. BAILEY, "Internet Economics." The MIT Press; Cambridge, MA., 1999.
- [9] GOLENIEWSKI, LILLIAN, "Telecommunications Essentials." Addison-Wesley. Boston, 2002.
- [10] KOMAR, BRIAN, "TCP/IP Networking." Sams. Indianapolis, 2002.

## GUÍA PARA AUTORES DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

### DEFINICIONES

**Artículos:** Son trabajos originales de investigación, experimental y/o teórica no previamente publicados, cuyos resultados constituyen un aporte al estado del conocimiento en el tema tratado y dirigidos a una audiencia especializada.

**Notas Técnicas:** Son exposiciones de experiencias novedosas de aplicaciones de tecnologías de producción nacional o foránea a la solución de problemas de campo en ingeniería; además de resultados parciales o avances de investigación que contengan información novedosa y sustancial del proyecto. También se incluyen modificaciones a técnicas analíticas o experimentales existentes que no ameriten la confección de un artículo o cualquier otra modalidad contemplada en la Revista.

**Ensayos Cortos:** Son el resultado de un examen crítico de artículos de investigación científica publicados previamente, en donde se resaltan los trabajos más importantes o los que han brindado mayor aporte al conocimiento en un área determinado. También se incluyen, en esta modalidad, trabajos de reflexión y opinión sustentados y relacionados a la temática de ciencia y tecnología. En general serán limitados y solamente por invitación del Comité Editorial.

### COMPONENTES DEL MANUSCRITO

**Título:** El título debe ser simple y conciso, reflejando el contenido del documento. En algunas ocasiones se puede describir el título utilizando dos partes. Se empezará la primera palabra con letra mayúscula y de allí en adelante se utilizará la mayúscula solamente para los nombres

propios, de marca o símbolos químicos. Se evitará el uso de abreviaciones y siglas en el título así como de palabras innecesarias (como un, una, sobre, el, etc.) al principio del título.

**Nombre del (de los) autor (es) y afiliación:** Se recomienda a los autores usar la misma forma de su nombre en todas las publicaciones. Se debe escribir el nombre, la dirección institucional del o de los autores de la manera más completa afín de permitir una comunicación efectiva. Se recomienda incluir direcciones físicas, apartados postales, departamentos y direcciones electrónicas.

**Resumen:** Todo trabajo debe incluir un resumen de hasta 250 palabras presentado en español e inglés. También se deben incluir un máximo de seis(6) palabras claves para ambos idiomas presentadas en orden alfabético, permitiendo identificar y clasificar los contenidos del documento.

El resumen debe estar totalmente justificado, desde el inicio de la primera página, después de la información del autor. Debe usarse la palabra Resumen y Abstract como título del mismo.

**Extensión:** Los artículos científicos tendrán una extensión máxima de 30 páginas incluyendo ilustraciones y gráficos; las notas técnicas y los ensayos un largo no mayor de 15 páginas. Por página se entiende una cara de papel "8.5 x 11", escrito a doble espacio (unas 22 líneas) con letra de 12 puntos tipo Times Román, no comprimido, todos los márgenes de 1".

**Cuerpo del Manuscrito:** Las componentes principales del manuscrito debe ser dividido en secciones con un uso apropiado de títulos y subtítulos según lo requieran la organización y el desarrollo lógicos del material. Las secciones más usuales, pero NO limitante, son las siguientes:

**a. Introducción:** Debe ubicar al lector en el contexto del trabajo. La introducción debe contener:

- La naturaleza del problema cuya solución se describe en el documento.
- El estado del arte en el dominio tratado (con sus respectivas referencia bibliográficas).
- El objetivo del trabajo, su relevancia y su contribución en relación al estado del arte.
- Los métodos utilizados para resolver el problema.
- Descripción de la forma como el documento está estructurado.

**b. Material y Método:** Deben consignarse los criterios de selección del material tratado y los controles y estudios planeados y realizados. Las medidas deberán ser en el sistema métrico decimal.

Las abreviaturas usadas deben ser previamente definidas en su primera aparición en el texto. Se intentará evitar abreviaturas que no fueran de uso común.

**c. Resultados:** Se recomienda presentar los resultados en orden lógico y de la forma acostumbrada. En este apartado no deben realizarse consideraciones o comentarios, ni se emplearán citas bibliográficas.

**d. Discusión:** Se destacarán y comentarán los aspectos importantes del trabajo. Toda afirmación debe estar avalada por los resultados obtenidos o por citas bibliográficas aportadas. Se recomienda extremar el poder de síntesis evitando repeticiones innecesarias.

**e. Conclusión:** Deben ser enunciadas con claridad y deberán cubrir :

- Las contribuciones del trabajo y su grado de relevancia.
- Las ventajas y limitaciones de las propuestas presentadas.
- Referencia y aplicaciones de los resultados obtenidos.
- Recomendaciones para futuros trabajos.

**f. Agradecimiento y Reconocimientos**

**g. Referencias Bibliográficas:** Las referencias se identificarán en el texto mediante números arábigos entre corchetes, alineados con la escritura. Se enumerarán correlativamente por orden de aparición en el texto apareciendo al final de cada trabajo. Las listas de referencias deberán realizarse siguiendo el estilo de la IEEE. Las citas de artículos de revistas deberán seguir este orden: nombre de autor, título del artículo, nombre de la revista, número de volumen y número de páginas, año de la publicación. Las citas de un libro deberán incluir el nombre del autor, título del libro, lugar de la publicación, editor, año de la publicación.

No se aceptará que los nombres de todos los autores de un artículo o libro se den

como *et al.*, debiéndose especificar la cita completa.

Para el caso de referencias electrónicas debe ser aplicada la Norma ISO 690.

El autor es responsable de la exactitud del contenido y citación de todas las referencias. Todas las referencias deberán ser citadas en el documento. Los números en el texto deben colocarse entre paréntesis.

Ejemplos:

#### Citación de un artículo:

- [ 1 ] J. Kajihara, G. Amamiya y T. Saya, "Leaming from Bugs", *IEEE Software*, volO, pp. 46-54, Septiembre 1999.
- [ 3 ] N. E. Fenton, M. Neü, y G. Ostrolenk, "Metrics and Models for Predicting Software Defects", Technical Report Report CRS/10/02, Centre for Software Reability, City Univ., Londres, 1995.

#### Citación de un libro:

- [ 5 ] J. Juran, *Managerial Breakthrough*, New York: McGraw-Hül, 1968.

#### Citación de un documento electrónico:

- [ 6 ] Land , T. *Web extensión to American Psychological Association style (WEAPAS)* [en línea], Rev. 1.4, <http://www.uvm.edu/ncrane/estyles/mla.htm> [ Consulta: 24 abril 1999].

**h. Apéndices:** Cualquier otro material que impida el desarrollo continuo de la presentación, pero que pueda ser importante para justificar los resultados del artículo.

## INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Los autores deberán enviar tres (3) copias de su manuscrito a:

**Universidad Tecnológica de Panamá**  
**Vicerrectoría de Investigación,**  
**Postgrado y**  
**Extensión**  
**Comité Editorial**  
**Apdo. Postal: 6-2894, El Dorado**  
**Panamá, Rep. de Panamá**

Además, debe adjuntarse una página con la dirección del autor para canje de correspondencia y envío de correcciones. Por favor incluir número telefónico, número de fax y dirección de correo electrónico.

Los dictámenes serán realizados por lectores con experiencia en el tema a evaluar y mantendrán su anonimato.

Para cualquier consulta sobre el procedimiento, favor enviar correo electrónico a la siguiente dirección:

**[direccion.investigacion@utp.ac.pa](mailto:direccion.investigacion@utp.ac.pa)**

El someter el manuscrito a esta Revista implica que el documento no ha sido publicado previamente y que tampoco está siendo considerado para su publicación en otra revista.

Esta revista se terminó de imprimir en  
la Imprenta de la  
Universidad Tecnológica de Panamá  
bajo la administración del  
Ing. Salvador Rodríguez G.  
En agosto de 2006