



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
EXPERIMENTAL DEL  
TÁCHIRA**

José V. Sánchez Frank  
**RECTOR**

Carlos A. Chacón L  
**VICERRECTOR  
ACADÉMICO**

Doris S. Avendaño  
**VICERRECTORA  
ADMINISTRATIVA**

Óscar A. Medina H.  
**SECRETARIO**



DECANATO  
DE INVESTIGACIÓN

**CONSEJO DE DECANATO  
CODEIN-UNET**

José Luis Rodríguez Pérez  
**DECANO-PRESIDENTE**

Ana Mireya Vivas  
**COORDINADORA  
AGROPECUARIA**

Iván Useche  
**COORDINADOR SOCIO  
ECONÓMICA  
CULTURAL**

Juan Carlo Zambrano  
**COORDINADOR INDUSTRIAL**

Juan Pablo Herrera  
**COORDINADOR CS EXACTAS Y  
NATURALES**

Ricardo Chacón  
**COORDINADOR DE PROMOCIÓN  
Y MERCADEO**

Salvador Villalobos  
**COORDINADOR DE DIVULGACIÓN  
Y PUBLICACIONES**

Revista Científica UNET

VOL 24(1) : 2012

**COMITÉ EDITORIAL  
REVISTA CIENTÍFICA UNET**

José Luis Rodríguez Pérez  
**DIRECTOR**  
Gustavo Perruolo L.  
**EDITOR JEFE**

**MIEMBROS COMITÉ EDITORIAL**

José Luis Rodríguez Pérez  
UNET  
Delia Madriz  
UNET  
Solvey Romero  
UNET  
Luis Villanueva  
UNET  
Zuleima Valduz  
UNET  
Josefina Balbo  
UNET  
Antonio Bravo  
UNET  
Andrés Chacón Ortiz  
UNET



**CONSEJO EDITORIAL  
FEUNET**

Salvador Villalobos  
**DIRECTOR**

Alfonso Arellano  
**REPRESENTANTE DEL DEC.  
EXTENSIÓN**

Mary Tahís Mogollón  
**REPRESENTANTE DEL DEC.  
POSTGRADO**

Sony Zambrano  
**REPRESENTANTE DEL DEC.  
DOCENCIA**

José Andrés Roa  
**REPRESENTANTE DEL DEC. DE  
DESARROLLO ESTUDIANTIL**

Belkys Moncada  
**TRADUCCIÓN EN INGLES**

Warly Fonseca  
Adriana Duque  
**DIAGRAMACIÓN Y MONTAJE**

Adriana Duque  
**DISEÑO DE PORTADA**



# Revista Científica UNET

República Bolivariana de Venezuela

VOL. 24(1)

ENERO - JUNIO, 2012

**DEPÓSITO LEGAL: P.P 87-0343  
ISSN:1316-869X11C  
REVENCYT: RVR 001  
LATINDEX CATÁLOGO  
FONACIT: REG-2006000001**

---

Prohibida la reproducción  
total o parcial del contenido de esta Revista  
<http://investigacion.unet.edu.ve>  
Correo electrónico: [rcunet@unet.edu.ve](mailto:rcunet@unet.edu.ve)

# Revista Científica UNET

La Revista Científica UNET es un órgano divulgativo de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, cuyo objetivo es difundir primordialmente los productos de investigación que se generan en la institución. Abarca las diferentes áreas de las Ciencias: Físicas, Matemáticas, Biológicas, Sociales, de la Tierra y del Medio Ambiente. En ésta se publican todos aquellos artículos originales aprobados por el Comité Editorial, producidos tanto por el personal de la UNET como de otras instituciones, previa solicitud escrita por parte de los interesados.

La Revista Científica UNET es una revista venezolana, de actualización científica, creada por el Consejo Universitario de la UNET N° 003.88 de 12 de febrero de 1988, apareciendo su primer número el 10 de noviembre de 1987. La Revista es arbitrada por destacados investigadores internacionales, nacionales y regionales. A lo largo de los últimos años se ha venido consolidando en varios aspectos, tales como: 1) Soporte tecnológico, que incluye administrador de contenidos y administrador de base de datos de usuarios inscritos a través de la lista de canje y donación de la Biblioteca UNET; 2) Periodicidad a través de la regularización de su publicación semestral garantizando los dos números por año; 3) Digitalización de los artículos para ser colocados en servidores Web.

---

Para contactos dirigirse a:

Comité Editorial de Revista Científica UNET, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Decanato de Investigación, Avenida Universidad Paramillo, San Cristóbal, Estado Táchira. República Bolivariana de Venezuela.

Teléfono: 0276-3530422 Ext. (313 - 314- 465 / Telefax 0276 - 3532454. 3532949).

Apartado Postal 02 IPOSTEL-UNET.

Correo Electrónico: [rcunet@unet.edu.ve](mailto:rcunet@unet.edu.ve)

Se aceptan canjes con instituciones académicas y gubernamentales nacionales e internacionales, las cuales publiquen o distribuyan con carácter periódico, revistas, publicaciones o informes estadísticos.

## *El Consejo Editorial*

Es deber de los centros de investigación, y la universidad es uno de ellos, divulgar el conocimiento producido por ellos mismos, por tal razón les es propio disponer de medios que garanticen este cometido; de allí, que los investigadores deberán convertir los procesos y resultados de sus investigaciones en un discurso científico, ese que dista del lenguaje cotidiano y que requiere de rigurosidad, propiedad teórico-conceptual y coherencia lógica, a fin de que puedan ser valorados en su justa medida para su posterior publicación. Para dar cumplimiento a tan delicada actividad se requiere someter los trabajos de investigación a publicar, a un proceso de evaluación que en la mayoría de las revistas científicas recae en un Consejo Editorial (CE). Este consejo tiene como principal política la de promover la ciencia a través de la publicación de artículos científicos, es por ello que en principio está para motivar a los investigadores en la publicación de sus trabajos, para lo cual tiene que realizar una acción limpia, transparente, técnica y ética, que juzgue el valor de esos trabajos y determine los méritos para su publicación.

El CE es el responsable de garantizar la calidad de las publicaciones y salvaguardar los derechos de los autores. Es el administrador del proceso editorial que conduce a la publicación de los artículos científicos, su función consiste en recibir los manuscritos que envían los autores, estudiarlos y decidir si se rechazan o se aprueban. Podría ocurrir el rechazo cuando no se cumple con la línea editorial de la revista, en el caso de revistas muy especializadas; también cuando no se cumple con el formato de la revista o hay errores ortográficos, en estas circunstancias se devuelven los manuscritos a los autores para que realicen las respectivas modificaciones. Cuando a juicio del CE el manuscrito haya superado satisfactoriamente los requisitos de originalidad, forma y estilo, es enviado a los árbitros. Una vez recibido el dictamen del arbitraje, el CE debe decidir entonces la aprobación para su publicación o la devolución a los autores para que acometan las modificaciones requeridas, según sea por una redacción deficiente o por poca claridad en las ideas o resultados presentados con escasa rigurosidad. En caso contrario, si se encuentran evidencias demostrables de contenidos irrelevantes, erróneos, fraudulentos, plagios, auto-plagios o de investigaciones cuestionables éticamente, el CE procederá a rechazar el manuscrito; en algunos casos, además del rechazo, el CE podrá aplicar otras medidas sancionatorias.

El CE tiene grandes responsabilidades éticas; en consecuencia, sus integrantes no deberían ser autores de artículos publicados en la misma revista, ni formar parte de su equipo de árbitros. La aprobación o no del manuscrito, en la mayoría de las revistas científicas, se hace sobre la base del dictamen de tres árbitros, que dan su opinión sobre si éste tiene o no los méritos para ser publicado. En el proceso de arbitraje participan especialistas de alto nivel, reconocidos en su área, adscritos a instituciones de investigación nacionales o extranjeras, con habilidad para evaluar de manera confiable y expedita, tanto la calidad, originalidad e impacto, así como el mérito del contenido de los manuscritos. Las evaluaciones se realizan de manera imparcial y confidencial. En la mayoría de revistas científicas el CE debe velar por la aplicación del sistema “doble ciego” y por mantener en reserva la identidad de los autores y de los árbitros, para ello deben remover de los manuscritos los encabezados y agradecimientos, así como sugerir a los autores que eviten, en el cuerpo del manuscrito, referencias que los identifiquen; de la misma forma, deben sugerir a los árbitros que sus comentarios y observaciones no revelen directa o indirectamente su identificación. Los árbitros tampoco deben conocer la identidad de los demás árbitros, cuando se requiera de un arbitraje colegiado, éste debe ser coordinado por el CE, de manera que se haga sólo un intercambio de ideas, preservando el anonimato de los árbitros entre sí.

El sistema “doble ciego” pretende proteger a los autores de posibles vetos basado en sesgos o discriminaciones de género, nacionalidad, religión o ideología política. Además, el CE debe evitar designar árbitros donde haya conflictos de interés notorios, tales como enemistades, parentescos de consanguinidad o afinidad; es una buena práctica que ninguno de los árbitros pertenezca a las instituciones o equipos de investigación de los autores, ni de los otros árbitros.

El CE debe supervisar que los árbitros hagan una evaluación objetiva sobre la calidad del manuscrito, respetando la independencia intelectual de los autores; deben instruir a los árbitros para que eviten los juicios de valor y que expresen de manera objetiva, precisa, clara, veraz, convincente y con sentido constructivo sus dictámenes, de manera tal que los editores y autores sean persuadidos de las razones por las cuales sus manuscritos fueron aprobados o rechazados, así como de las instrucciones y observaciones para corregirlos.

El CE debe vigilar que la propiedad intelectual de los autores no deba utilizarse de ninguna forma por parte de los árbitros, ni exponerse públicamente, a menos que exista el consentimiento expreso de los autores y se realicen los debidos reconocimientos.

Como se evidencia en este editorial, el rol del CE en coordinar la revisión de manuscritos previos a su publicación en revistas científicas es muy importante, pues este proceso se ha convertido en el mecanismo más idóneo para el progreso de la ciencia, así ha sido reconocido por los propios investigadores quienes lo consideran el mejor método para imponer un estándar científico uniforme y garantizar la validez y la calidad científica.

**Dr. JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ PÉREZ**

**Director**

## Propiedades mecánicas de la fundición gris producida por empresas del Táchira, Venezuela

### (Mechanical properties of gray iron produced by casting industry in Táchira, Venezuela)

Peña, Milexa<sup>1</sup>; Fuentes, José<sup>1</sup>; Gallardo, José<sup>2</sup>; Zapatero, José<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Materiales, Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Venezuela

<sup>2</sup> Grupo de Metalurgia e Ingeniería de los Materiales, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

<sup>3</sup> Ingeniería Civil, de Materiales y de Fabricación, Universidad de Málaga, Málaga, España

Correos Electrónicos: [empena@unet.edu.ve](mailto:empena@unet.edu.ve); [jfuentes@unet.edu.ve](mailto:jfuentes@unet.edu.ve); [josemar@us.es](mailto:josemar@us.es); [jzapatero@uma.es](mailto:jzapatero@uma.es)

## RESUMEN

En este trabajo se reporta la composición química, la dureza y la resistencia a la tracción de la fundición gris producida por empresas ubicadas en el estado Táchira. Asimismo, se presentan los valores de estos parámetros de fundiciones obtenidas por fabricantes colombianos radicados en Cúcuta. El material de partida para la investigación consistió de placas moldeadas por colado del fundido en moldes de arena verde conforme a los métodos particulares de las empresas. Posteriormente, las placas fueron seccionadas y desbastadas para obtener las probetas requeridas en los ensayos de laboratorio. Se determinó una relación proporcional entre la resistencia a la tracción y la dureza, mediante un ajuste lineal. La exactitud del modelo lineal mejora cuando se consideran por separado las fundiciones según su naturaleza metalúrgica, es decir, las inoculadas, no-inoculadas y las inoculadas no-atruchadas.

**Palabras Clave:** Fundición gris, composición química, dureza, resistencia a la tracción.

## ABSTRACT

This paper presents the chemical composition, hardness and tensile strength of gray cast iron produced by the industries located in the Táchira State, Venezuela. It also presents the values of these parameters of smelting obtained by Colombian manufacturers, located in Cúcuta. The starting material for the research consisted of gray iron plates produced by green sand casting. Subsequently, the plates were machined and grinded to obtain the required samples in the mechanical testing. A proportional relationship between the tensile strength and hardness was calculated using a linear fit. The linear fit accuracy improves when the cast iron is considered separately according to its metallurgy nature, that is to say, inoculated iron, no- inoculated iron and no-mottled inoculated iron.

**Key Words:** Gray cast iron, chemical composition, hardness, tensile strength.

## INTRODUCCIÓN

La dureza y la resistencia a la tracción son las propiedades que, normalmente, más se especifican para las fundiciones grises (COVENIN, 1977) y, se relacionan directamente con otras propiedades útiles como la resistencia al desgaste y maquinabilidad. Las propiedades mecánicas de las fundiciones son el resultado combinado de la composición química, técnicas de fundición, y, del efecto de las velocidades de solidificación y enfriamiento subsiguiente en el estado sólido (Walton, 1971). La velocidad a la que solidifica la fundición gris, F-G, tiene una influencia directa sobre el tamaño y distribución del grafito en su microestructura. Por otro parte, la velocidad de enfriamiento tras solidificación tiene un efecto similar a un tratamiento térmico y, por tanto, determina el tipo de estructura matriz de la fundición. Así, las propiedades mecánicas de la F-G pueden relacionarse directamente con su microestructura. Conforme a lo anterior, las propiedades pueden variar en una misma pieza de geometría compleja moldeada por fundición, si sus diversas secciones tienen grandes diferencias en el espesor o forma y, por tanto, con apreciable variación en la velocidad de enfriamiento (Walton, 1971). A causa de esto, piezas grandes y pequeñas obtenidas de una misma colada del metal fundido pueden presentar diferentes propiedades mecánicas.

Para minimizar la variación en las velocidades de solidificación y enfriamiento del sólido debido a diferencias en el espesor y forma, en esta investigación se trabajó con placas de F-G fabricadas en las empresas, a partir de un mismo modelo, por el método de fundición en moldes de arena verde. Esto no introduce el efecto de forma y espesor dado que se trata de placas de dimensiones idénticas. Por lo que antecede, las propiedades mecánicas de las fundiciones investigadas dependen básicamente de la composición química y de las técnicas particulares de fundición. Como se sabe, la composición química, en particular, el contenido de carbono y silicio, afecta en gran medida las propiedades mecánicas (Apraiz, 1998). Asimismo, los métodos y técnicas propios de producción de las empresas como composición del molde, temperatura de colado, inoculación y otras influyen en las propiedades obtenidas.

## MÉTODO

### Fabricación de los materiales de partida

La investigación se inició con la fabricación de placas de fundición gris en empresas productoras de este

material radicadas en el estado Táchira y en Cúcuta-Colombia. En este estudio, en particular, participaron un total de once (11) empresas, de las que siete (7) están ubicadas en el estado Táchira, identificadas por las siglas FAH, FDZ, FTJ, IMT, FMX, FCL y FPM, y cuatro (4) en Cúcuta, identificadas por FHZ, FDA, FBD y FMZ. En un trabajo anterior (Peña *et al.*, 2010) se localizaron la mayor parte de las empresas que operan en el Táchira y se conoció las materias primas que emplean y su procedencia, sus tecnologías y métodos de producción, sus productos y mercados, su estrato industrial y nivel de instrucción de su personal, equipos de laboratorio y ensayos que emplean para el control de calidad.

En diez de las empresas la fundición gris se obtuvo por fusión de la carga de materiales en hornos de cubilote, mientras que, en la empresa FAH fue a través de un horno eléctrico de inducción. En el primer caso, los materiales se adicionaron, continuamente, en capas alternas de coque, chatarra de fundición gris y piedra caliza (fundente); en el segundo caso, la carga intermitente consistió de chatarra de F-G y acero, grafito pulverulento y ferrosilicio granulado basto. La empresa FDZ, del grupo de hornos de cubilote, también emplea ferrosilicio en la carga de materiales. Las empresas FAH, FDZ, FTJ, IMT y FPM inoculan la fundición gris. El método consiste en adicionar el inoculante de granulometría fina a la corriente de metal líquido cuando este se vierte desde el horno al crisol de colada. Aunque dichas empresas emplean diversas marcas comerciales de inoculantes, ellos presentan un contenido alto de silicio, no menor al 70%Si. En cuanto al material de los moldes, las empresas del grupo de hornos de cubilote utilizan una mezcla de arena sílice, bentonita y agua, mientras que, la empresa que emplea horno eléctrico, FAH, utiliza una mezcla de arena sílice, silicato de sodio y CO<sub>2</sub>. El método de fabricación del molde es manual en todas las empresas. La producción de las placas se obtuvo a partir de un modelo de madera de dimensiones 130 x 300 x 25 mm. Posteriormente, las placas fueron seccionadas, mecanizadas y desbastadas para obtener dos tipos de probetas: una en forma de paralelepípedos para los ensayos de dureza y la otra en forma cilíndrica de sección transversal variable para los ensayos de tracción.

### Análisis químico

La determinación cuantitativa de los elementos presentes en la composición química de los materiales investigados se hizo mediante un espectrómetro de arco y chispa marca SPECTRO, modelo SPECTROMAXxf, del Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional Experimental del Táchira. La composición química de cada fundición se determinó a partir de una

muestra del fundido al momento de verterlo en los moldes. La muestra se recogió en una coquilla cilíndrica, figura 1(a), a fin de producir una solidificación rápida para evitar la formación de carbono libre.

La muestra solidificada, figura 1(b), se desbastó ligeramente en una de sus caras paralelas con papel abrasivo de carburo de silicio ASTM N° 10. Seguidamente, la muestra fue posicionada en la zona de trabajo del espectrómetro, se realizó la descarga eléctrica y se obtuvo la medida en tanto por ciento en peso de cada elemento químico. Se realizaron otras dos descargas en otras zonas distintas de la muestra. La composición química reportada fue, por tanto, el valor promedio de tres análisis químicos.

Dado que el carbono y el silicio influyen en la naturaleza de la fundición, en este trabajo se calculó por su utilidad el carbono equivalente, CE, según la ecuación 1, el cual combina los valores de C, Si y P elemental. El carbono equivalente tiene especial importancia, ya que, su valor está muy relacionado con las propiedades físicas y mecánicas de la fundición gris (Craig *et al.*, 1988), y, afecta las propiedades de colabilidad del hierro (Pero-Sanz, 1994). Las fundiciones cuyo CE es menor a 3.6 tienden a presentar problemas de contracción y, en consecuencia, para producir piezas con solidez estructural, se amerita el diseño de sistemas de alimentación apropiados (Brown, 1994). A partir de la composición química obtenida, se calculó el carbono

equivalente, CE, de acuerdo con la siguiente ecuación (Craig *et al.*, 1988):

$$CE = \%C + \left( \frac{\%Si + \%P}{3} \right) \quad (1)$$

### Ensayo de dureza

El ensayo de dureza Brinell se realizó siguiendo las directrices contenidas en las normas “Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials” (ASTM E 10, 2000) y “Standard Test Method for Indentation Hardness of Metallic Materials by Portable Hardness Testers” (ASTM E 110, 1982). El ensayo de dureza Brinell es el estándar para fundiciones (Avner, 1988). Este material contiene microconstituyentes con grandes diferencias en su dureza, pero, la indentación Brinell es suficientemente grande y puede incluir un área representativa del metal. La importancia del ensayo de dureza radica en que es un método simple y rápido, cuyos resultados pueden correlacionarse con otras propiedades mecánicas del metal; por ejemplo, la dureza es un indicador relativamente bueno de la maquinabilidad. El ensayo se llevó a cabo a la temperatura local sobre probetas del tipo paralelepípedo. Un esquema de la probeta y detalles dimensionales se observa en la figura 2; en ella, se indica la superficie elegida para el ensayo, que corresponde al plano del espesor de la placa.

La dureza se determinó mediante un durómetro

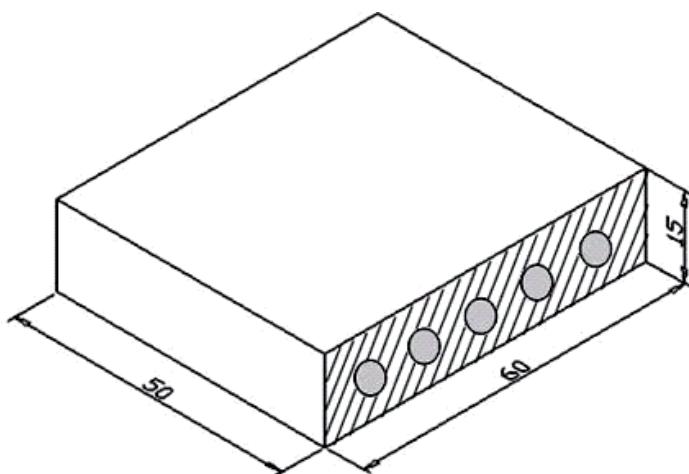


a)



b)

**Figura 1. (a)** Coquilla de fundición gris; (b) Muestra cilíndrica de F-G de 40 mm de diámetro.



**Figura 2.** Esquema de la probeta para ensayos de dureza en el que se indica la superficie sobre la que se hicieron cinco indentaciones para las medidas de dureza.

portátil marca KING TESTER de la empresa ACEROS HERGAR, FAH, que utiliza como penetrador una bola de acero endurecido de 10 mm de diámetro y una carga de 3000 kg. La carga se aplicó perpendicular a la superficie de ensayo, previamente desbastada, durante 15 segundos. Seguidamente, se midió el diámetro de la huella dejada por el penetrador en dos direcciones perpendiculares entre sí, y, se obtuvo el valor promedio del diámetro. Para tal fin, se usó un microscopio portátil de baja magnificación que contiene una escala ocular de apreciación 0,1 mm. El valor de dureza Brinell, HB, asociado a la huella se calculó de la ecuación 2,

$$HB = \frac{P}{\frac{\pi}{2} D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (2)$$

donde P es la carga aplicada en kg; D es el diámetro de bola en mm y d es el promedio de las medidas perpendiculares del diámetro de la huella en mm.

Por cada probeta se practicaron cinco indentaciones, y se procuró respetar el espaciado mínimo entre huellas –la norma ASTM E 10 sugiere un espaciado de al menos 2,5 veces el diámetro de una indentación–. Asimismo, se respetó la distancia mínima de la huella a la periferia de la probeta. Por tanto, el valor de dureza reportado para cada material es el promedio de cinco valores de dureza HB.

#### Ensayo de tracción

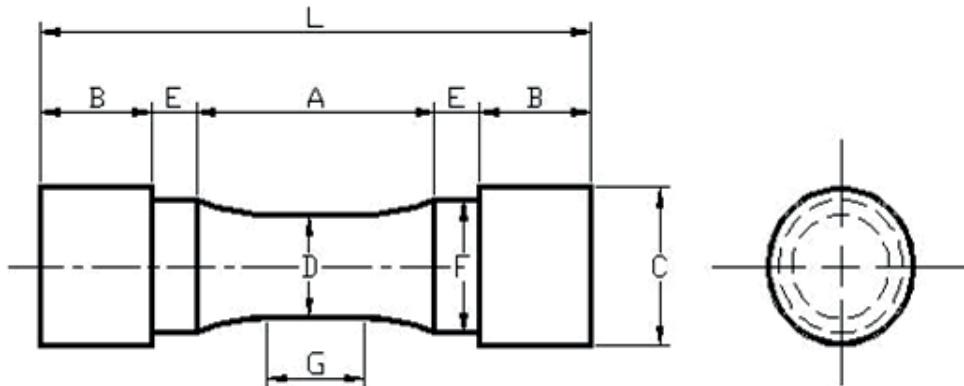
El ensayo de tracción se realizó siguiendo las pautas establecidas en la norma “Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials” (ASTM E 8, 2000). El ensayo de tracción se realizó a temperatura

ambiente sobre probetas cilíndricas estándar para fundiciones. Las propiedades a tracción son de gran importancia, ya que, normalmente, se utilizan para especificar las fundiciones. De hecho, los componentes estructurales de F-G que se destinan a diversas aplicaciones de ingeniería se clasifican, normalmente, sobre la base de la resistencia a la tracción del material, expresada en unidades del Sistema Inglés, psi, o en unidades del Sistema Internacional SI, MPa, (ASTM A 48, 2003). Las propiedades a tracción que se obtienen de probetas estándar de ensayo son: resistencia a la tracción  $-\sigma_{ts}$ , límite elástico convencional del 0.2%  $-\sigma_{0.2\%}$ , módulo de elasticidad, E, y ductilidad. De éstas, sólo  $\sigma_{ts}$  se determina en F-Gs:  $\sigma_{0.2\%}$  no suele medirse ni especificarse; E no es una constante; y, la ductilidad no se mide ni se especifica debido a que la F-G es un material frágil.

Dado que el espesor de la placa de partida es de 25 mm se eligió la probeta N° 1 o A especificada en la norma ASTM E 8, como la más representativa de la fundición, cuya morfología y dimensiones se indican en la figura 3.

El ensayo de tracción se llevó a cabo en una máquina dinámica axial/torsional marca MTS, modelo 809 TEST SYSTEM, del Laboratorio de Ingeniería de la Universidad de Málaga, España. Sobre la longitud calibrada de la probeta cilíndrica –distancia entre marcas igual a 12,5 mm– se fijó un extensómetro marca MTS. Posteriormente, el conjunto probeta-extensómetro fue posicionado en la zona de ensayo, fijando los extremos de la probeta a las mordazas de la máquina.

El ensayo de tracción se realizó a una velocidad de deformación de 0,5 mm/min. Durante el ensayo el



**Figura 3.** Esquema de la probeta para ensayos de tracción. Las dimensiones indicadas son: A = 32 mm; B = 25 mm; C = 20 mm; D = 12,5 mm; E = 6 mm; F = 16 mm; G = 12,5 mm; L = 95 mm y R = 25 mm.

sistema de adquisición de datos de la máquina registró valores de carga ( $P$ , kgf) y sus correspondientes valores de deformación ( $\epsilon$ , mm/mm) desde el inicio hasta el final, donde tiene lugar la fractura de la probeta. Con estos datos se obtuvo la resistencia a la tracción,  $TS\sigma$ , al dividir la carga máxima a que fue sometida la probeta durante el ensayo entre el área transversal inicial, según la siguiente ecuación:

$$\sigma_{TS} = \frac{P_{\max}}{A_o} \quad (3)$$

donde  $TS\sigma$  es la resistencia a la tracción en MPa;  $\max P$  es la carga máxima aplicada en N y  $oA$  es el área transversal inicial en  $\text{mm}^2$ . Se ensayaron tres probetas por cada material, así, la resistencia a la tracción reportada por fundición fue el promedio de tres valores obtenidos según la ecuación (3).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición química de la fundición gris

En la tabla 1 se indica la composición química de las diversas fundiciones producidas por las empresas investigadas. Los materiales son identificados por una combinación de tres letras, que representan las siglas del nombre del fabricante.

La tabla 1 refleja una composición que es típica de las fundiciones grises ordinarias (Craig *et al.*, 1988) y, por tanto, no pueden considerarse como fundiciones aleadas. En ella se observa que los elementos mayoritarios de la F-G son hierro, carbono y silicio. Esto justifica el por qué las fundiciones grises son normalmente denominadas aleaciones ternarias Fe-C-Si. El intervalo de carbono total es de 3,04 a 4,20%. La literatura especializada en

fundiciones (Stefanescu, 1990) informa que el intervalo normal de C presente en la composición de fundiciones grises es de 2,75 a 3,5%. Según esto el 36% de los materiales (IMT, FAH, FDZ y FTJ) presentan un contenido de carbono típico al situarse entre 3,04 a 3,5%. No obstante, el 64% de las fundiciones (FPM, FMX, FDA, FBD, FHZ, FMZ y FCL) reflejan un contenido de carbono alto ( $> 3,5\%C$ ) y, por tanto, considerado atípico. Vale mencionar, que un contenido de carbono alto pudiera ser conveniente, ya que, baja la temperatura de fusión y, con ello, facilita el colado del material fundido en los moldes, previene eficazmente la contracción por solidificación y promueve la grafitización (Apraiz, 1998).

En cuanto al silicio, este se presenta en el intervalo de 1,25 a 2,64%, tabla 1. Algunos investigadores (Craig *et al.*, 1988) señalan como valores normales, aceptables y convenientes el intervalo de 1,8 a 2,4%Si. De acuerdo con esto, la mayor parte de las aleaciones (IMT, FDZ, FPM, FMX, FDA, FBD y FHZ) presentan un contenido bajo en Si, siendo de 1,25 a 1,73%. Por su parte, el 27% de las aleaciones (FAH, FTJ y FMZ) contienen Si dentro del intervalo estándar, y sólo el material FCL presenta el mayor porcentaje de Si (2,64%). El silicio, como se sabe, es un elemento grafitizante, lo cual produce un efecto positivo en la fabricación de piezas de secciones de poco espesor, ya que, evita el blanqueo de la fundición (Morral *et al.*, 1985). Las fundiciones grises cuyo contenido de Si es mayor a 1,6% tienden a grafitizar (Brown, 1994), pero, si el contenido de Si es bajo ( $< 1,6\%$ ) se favorece la formación de carburos en la estructura del material (blanqueo de la fundición) con lo cual se dificulta el mecanizado. Los materiales IMT, FDZ y FPM presentan un contenido menor a 1,6%Si. El carbono equivalente de los materiales estudiados se halla aproximadamente en el

intervalo de 3,40 a 4,90 (Tabla 1). El 36% de los materiales (FAH, FDZ, FTJ e IMT) son fundiciones grises hipoeutécticas ( $CE < 4,3$ ); el 46% (FCL, FHZ, FDA, FBD y FMZ) son fundiciones grises hipereutécticas ( $CE > 4,3$ ); y, las fundiciones FMX y FPM presentan la composición eutéctica ( $CE = 4,3$ ). Es conocido que la mayor parte de la fundición gris que se produce globalmente es fundición hipoeutéctica (Avner, 1988). Los elementos minoritarios presentes en la fundición gris son: fósforo, azufre y manganeso. El P y S provienen de la carga de materiales. El S tiende a formar sulfuro de hierro (FeS) en las fronteras de grano, lo cual produce un problema en la F-G durante su procesado en caliente, que se conoce como *fragilización en caliente*. El efecto nocivo del S es, por tanto, balanceado con Mn, para formar sulfuro de manganeso (MnS), el cual es menos dañino, ya que, éste se distribuye dentro de la estructura de granos (Morral *et al.*, 1985). La relación óptima entre Mn y S para formar  $\%M_n = 1.7\%S$  una

estructura libre de FeS es:  $\%M_n = 1.7\%S + 0.15$  (Stefanescu, 1990). Por su parte, el P en combinación con el Fe forma un constituyente eutéctico de bajo punto de fusión, que se denomina esteadita (probablemente cuando P es mayor a 0.08%), el cual es muy duro. El P en alguna medida incrementa la fluidez del material (BCIRA, 1977). También, pequeñas cantidades de Cr y Cu forman parte de la composición química de las fundiciones.

### Dureza Brinell, HB

En la tabla 2 se recogen los valores de dureza Brinell de las fundiciones estudiadas. En la última columna se indica el valor promedio de cinco medidas de dureza realizadas a cada material, como se indicó anteriormente, y están organizados en orden creciente.

Como se observa en la tabla 2, en cada material existe cierto grado de dispersión de la dureza respecto del valor medio, siendo menor a cinco unidades HB en el 55% de las fundiciones y entre 6 y 10 unidades HB en el resto de

**Tabla 1.** Composición química en porcentaje en peso

Material	% en peso del elemento								
	C	Si	Mn	Cr	Cu	P	S	Fe	CE
IMT	3.04	1.25	0.31	0.17	0.32	0.05	0.15	bal.	3.5
FAH	3.13	1.75	0.83	0.48	0.22	0.06	0.07	bal.	3.7
FDZ	3.42	1.38	0.61	0.20	0.43	0.02	0.15	bal.	3.9
FTJ	3.44	1.97	0.51	0.34	0.41	0.05	0.12	bal.	4.1
FMX	3.73	1.73	0.57	0.21	0.27	0.07	0.16	bal.	4.3
FPM	3.86	1.26	0.38	0.10	0.41	0.06	0.13	bal	4.3
FDA	3.94	1.61	0.48	0.25	0.22	0.02	0.21	bal.	4.5
FBD	4.10	1.65	0.51	0.22	0.31	0.09	0.21	bal.	4.7
FCL	3.94	2.64	0.54	0.23	0.27	0.08	0.28	bal.	4.8
FHZ	4.20	1.69	0.44	0.18	0.33	0.04	0.20	bal.	4.8
FMZ	4.16	1.92	0.61	0.25	0.27	0.04	0.27	bal.	4.8

**Tabla 2.** Dureza Brinell de las fundiciones

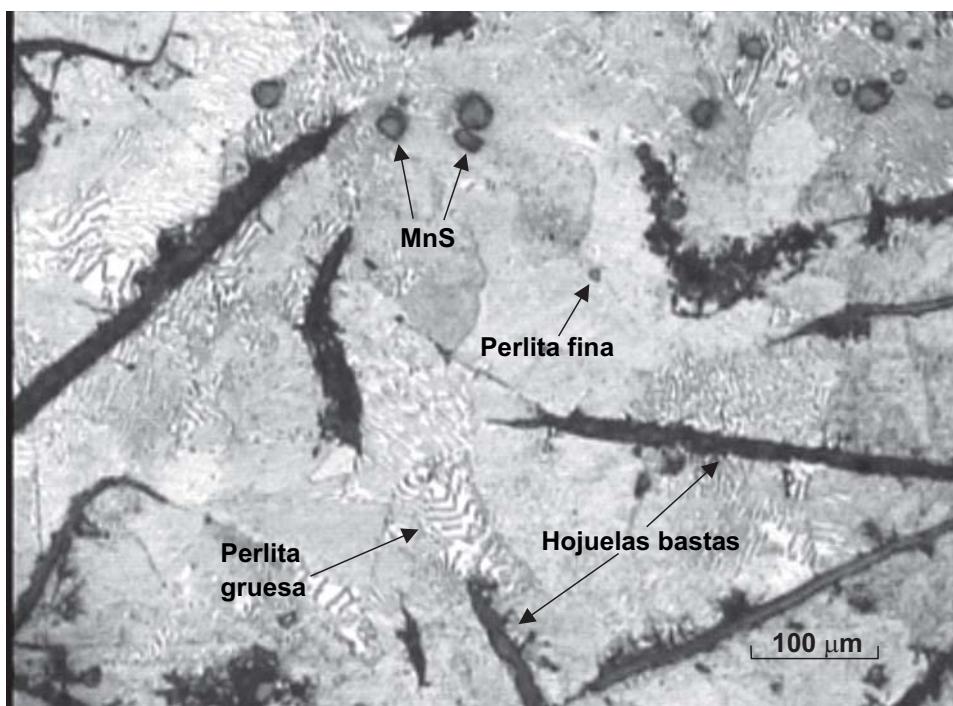
Material	Dureza Brinell, HB					
	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5	Promedio
FCL	149	143	143	143	140	143 ± 3
FPM	163	159	156	149	146	154 ± 7
FTJ	156	156	179	165	163	163 ± 9
FMZ	170	170	179	167	165	170 ± 5
FMX	187	192	192	197	197	193 ± 4
FDZ	197	187	187	197	197	193 ± 5
FHZ	192	192	197	207	197	197 ± 6
IMT	192	192	192	212	207	199 ± 10
FDA	197	217	212	197	197	204 ± 10
FBD	207	207	207	217	207	209 ± 5
FAH	229	229	235	229	229	230 ± 3

materiales. El intervalo de valores de dureza de las F-Gs está comprendido entre 143 a 230 HB. Este es el intervalo usual de dureza que se reporta en la literatura (Walton, 1971), para diversas combinaciones de grafito y fases matrices: por ejemplo, 110 a 140 HB para F-Gs blandas, constituidas por ferrita + grafito; 140 a 200 HB para fundiciones grises ordinarias, constituidas por ferrita + perlita + grafito; 200 a 260 HB para F-Gs de alta resistencia, constituidas por perlita + grafito. El rango de dureza de las fundiciones estudiadas (143 - 230 HB) es apropiado desde el punto de vista de la maquinabilidad, ya que, las piezas cuya dureza es superior a 250 HB son prácticamente inmecanizables (Pero-Sanz, 1994).

La fundición denominada FCL presenta el menor valor de dureza, en torno a 143 HB, que puede relacionarse con su composición y microestructura. Este material presenta el mayor contenido de silicio (2,64%Si) y el mayor valor de CE (4,85). El Si como se explicó antes promueve la grafitización de la fundición y evita el blanqueo, lo cual ablanda al material. Por otra parte, valores altos de CE se asocian con fundiciones que contienen grafito basto y consecuentemente de baja dureza (Walton, 1971).

La microestructura de la fundición FCL, que se muestra en la figura 4, refleja claramente la relación entre

la dureza y los microconstituyentes. En este caso, la presencia de hojuelas de grafito basto tipo placa junto con la presencia esporádica de regiones de perlita gruesa justifican la baja dureza de este material. En el otro extremo, la fundición gris denominada FAH posee el valor más alto de dureza, a saber, 230 HB. Esta fundición, comparada con el resto de materiales, tiene el contenido más alto de cromo –0,48%Cr–. El cromo, se sabe, tiene gran tendencia a formar carburos, los cuales le imprimen gran dureza a la matriz (Morral *et al.*, 1985). Si la formación del carburo no tiene lugar, el Cr incrementa la resistencia y dureza de la matriz por disolución sólida (Stefanescu, 1990). Como traza, el Cr puede aparecer en un contenido no mayor a 0.2% (Craig *et al.*, 1988). Asimismo, el material FAH presenta uno de los valores más bajos de CE, siendo de 3,73 y su contenido de Si es mucho menor que el de FCL (1,75% frente a 2,64%). En la figura 5 se muestra la microestructura de la fundición FAH en la que se destaca la presencia dispersa de carburos del tipo  $(FeCr)_nC$  (Stefanescu, 1990) que le imprimen gran dureza al material. Como se ha visto anteriormente, la dureza disminuye con el valor de CE, pero, existe una dispersión alta de los datos numéricos para el conjunto total de fundiciones, que no amerita proponer algún tipo de relación matemática.



**Figura 4.** Microestructura de la fundición FCL en la que se observan hojuelas de grafito basto tipo placa, partículas de MnS y zonas esporádicas de perlita gruesa. La dureza es de 143 HB.

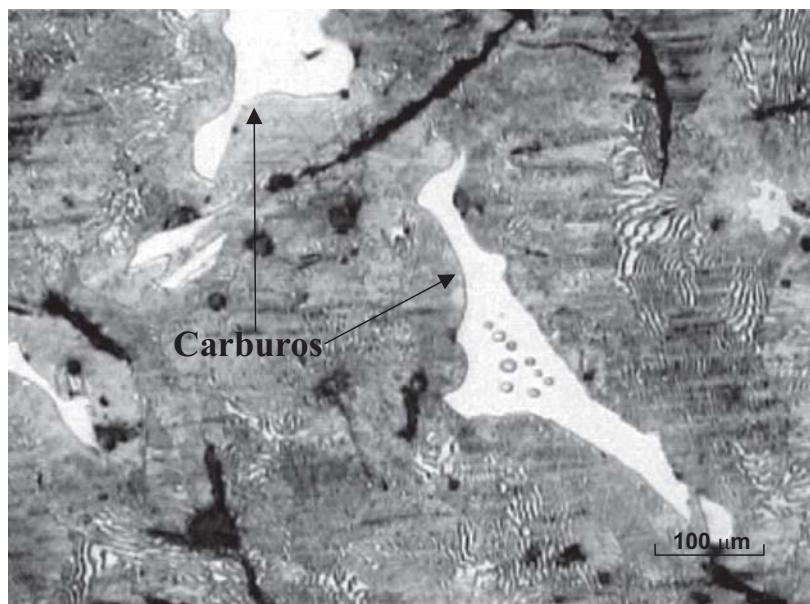
### Resistencia a la tracción, $T_{S\sigma}$

En la tabla 3, se presentan los valores de la resistencia a la tracción. Los valores de la última columna representan el valor promedio de tres medidas, obtenidas cada una en probetas a tracción individuales, y están organizados en orden creciente. Las celdas que contienen las letras VF indican que no fue posible obtener ningún valor, debido a fallos en el sistema de adquisición de datos de la máquina, durante la realización del ensayo.

En la tabla 3 se observa que la resistencia a la tracción de la fundición gris está comprendida entre 127 a 279 MPa. En general, estos valores están dentro del intervalo típico de resistencia mecánica que caracteriza a los diversos tipos de fundición gris (ASTM A 48, 2003). En la norma ASTM A 48 las F-Gs son clasificadas en once clases basadas en la resistencia en unidades del SI. Cada clase es designada por un número seguido de una letra,

donde el número indica la resistencia a la tracción mínima en MPa y la letra indica el tamaño de la probeta de ensayo que mejor representa el espesor de pared de la sección crítica de la pieza. Conforme a la especificación ASTM A 48 las fundiciones investigadas pueden clasificarse dentro de las seis primeras clases de F-G, desde las de baja resistencia (150 MPa) hasta las de mediana resistencia (275 MPa). Estas son: FTJ clasificada como fundición clase 150A, FMZ como fundición clase 175A, y, FDZ fundición clase 200A. En tanto, FHZ e IMT pertenecen a las fundiciones clase 225A, mientras que, FMX, FAH y FDA son fundiciones clase 250A. Sólo el material FBD, el más resistente, se clasifica como fundición clase 275A.

Las fundiciones FPM y FCL no aplican a ninguna clase, debido a su baja resistencia mecánica ( $\sigma_{Ts} < 150$  MPa). En estos últimos casos, la especificación por resistencia no tiene importancia, ya que, las fundiciones



**Figura 5.** Microestructura de la fundición FAH en la que se observa la presencia de carburos de color gris claro. La dureza es de 230 HB.

**Tabla 3.** Resistencia a la tracción de las fundiciones.

Material	Resistencia a la tracción, MPa			
	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Promedio
FCL	VF	122	132	127 ± 7
FPM	154	151	139	148 ± 8
FTJ	178	161	180	173 ± 10
FMZ	184	184	183	184 ± 0
FDZ	226	VF	215	221 ± 7
FHZ	240	240	254	245 ± 9
IMT	248	243	249	247 ± 4
FMX	257	251	248	252 ± 5
FAH	260	249	258	256 ± 6
FDA	258	271	243	257 ± 14
FBD	295	262	279	279 ± 17

FPM y FCL se destinan a aplicaciones de bajas exigencias mecánicas, por ejemplo, quemadores para cocinas, fusibles mecánicos, ruedas para carretas, piezas artesanales y otras.

Ninguna de las fundiciones estudiadas se clasificó dentro del grupo de fundiciones de alta resistencia (clase 300A, clase 325A, clase 350A, clase 375A y clase 400A), las cuales, normalmente, son fundiciones grises aleadas. De todos los materiales, la fundición FCL presenta el menor valor de resistencia, siendo de 127 MPa y, también, el menor valor de dureza (142 HB, Tabla 3). El material FCL es una F-G hipereutéctica, no inoculada, que exhibe el mayor valor de CE (4,85). En el otro extremo, el material FBD, también una fundición hipereutéctica no inoculada, tiene el mayor valor de resistencia a la tracción, siendo de 279 MPa, y también la mayor dispersión de valores respecto al valor promedio ( $\pm 17$  MPa). Este material tiene un valor alto de CE (4,68) y de acuerdo a la literatura (Craig *et al.*, 1988) debería tener una resistencia baja. En este caso, conviene considerar el efecto combinado de diversos factores. El contenido de Si es bajo (1,65%), lo cual tiende a blanquear la fundición; el contenido de carbono total es alto (4,1%); el Cr y Cu se presentan en una cantidad significativa 0,22 y 0,31%, respectivamente. El C, Cr y Cu tienden a incrementar la resistencia y dureza por efecto de endurecimiento por disolución sólida y además promueven una estructura matriz perlítica (Stefanescu, 1990). El efecto del Cr es pronunciado en el intervalo de 0,25 a 0,5%. A mayores niveles, su efecto no es tan dramático (Craig *et al.*, 1988). Adicionalmente, la no-inoculación determina un menor número de núcleos para la formación del grafito. También se observó un grado de dispersión alta entre  $TS\sigma_y$  CE, que dificultó establecer con precisión algún tipo de relación.

### Relación entre la resistencia mecánica y la dureza

Por mucho tiempo se han usado en diversos ámbitos las tablas que relacionan dureza y resistencia a la tracción. Dichas tablas proporcionan datos para proyectos de ingeniería y en la industria para propósitos de control de calidad con un pequeño margen de error dependiendo del material. Sin embargo, cuando un componente estructural presenta defectos como grietas hay que acudir a la mecánica de fractura e incluir nuevos conceptos de valoración según el tipo de esfuerzo. En una fundición gris el grafito segregado en la matriz hace el papel de discontinuidades de tipo sólido; por consiguiente, para predecir el comportamiento real de la F-G frente a una solicitud mecánica dada es necesario introducir dicho factor. Esto dificulta la posibilidad de relacionar las propiedades mecánicas y otras en este tipo

de aleación férrea. Los resultados que se presentan seguidamente apuntan a determinar algún tipo de relación matemática entre resistencia a la tracción y dureza con posibilidades de utilización en aplicaciones de ingeniería.

La figura 6 es un gráfico de tipo dispersión con marcadores que representa la relación que existe entre la resistencia a la tracción y la dureza del grupo total de fundiciones investigadas. Los valores de resistencia a la tracción son los promedios de la tabla 3 y se representan en el eje de las ordenadas, mientras que, los valores de dureza son los de la tabla 2 y se representan en el eje de las abscisas.

Los datos de resistencia y dureza del gráfico contienen las barras de error para las desviaciones estándar que se especifican en la tabla 3 y en la tabla 2, respectivamente. Como puede observarse, el conjunto de datos se ajusta, en gran medida, a una línea recta de tendencia creciente, que sugiere que existe una relación directamente proporcional entre la resistencia y la dureza. La figura 6, también muestra que el grado de dispersión de los datos numéricos es bajo. Para esta línea de tendencia el coeficiente de correlación múltiple,  $R^2$ , dado por el programa EXCEL, es de 0,88 lo cual señala que el ajuste es bueno.

Cuando se consideran por separado las fundiciones del conjunto de total desde un punto de vista metalúrgico, es decir, las fundiciones inoculadas, las fundiciones no inoculadas y las fundiciones inoculadas no atrachadas, se presentan casos interesantes, los cuales se desglosan a continuación:

En la figura 7 se representan los valores de resistencia a la tracción frente a la dureza Brinell sólo de las fundiciones no inoculadas. Como se observa en la figura, existe una menor dispersión en los datos con relación al caso anterior, con lo cual se obtiene un mejor ajuste a una línea recta, cuyo modelo matemático es  $\sigma_{TS} = 2,3HB - 202(MPa)$ . En este caso, el valor de  $R^2$  es de 0,99 que es mucho mejor a cuando se consideran todos los materiales sin distinción metalúrgica ( $R^2 = 0,88$ ).

Por su parte, en la figura 8 se representan los valores de  $\sigma_{TS}$  vs. HB sólo de las fundiciones grises que fueron inoculadas durante el vertido del fundido en los moldes. En este nuevo caso, se obtiene un mejor ajuste de la línea de tendencia de los datos. El coeficiente de correlación múltiple es de 0,90 que supera al del conjunto total de F-Gs ( $R^2 = 0,88$ ). También, se observa que la dispersión de los datos es mayor en las fundiciones inoculadas –F-G, I– con respecto a las no inoculadas –F-G, NI– ( $R^2_{FG,I} < R^2_{FG,NI}$ ).

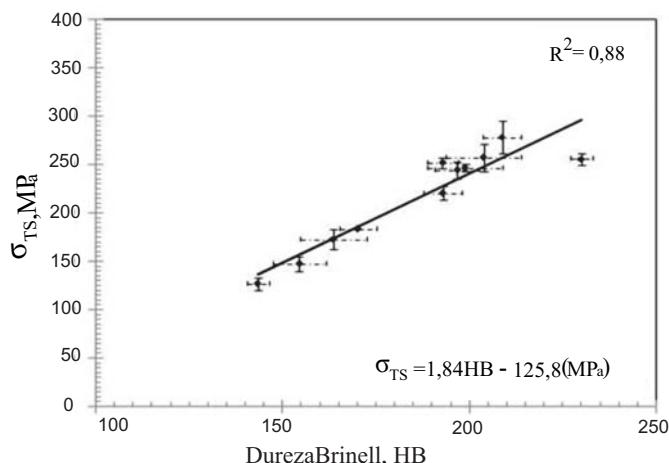
Cuando del grupo anterior –F-G, I– se excluyen las

fundiciones atruchadas se obtiene una notable mejora de la línea de tendencia. Esto se pone de manifiesto en la figura 9, la cual sugiere que la tendencia es más precisa y confiable debido al alto valor del coeficiente de correlación múltiple ( $R^2 = 0.98$ ). La resistencia y la dureza están relacionados por la siguiente ecuación:  $\sigma_{TS} = 2HB - 165(MPa)$ . Las fundiciones atruchadas son aquellas que contienen carburos dentro de la típica estructura compuesta de láminas de grafito embebidas en matriz perlítica. Los datos de la estructura metalográfica de las fundiciones estudiadas serán presentados en otro trabajo.

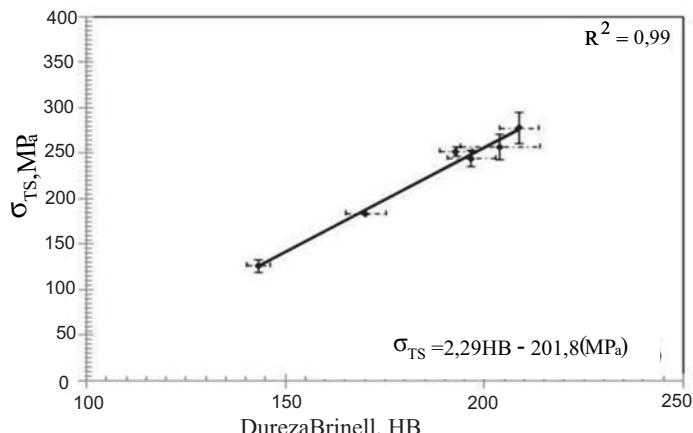
La relación resistencia-dureza también ha sido estudiada en otras investigaciones. Aquí se citan dos trabajos pioneros. Meyer (1970), realizó ensayos a partir de muestras obtenidas de piezas producidas bajo un mismo esquema de fabricación y diseño. Los datos de resistencia y dureza que él obtiene presentan un alto grado de dispersión, con lo cual se dificulta e imposibilita establecer algún tipo de tendencia. Por su parte, López

(1978) informa de una relación  $\sigma_{TS}$  vs. HB similar a la obtenida en este trabajo, aunque con un grado de dispersión mayor. López realizó numerosos ensayos sobre probetas obtenidas a partir de piezas de F-G producidas por moldeo y fundición o de apéndices de las mismas, englobando variados espesores y diversas condiciones de enfriamiento.

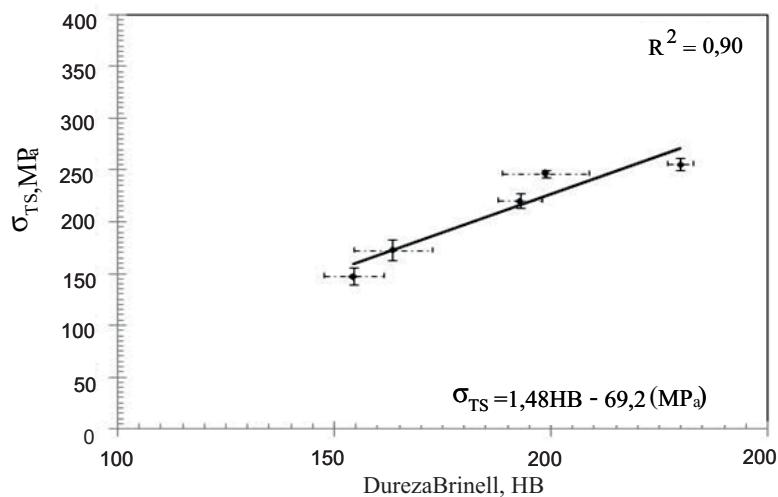
Una relación directa entre resistencia y dureza es muy útil debido a que el ensayo de dureza es mucho más sencillo y, a menudo, no destructivo. Lo que antecede sugiere la posibilidad de usar efectivamente la dureza para estimar la resistencia a la tracción de un componente de F-G de 25 mm de espesor a partir de un modelo matemático  $\{\sigma_{TS} = f(HB)\}$  en su caso, de una representación gráfica ( $\sigma_{TS}$  vs. HB). En este trabajo, dichos modelos se obtuvieron a partir de medidas experimentales realizadas en grupos separados de fundiciones grises, según su naturaleza metalúrgica, es decir, fundiciones no inoculadas, inoculadas e inoculadas no atruchadas, producidas por la industria tachirense.



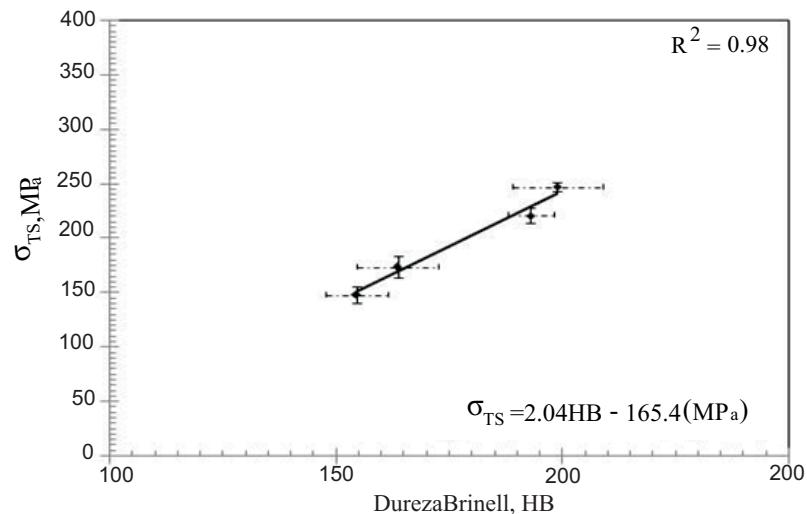
**Figura 6.** Resistencia a la tracción frente a la dureza para el grupo total de F-Gs.



**Figura 7.** Resistencia a la tracción frente a la dureza en fundiciones no inoculadas.



**Figura 8.** Resistencia a la tracción frente a la dureza en fundiciones inoculadas



**Figura 9.** Resistencia a la tracción frente a la dureza en fundiciones inoculadas no atruchadas.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se ratifica para las fundiciones grises la proporcionalidad que existe entre resistencia a la tracción y dureza Brinell. Dicha relación se ajusta a una línea de tendencia de tipo lineal. Pero, la relación matemática alcanza un mayor grado de exactitud, al mejorar el coeficiente de correlación múltiple  $R^2$ , cuando se consideran por separado las fundiciones, a saber: fundiciones inoculadas, fundiciones no inoculadas y fundiciones inoculadas no atruchadas. Este criterio de delimitar la fundición, según su naturaleza metalúrgica, sugiere la posibilidad real y práctica de usar la relación gráfica  $\sigma_{TS}$  vs. HB, o en su caso, el modelo matemático  $\{\sigma_{TS} = f(HB)\}$  para predecir con confianza el comportamiento en servicio de componentes

estructurales de fundiciones grises de 25 mm de espesor producidas por la industria tachirense.

## AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer a las empresas productoras de fundición gris ubicadas en el estado Táchira y Cúcuta-Colombia por su valiosa colaboración en el desarrollo de esta investigación. Especial mención a las empresas FUNDICIONES ACEROS HERGAR, INDUVENPA DÍAZ y AUTOS TOROVEGA, que aportaron importantísimos recursos al proyecto LOCTI PRO118, y, al Vice Rectorado Académico y Decanato de Investigación de la UNET por la ayuda económica para la preparación y presentación de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APRAIZ, J. Fundiciones, Sexta edición, Madrid, CIE Inversiones Editoriales-DOSSAT 2000. S.L. pp. 1-70. 1998.
- ASTM A 48/A 48M. Standard specification for gray iron castings. Pennsylvania, USA. 2003.
- ASTM E 10. Standard test method for Brinell hardness of metallic materials. Pennsylvania. USA. 2000.
- ASTM E 110. Standard test method for indentation hardness of metallic materials by portable hardness testers. Pennsylvania, USA. 1982.
- ASTM E 8M. Standard test methods for tension testing of metallic materials. Pennsylvania. USA. 2000.
- AVNER, S. Introducción a la metalurgia física, Segunda edición, México, D. F., McGraw-Hill/Interamericana de México, S.A. pp. 430-443. 1988.
- BCIRA. The importance of controlling low phosphorus contents in gray iron. Broadsheet. 162. 1977.
- BROWN, J. Foseco Foundryman's Handbook, Tenth edition, Birmingham, Butterworth-Heinemann. pp. 184-192. 1994.
- COVENIN 1246. Fundición gris. Características de las piezas fundidas. Caracas. Venezuela. 1977.
- CRAIG, D; HORNUNG, M. and McCLUHAN T. Gray iron, Metals handbook, 9th edition, ASM International, Metals Park, Ohio. USA. 15: 629-646.1988.
- LÓPEZ, L. Aplicación de los ultrasonidos a la determinación de las características mecánicas de la fundición gris. Revista de Metalurgia. 14(3): 165-174. 1978.
- MEYER, H. Inspection of grey iron castings by ultrasonic attenuation. Non-destructive testing, 3(2): 99-104. 1970.
- MORRAL, F; JIMENO, E. y MOLERA, P. Metalurgia general, Barcelona, Editorial Reverté, S. A. pp. 1191-1197. 1985.
- PEÑA, M; FUENTES, J. y GALLARDO, J. Aspectos técnicos en las empresas productoras de piezas de fundición gris del estado Táchira. Revista Científica UNET. 21(2): 80-84. 2010.
- PERO-SANZ, J. Materiales para ingeniería: fundiciones férreas, Madrid, Editorial Dossat, S. A. pp. 3-69. 1994.
- STEFANESCU, D. Classification and basic metallurgy of cast iron, Metals handbook, tenth edition, ASM International, vol. 1, Properties and selection: irons, steels, and high-performance alloys. Ohio, USA. pp. 3-9. 1990.
- WALTON, CH. Gray and ductile iron castings handbook, First edition, Cleveland, Gray And Ductile Iron Founders' Society Inc. pp. 192-226. 1971.

# El trabajo académico del estudiante UNET. Impacto y pertinencia

## (The academic work of student UNET. Impact and relevance)

Pérez, Freddy; Ugueto, Martha; Cardozo, Neyda

Programa de Formación y Desarrollo del Recurso Humano  
 Decanato de Investigación, Universidad Nacional Experimental del Táchira  
 San Cristóbal, estado Táchira, República Bolivariana de Venezuela  
 Correo Electrónico: [fperez@hotmail.com](mailto:fperez@hotmail.com), [mugueto@unet.edu.ve](mailto:mugueto@unet.edu.ve), [ncardozo@unet.edu.ve](mailto:ncardozo@unet.edu.ve)

### RESUMEN

Entre los principios rectores de la educación superior se encuentra el de la pertinencia con la sociedad, a través de la cual la universidad debe buscar la identificación y solución de los problemas de su área de influencia. El estudio que sustenta el presente artículo, pretendió contribuir con la generación de capacidad en este sentido, pero desde la contribución y el aporte coordinado que puedan realizar los estudiantes por medio de su trabajo académico durante su permanencia en la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). La investigación se realizó en dos fases, una exploratoria inicial de campo, con dos muestras aleatorias de estudiantes de último semestre y profesores de las diferentes carreras universitarias, en la que se identifican las características del trabajo académico estudiantil en la UNET y su impacto y pertinencia en la comunidad; y una segunda fase propositiva, en la que a través de la investigación acción, se llega hasta la elaboración de una propuesta para la vinculación universidad - comunidad, que permita identificar, ejecutar, controlar y retroalimentar el trabajo académico estudiantil en pro del impacto en las comunidades y empresas del entorno de la universidad. Entre las conclusiones se tienen la existencia en la UNET de pertinencia técnica del trabajo estudiantil, con oportunidad y posibilidad de incrementar su pertinencia social e impacto en la sociedad, a través del reforzamiento de la función extensión y su coordinación con la función docente.

**Palabras Clave:** Trabajo Académico, estudiantes, pertinencia, extensión, vinculación, UNET.

### ABSTRACT

Among the guiding principles of superior education the appropriateness with the society is one of them, through which the University seeks the identification and solution of problems in its area of influence. This study seeks to contribute with the generation of capacity in this regard, but from the contribution and the coordinated input to students in their academic work during their permanence in the Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). The research was conducted in two phases, an exploratory initial field work with two random samples from last semester students and teachers from the different undergraduate degrees, in which the characteristics of the student academic work in the UNET is identified, and also its impact and relevance to the community; and a second purposeful stage, through action research, the elaboration of a proposal for linking University-community is done, with the purpose of identifying, executing, controlling and giving feedback to the student academic work on the impact in communities and companies in the university environment. The conclusions include the existence of technical relevance of the student's work, opportunity and possibility of increasing its social relevance and impact in society through the strengthening of the extension role and its coordination with the teaching function.

**Key Words:** Academic work, students, relevance, extension, linking, UNET.

## INTRODUCCIÓN

Es conocido mundialmente el debate existente sobre la necesidad de lograr un equilibrio entre el desarrollo económico y el bienestar social de las comunidades, en función de mejores niveles de calidad de vida y de uso racional de los recursos naturales. Según el Ministerio de Comunicación e Información (2005) el concepto de desarrollo endógeno, humano y sostenible, comprende los derechos humanos fundamentales como principal objetivo, de manera que se tome al ser humano en su totalidad. Pero además, busca que los seres humanos se capaciten para: alcanzar el desarrollo personal y comunitario, transformar sus propios recursos para producir nuevas fuentes de empleo, interactuar con la naturaleza y la tecnología, preservar el medio ambiente y aprovecharlo correctamente, desarrollar sus regiones y elevar la calidad de vida.

Las universidades tienen un rol fundamental con su participación en las comunidades en el logro del desarrollo de las mismas; para ello, dado el potencial existente dentro de las casas de estudio, es necesario propiciar desde allí, la vinculación del trabajo académico de sus profesores y el de sus estudiantes con las realidades y necesidades del entorno, logrando los aportes necesarios para el desarrollo económico, tecnológico y de mejor calidad de vida de la población.

Para el equipo coordinador del Proyecto Universidad: Construye país, citado por Soriano (2011), la Responsabilidad Social Universitaria, se entiende como la capacidad que tiene la universidad de difundir y poner en práctica un conjunto de principios y valores generales y específicos, por medio de cuatro procesos claves: Gestión, Docencia, Investigación y Extensión, asumiendo así su responsabilidad social ante la propia comunidad universitaria y el país donde está inserta (Universidad: Construye País, 2002: 5)

La investigación que generó el presente artículo partió del papel que juegan las universidades y la responsabilidad que tienen en conocer, estudiar y aportar soluciones a los problemas sociales, así como la medición y evaluación de la gestión educativa. Según Rojo (1999), la pertinencia técnica y social de los programas de formación alude a la capacidad de la universidad para responder a las necesidades y exigencias de la sociedad. Lograr una contribución al desarrollo de esta capacidad en la UNET, fue el propósito de la investigación que sustenta el artículo.

Así mismo, el estudio se encuentra fundamentado en la necesidad de aumentar la pertinencia social, declarada en la misión universitaria, y la formación integral del individuo, citada en la mayoría de los programas de

formación profesional, siguiendo los principios de la UNESCO (1995), para la transformación de la educación superior, que indica que de acuerdo a la naturaleza y fines de los sistemas educativos, estos deben dar respuestas concretas y variables a los problemas de la sociedad.

Se entiende como trabajo académico en el presente artículo, las modalidades de Trabajo de Aplicación Profesional (tesis y pasantías) y los trabajos o asignaciones de las asignaturas de la carrera realizados por los estudiantes. Existen otras formas de trabajo estudiantil, como las preparadurías, las becas trabajo, las participaciones en proyectos de investigación y extensión, y más recientemente el trabajo comunitario. Sin embargo no se toman en cuenta para el estudio por realizarse al interior de la universidad, el escaso número de estudiantes involucrados y lo incipiente del programa, respectivamente.

Aun cuando se estima que el trabajo académico de los estudiantes de la UNET tiene pertinencia social pues, se realiza en la mayoría de los casos, en atención de demandas directas o indirectas de la comunidad en la cual se desenvuelven las diferentes carreras, y por los resultados observados de aceptación y crecientes demandas de la comunidad hacia la UNET, no existen indicadores claros que permitan conocer ciertamente cual ha sido ese impacto, ni tampoco un mecanismo de valoración que propicie y garantice la participación y calidad del trabajo estudiantil.

La intención de este artículo es dar a conocer a través de la perspectiva de los estudiantes y profesores el impacto y la pertinencia social del trabajo académico realizado por los estudiantes de la UNET a lo largo de su carrera, conociendo las características de los requerimientos del trabajo y su resultado, que permita concluir sobre cómo se gestiona este elemento dentro de las asignaciones académicas. En función de esto, se propone recomendar la incorporación de acciones y medidas en los procesos de formación y evaluación académica, que permitan incrementar el impacto en las comunidades y la pertinencia técnica y social del trabajo académico estudiantil.

## MÉTODO

Para acceder a la información base de la investigación, se diseñaron dos estudios de campo, tomando como poblaciones los estudiantes del último semestre y los profesores de pregrado adscritos a los departamentos de las carreras de Ingeniería Agronómica, Producción Animal, Industrial, Mecánica, Informática, Electrónica, Ambiental y Arquitectura de la UNET, de los cuales se seleccionó una muestra representativa, a

través de un muestreo aleatorio estratificado, buscando una muestra adecuada al tamaño de cada una de las poblaciones.

Fue necesario también, el análisis documental de información o bibliografía disponible de los ministerios de Salud y Desarrollo Social, Educación Cultura y Deportes, Ciencia y Tecnología, el Instituto Nacional de Estadísticas, entre otros, que permitieron definir los indicadores de impacto y pertinencia social que serán utilizados para valorar el trabajo académico estudiantil.

Para la caracterización de las demandas de trabajo, se decidió recopilar la información de fuentes de datos del Decanato de Extensión, Coordinación de Pasantías, de las comisiones TAP de la UNET y del instrumento aplicado a los profesores.

Para el diseño de las propuestas de acción e interacción de los diferentes actores involucrados para canalizar desde la comunidad el trabajo académico estudiantil, se propone hacerlo bajo la metodología de la investigación-acción. Este tipo de investigación constituye un proceso continuo, una espiral, donde se van dando los momentos de problematización, diagnóstico, diseño de una propuesta de cambio, aplicación de la propuesta y evaluación, para luego reiniciar un nuevo circuito partiendo de una nueva problematización. Es decir constituye un proceso cílico reflexivo, e interpretativo que mediante la acción se podrá ir evaluando el impacto del cambio y continuar proponiendo acciones para la mejora continua del problema o del replanteamiento del mismo.

La propuesta de vinculación surge, del análisis de resultados de investigaciones previas, de la discusión y reflexión de las experiencias de los docentes del Departamento de Ingeniería Industrial, Mecánica y Ambiental vinculados con el trabajo académico estudiantil, así como de la evaluación de la estructura y recursos disponibles en la universidad.

## RESULTADOS

En el presente apartado se muestran los principales productos obtenidos de la investigación que sustenta el artículo, como lo son: indicadores propuestos para la valoración del impacto y pertinencia social para el trabajo académico estudiantil de la UNET, las características de la oferta y demanda del trabajo académico estudiantil en la UNET, la valoración del impacto y pertinencia social del trabajo académico en base a los indicadores y las propuestas de acción para la incorporación de medidas de valoración del impacto y pertinencia del trabajo académico estudiantil en los procesos de formación y evaluación.

### De los indicadores de impacto y pertinencia social para el trabajo académico estudiantil de la UNET.

A partir del análisis de diferentes documentos pueden identificarse un sin número de indicadores referidos a impacto y pertinencia social de la educación, sin embargo muchos corresponden a la medición de variables macro como ingreso per cápita, acceso a la educación, acceso a servicios públicos y otros relacionados con la calidad de vida de la población. Los indicadores de valoración del impacto y pertinencia del trabajo académico estudiantil a los que se llegó con el estudio, corresponden a factores medibles y accesibles desde los procesos académicos universitarios, que pudiesen como punto de partida, servir de guía en la gestión del impacto y pertinencia del trabajo estudiantil.

Según Soriano (2011), todas las organizaciones (públicas o privadas, sin fines de lucro, etc.) producen impactos desde el ámbito organizacional, ambiental y también impactos sociales. Estos impactos son lo que diferencian la Responsabilidad Social Empresarial de la Responsabilidad Social Universitaria, ésta última tiene impactos educativos y cognitivos, además de los impactos organizacionales, ambientales y sociales.

Será necesario por supuesto en la UNET, definir y operacionalizar su gestión dentro de la estructura universitaria. En el tabla 1, se muestran a continuación los indicadores propuestos clasificados de acuerdo a su propósito.

### Del Trabajo Académico Estudiantil en la UNET. Características de la oferta y demanda.

Del análisis de las encuestas realizadas, se logra identificar algunas características relevantes, a partir de las cuales se podrá evaluar el impacto y pertinencia del trabajo académico estudiantil.

En primer lugar en cuanto al trabajo de pasantía profesional, realizado durante el último semestre de permanencia del estudiante en su carrera, puede evidenciarse la calidad del trabajo, dada la alta demanda y aceptación de los pasantes UNET en todo el territorio nacional, con ciertas variantes de demanda según sea la carrera y la localización geográfica concentrada de las empresas u organismos demandantes; por ejemplo, ingeniería mecánica e industrial con mayor demanda en el centro del país, específicamente los estados Aragua y Carabobo, ingeniería informática, electrónica y ambiental con mayor demanda en la capital de la república.

Es de resaltar la creciente demanda y aceptación que se ha venido observando desde el 2008, de los pasantes en empresas y organismos regionales para las diferentes carreras, llegando a proporciones cercanas al 40 % en

**Tabla 1.** Indicadores propuestos para la valoración del impacto y pertinencia del trabajo académico estudiantil.

Pertinencia Técnica	Pertinencia Social	Impacto en la Comunidad
• N° de trabajos de aplicación técnica en las comunidades u organizaciones / año.	• N° de trabajos relacionados con calidad de vida (salud, alimentación, vivienda, higiene, seguridad, ambiente) en las comunidades / año.	• N° de sectores de la economía y de la comunidad alcanzados por el trabajo académico estudiantil / año.
• N° de nuevos desarrollos o prototipos / año.	• N° de personas o población cubierta al año por proyectos relacionados con calidad de vida.	• N° de empresas u organismos atendidos (Tesis, pasantías, asignaciones de materias) / año.
• Grado de satisfacción del cliente externo.	• Grado de satisfacción del cliente externo	• N° de estudiantes involucrados y proyectos / año.

algunas carreras. Esta situación, ha venido incrementando los vínculos y demandas del trabajo estudiantil, así como la oportunidad para las empresas de contar con el apoyo de nuevos profesionales.

En cuanto al tipo de trabajo demandado y ofrecido en este rubro, ha sido el correspondiente a la atención, diagnóstico y solución de problemas técnicos específicos de cada carrera, por ejemplo, mantenimiento mecánico y diseño de partes, para ingeniería mecánica; estudios de tiempos, capacidades de producción y proyectos de mejora continua, para ingeniería industrial.

En cuanto a los sectores de mayor demanda, el productivo de bienes en ingeniería mecánica e industrial, el productivo de servicios, en las carreras de informática, electrónica y arquitectura, e instituciones gubernamentales en ingeniería ambiental.

Según datos de la coordinación de pasantías, existe una alta demanda de trabajos en empresas y organismos, que no puede ser cubierta en su totalidad cada semestre, dada la disponibilidad de pasantes existente. Es de resaltar además, la presencia de una pequeña pero constante demanda de pasantes para empresas en el exterior, lo que demuestra la calidad del trabajo académico estudiantil realizado en semestres anteriores.

Entre las principales características del trabajo de pasantías destacan la organización y programación existente para la captación de necesidades, selección y asignación de pasantes, ejecución, seguimiento y evaluación del trabajo estudiantil; alta dedicación en tiempo horario del estudiante; rápida ejecución, normalmente pautado en 16 semanas para la mayoría de las carreras y la posibilidad dada al estudiante de vivir experiencias laborales propias de su futura profesión.

En cuanto a la modalidad de tesis de grado, actividad que se había visto mermada por la preferencia estudiantil por las pasantías, comienza a repuntar a partir del semestre 2009-1, quizás por las mismas razones económicas que obligan a los estudiantes a realizar

trabajos en el ámbito local. La orientación que actualmente predomina es hacia la elaboración de proyectos de diseño, factibilidad y de mejora bajo requerimientos de empresas particulares, y en muy pocos casos para la emprendeduría de negocios.

En general, las características más relevantes del trabajo ofrecido como tesis de grado es su longevidad, dada la flexibilidad en los plazos de elaboración y presentación; su intermitencia, dado el paralelismo entre su ejecución y los lapsos de estudio de los estudiantes; y su capacidad integradora, pues permite en la mayoría de los casos al estudiante organizar e integrar una gran cantidad de conocimientos adquiridos durante su carrera, con la guía y supervisión académica.

En lo referente al trabajo realizado por los estudiantes en las diferentes asignaturas de su pensum de estudio, puede decirse que el trabajo académico es de alta presencia en todas las carreras analizadas, pues se reporta su realización en cada uno de los semestres de la mayoría de las carreras. Sin embargo, solo un 40 % atiende necesidades y problemas reales de la comunidad, llegando a ser nulo este porcentaje en algunas carreras, concentrándose en la resolución de casos y problemas hipotéticos propios de la especialidad.

El trabajo reportado hacia la atención real de necesidades se enfoca principalmente a la atención de problemas y situaciones técnicas propias de la asignatura, evaluados y valorados desde el punto de vista del impacto técnico y económico de la solución. Es de resaltar que dado el perfil de las carreras impartidas en la UNET, la solución de los problemas técnicos tienen muchas veces un alto impacto social en lo referente a factores de calidad de vida como salud, vivienda, alimentación, seguridad, higiene, ambiente, empleo y calidad del trabajo, por lo que será importante rescatar su valoración en la evaluación del trabajo.

En las carreras de ingeniería Agronómica y Producción Animal se evidencia la modalidad de

prácticas de campo, en las que se da otro tipo de impacto social, como lo es la enseñanza práctica de nuevas tecnologías de producción en las comunidades rurales, permitiendo con esto crear vínculos entre la universidad y los actores externos.

El trabajo académico estudiantil es percibido por sus actores como puntual y desorganizado, atiende requerimientos específicos de las asignaturas de manera puntual, sin continuidad para el alumno ni para la empresa o comunidad que lo recibe. No existen mecanismos internos de captación de necesidades, ni obedecen a un diagnóstico inicial de las mismas, además consideran que no existen muchas de las veces, el seguimiento y supervisión por parte de los profesores. Todo esto lleva también, a un escaso involucramiento de la comunidad en la evaluación de los resultados, realizada principalmente por los docentes y en la mayoría de los casos, sin la obligación de presentar los resultados en las comunidades o empresas receptoras.

El trabajo académico estudiantil fue igualmente percibido por los estudiantes, dada su experiencia con el mismo, como de alta aceptación en la comunidad, organismo o empresa beneficiaria, considerándolo además, como importante para su aprendizaje.

Finalmente esta modalidad de trabajo surge como un excelente potencial de vinculación de la universidad con la comunidad, dado el alto número de oportunidades de ofrecer soluciones técnicas en problemas reales, lo variado de la oferta de carreras, los diferentes niveles o semestres de aplicación, el número de estudiantes y la posibilidad de integración al trabajo comunitario,

opinión que también comparten en un alto porcentaje, los profesores encuestados. En la figura 1 se confrontan algunas características del trabajo académico estudiantil demandado por la comunidad y el ofrecido por la Universidad.

#### Valoración del impacto y pertinencia social del trabajo académico en base a los indicadores.

La principal limitación para valorar el impacto del trabajo académico estudiantil, lo constituye precisamente la inexistencia de una infraestructura de información coordinada a través de las diferentes dependencias encargadas de su administración, y en muchos casos la inexistencia de data y registros confiables para poder calcularlos. Sin embargo, con la información recabada y las evidentes muestras de aceptación del trabajo de aplicación profesional y las asignaciones de materias de la carrera en los diferentes sectores de actividad económica, gubernamental y educativa tanto regional como nacional, puede decirse que hay pertinencia técnica del trabajo estudiantil, ya que los trabajos realizados logran aportes reales a problemas específicos de los sectores mencionados.

Desde el punto de vista de la pertinencia social del trabajo estudiantil, deberán realizarse esfuerzos de coordinación universidad- comunidad- gobierno, de tal manera de identificar con mayor precisión la oportunidad de mejora de los factores de calidad de vida en las comunidades regionales, para que puedan organizarse mayores esfuerzos de diseño e implementación de mejoras en las comunidades. Aún

		PASANTIAS	TESIS	TRABAJO ASIGNATURAS
Volumen de trabajo	D	Alto	Bajo	Bajo
	R	Limitado—Programado	Medio—No programado	Medio—No programado
Tipo de trabajo	D		Técnico de la especialidad	
	R	Proyectos técnicos		Aplicaciones puntuales
Tiempo de ejecución	D	Corto Plazo	Mediano plazo	Urgente
	R		Largo plazo	Corto plazo
Asesoramiento Académico	D	Bajo	Medio	Alto
	R	Medio—Alto	Medio—Alto	Bajo
Tiempo del estudiante	D	Muy alto	Alto	Alto
	R	Muy alto	Medio-Intermitente	Bajo
Servicio	D	Formal Programado	Formal no Programado	Informal no Programado
	R		Informal	
Participación en la evaluación	D	Media	Nula	Media
	R	Alta	Nula	Nula

D: Demandado por la comunidad

R: Real ofrecido por la Universidad

**Figura 1.** Características del Trabajo Académico Estudiantil en la UNET

cuando han podido lograrse algunos aportes en este sentido, la no divulgación y cuantificación adecuada del impacto, diluye la importancia del esfuerzo estudiantil realizado, y contribuye al desconocimiento por parte de la comunidad, de lo que puede lograrse a través de la universidad.

Es evidente de acuerdo a los datos de pasantías analizados hasta el año 2009, que el gran beneficiario del impacto de los trabajos de pasantías realizados por los estudiantes UNET, han sido las empresas y organismos públicos de regiones foráneas al estado Táchira, pues es donde se concentra el gran volumen de pasantes, situación ésta que comienza a revertirse por razones económicas, aumentando la proporción de pasantes en empresas y organismos del estado Táchira, así mismo, el creciente número de estudiantes de la universidad es un indicador de mayores posibilidades de alcance en las comunidades, ya que dada la diversidad de localidades regionales representadas en la matrícula estudiantil, será posible el reconocimiento de un mayor espectro de realidades y necesidades de las comunidades.

Otro aspecto importante del impacto del trabajo estudiantil lo constituye el hecho revelado en las encuestas de la diversidad de sectores en los que tiene aceptación el trabajo estudiantil, variando de una carrera a otra por supuesto, pero que representan un amplio y completo campo de trabajo que abarca los sectores productivos de bienes y servicios, públicos y privados, regionales y nacionales, desde microempresas hasta grandes corporaciones, en las que en diferentes grados, según el trabajo realizado, se han impactado de manera técnica, económica y por ende social, las operaciones de producción.

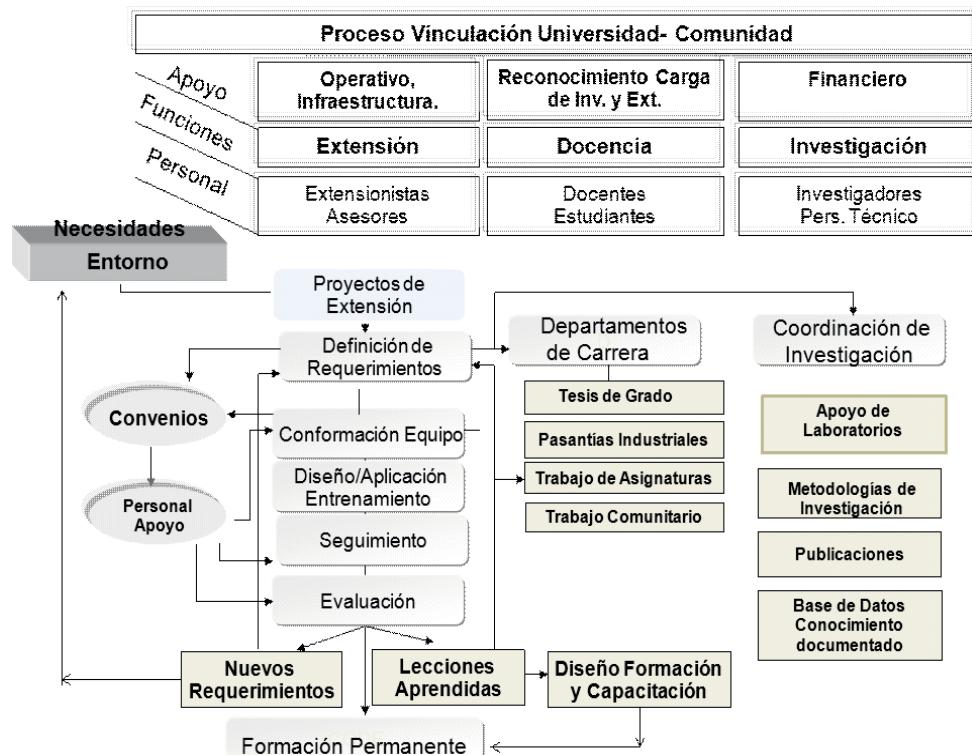
### **Propuestas de acción para la incorporación en los procesos de formación y evaluación, medidas de valoración del impacto y pertinencia del trabajo académico estudiantil.**

Dado el contexto universitario donde hay una gran diversidad de conocimientos, profesiones, ideas y prioridades, es importante ante todo, hablar un idioma común sobre el papel del trabajo académico en la formación del estudiante, y su justa valoración según el esfuerzo, dedicación y resultado logrado en la consecución de los objetivos planteados en el mismo. De alguna manera lo planteado aquí, recoge también la inquietud de los estudiantes y profesores encuestados, así como la opinión producto de la observación participante de los investigadores.

De manera concreta la propuesta se resume a cuatro

acciones dirigidas a encaminar la dirección por indicadores de la gestión del impacto de los programas de formación a través del trabajo estudiantil.

1. **Organización:** Creación de infraestructura académica y de información que soporte la vinculación Universidad- Comunidad para la identificación, realización, evaluación y difusión de las oportunidades de mejora en la comunidad a través del trabajo académico estudiantil. En la figura 2, se presentan de manera esquemática la dinámica de las relaciones entre los entes universitarios propuestos para el proceso de vinculación de la universidad con su entorno. Las líneas representan los flujos de información que se inicien desde las necesidades del entorno y que se canalizan desde el decanato de extensión, para incorporar paulatinamente, según las necesidades, los diferentes departamentos de carrera y el decanato de investigación. Nótese el cierre del proceso con las acciones de evaluación y retroalimentación de los resultados.
2. **Comunicación:** Definición y creación de un lenguaje común del papel de la universidad, de sus docentes, estudiantes y personal en general como institución al servicio de la comunidad, buscando siempre la orientación del trabajo académico estudiantil hacia la consecución de mejores niveles de calidad de vida de la población regional y nacional.
3. **Valoración:** Incorporar el manejo organizado de la información referente a la medición y gestión de los indicadores presentados en este artículo. Reconocer adecuadamente el aporte, impacto y resultado logrado con los respectivos trabajos, ya sea con el reconocimiento de unidades crédito, horas de dedicación e integración al trabajo comunitario y reconocimiento ante la comunidad, entre otros.
4. **Participación:** Introducir, en la medida de lo posible, a la comunidad o la empresa en la evaluación y retroalimentación del trabajo realizado, abriendo espacios de discusión para futuros proyectos de intervención estudiantil. Incentivar a la comunidad estudiantil en la búsqueda de oportunidades de intervención con trabajo académico estudiantil en sus localidades de origen, ampliando el campo de acción de la universidad. Se requiere para ello la consecución de recursos para el apoyo logístico necesario, que dado el panorama financiero universitario, podría buscarse el patrocinio de empresas públicas y privadas, dentro del marco de la responsabilidad social empresarial.



**Figura 2.** Proceso de Vinculación Universidad-Comunidad

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Poner en práctica el sistema de vinculación propuesto puede ser una vía para que desde la docencia en la UNET, pueda contribuirse con el cumplimiento de algunas de las características de la educación pertinente emitidas por Comisión Nacional de Currículo (1995) como son: el promover soluciones a las necesidades del entorno socioeconómico y responder a los problemas apremiantes de la humanidad; contribuir a la disminución de las desigualdades sociales de la población; ser crítica y con conciencia nacional, que permita superar la dependencia; y constituir como estrategia de aprendizaje, la vinculación permanente con el sector productivo, buscando de manera conjunta y estrecha, la solución a los problemas o retos planteados.

Aun cuando al interior de varias asignaturas de diferentes carreras se observa la preocupación constante de mirar hacia los problemas y situaciones reales del entorno como tema de estudio o aplicación del conocimiento técnico, será necesario trabajar duro en la difusión o comunicación interna, tendiente a llevar a todo nivel al interior de la organización el principio de la pertinencia del trabajo de los universitarios con el

entorno, de tal manera que se sumen los esfuerzos para operacionalizar el sistema de generación, ejecución, control y retroalimentación del trabajo académico estudiantil, en pro del impacto en las comunidades y empresas regionales.

La presencia de fortalezas al interior de la universidad como la presencia de personal profesional multidisciplinario, la presencia de equipos y laboratorios, la gran cantidad de estudiantes de diferentes zonas del estado, las experiencias de organización y seguimiento de la ejecución de los trabajos de pasantías, tesis de trabajos de grado y la reciente incorporación del servicio comunitario, vislumbran la viabilidad de poner en práctica la propuesta de coordinación y vinculación de todo el trabajo académico estudiantil en un sistema que cuantifique su impacto en las comunidades y organizaciones del entorno universitario.

No significa esta propuesta desconocer el esfuerzo, trabajo de vinculación y aporte permanente que desde la extensión y la investigación universitaria se viene realizando en las comunidades, en pro de la búsqueda de mejores niveles de calidad de vida en el campo científico, tecnológico y cultural; solo que desde la perspectiva de

los autores, y corroborada con la opinión de los estudiantes y profesores encuestados, se requiere dar mayor énfasis y coordinación de la extensión universitaria con el trabajo académico estudiantil, de tal manera de crear los espacios y oportunidades de renovación de los procesos de enseñanza – aprendizaje y de llevar a la práctica el saber aprendido, en la ocasión de resolver simultáneamente problemas reales de su comunidad y/o del entorno empresarial.

## CONCLUSIONES

Como conclusiones del estudio realizado, puede decirse que el trabajo académico estudiantil de la UNET tiene pertinencia técnica de acuerdo a las especialidades ofrecidas en las diferentes carreras de corte tecnológico, logrando dar respuestas acertadas aunque muchas veces no oportunas en el tiempo, dadas las características particulares de programación de trabajos semestrales en el año, que contrastan con la continuidad y dinamismo de la demanda en la comunidad.

Aun cuando la pertinencia técnica encontrada conlleva a la pertinencia social, dado que los aportes técnicos de alguna manera están relacionados con aspectos de mejora en la calidad de vida, es deseable desarrollar proyectos de trabajo académico tendientes a la atención de necesidades y problemas sociales latentes y de urgente prioridad, que quizás logren evidenciar mayores impactos en la comunidad.

Se identificaron a través de diferentes análisis e informaciones, las características del trabajo académico estudiantil demandado por la comunidad y ofrecido por la UNET, de los cuales se vislumbra una oportunidad real para potenciar la vinculación de la universidad con su entorno, al analizar las fortalezas oportunidades y debilidades en torno al trabajo académico estudiantil. Así mismo, observando las brechas existentes entre las características demandadas y las ofrecidas por el trabajo académico estudiantil, pueden identificarse las acciones de mejora particulares a cada modalidad del trabajo estudiantil.

Como aporte del estudio, sustento del artículo, se conoció la orientación y la contribución que hace el trabajo académico del estudiante UNET en respuesta a las necesidades de la comunidad en que interactúa, y la aplicación de la propuesta permitirá generar nuevos mecanismos o indicadores a fin de evaluar la gestión de los programas de formación, de acuerdo a los nuevos

lineamientos y políticas nacionales.

La gestión del trabajo académico estudiantil a través de los indicadores propuestos, permitirá también, aumentar la pertinencia de los programas educativos, buscando la formación de profesionales íntegros y capaces de fomentar el desarrollo económico y social de la región y el país.

Así mismo, la experiencia en el manejo de los indicadores de impacto y pertinencia propuestos, permitirá contribuir en el futuro, al diseño de una guía práctica para la medición rápida y oportuna del aporte y pertinencia del trabajo académico estudiantil, no sólo de la UNET, sino de otras instituciones educativas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMISIÓN NACIONAL DE CURRÍCULO.** Orientaciones y Lineamientos para la Transformación y Modernización del Currículo Universitario. Núcleo de Vicerrectores Académicos. Universidad de los Andes. Vicerrectorado Académico. Consejo de Publicaciones. Mérida. 1995.
- MINISTERIO DE COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.** Desarrollo Endógeno. Disponible en Word Wide Web Site. <http://www.parqueelingenio.org.ve/view/docs/conceptodedesarrolloendogeno.pdf>. Fecha de consulta: 15/12/2010. 2005.
- ROJO, N. Pertinencia social de los programas académicos de perfil gerencial en el sector salud. (Rev. Cubana Educ. Med. Sup. 1999; 13(1):70-79) Disponible en Word Wide Web Site. [http://www.bvs.sld.cu/revistas/ems/vol13\\_1\\_99/ems10199.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/ems/vol13_1_99/ems10199.htm). Fecha de consulta 20/10/2010. 1999.
- SORIANO, O. I Foro Internacional de Educación Superior: Responsabilidad Social Universitaria. Disponible en Word Wide Web Site. <https://www.unah.edu.hn/uploaded/content/category/1545153038.pdf> Fecha de consulta 13/02/2012. 2011.
- UNESCO. Informe final y plan de acción. En: Conferencia Regional sobre Políticas y estrategias para la Transformación de la Educación Superior en América Latina y el Caribe. CRESAL-UNESCO. La Habana. Cuba. 1995.

# Diagnóstico gerencial de la microempresa manufacturera del estado Táchira, Venezuela

## (Management diagnostic of manufacturing small enterprises of Tachira state-Venezuela)

Márquez, Mervin; Madriz, Delia; Sierra, Maritza; Parra, Maira

Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET),  
Decanato de Investigación. Programa “Calidad y Productividad Organizacional”,  
San Cristóbal, estado Táchira, República Bolivariana de Venezuela,  
Correo Electrónico: [dmadriz@unet.edu.ve](mailto:dmadriz@unet.edu.ve)

### RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo desarrollar un diagnóstico del contexto gerencial de la microempresa manufacturera del estado Táchira, con base en las herramientas propuestas por David y el análisis de la competencia de Porter. El estudio fue cuantitativo, con diseño de campo no experimental, nivel descriptivo y aplicado a 971 microempresas. Se utilizó la técnica de la encuesta a través de un cuestionario en el que se diagnosticaron variables como organización, recursos para la producción, procesos, productos, clientes, proveedores, competidores y productos sustitutos. Se encontraron fortalezas como pertinencia de los empleados con la organización, capacidad para ofrecer sueldos fijos, buenas condiciones y propiedad de la maquinaria, propiedad y adecuación de la infraestructura, accesibilidad de insumos y adecuación tecnológica de los equipos. Se encontraron debilidades como bajo grado de instrucción, escasez de planes de capacitación, capital de trabajo propio, falta de planes de mantenimiento y de producción, desconocimiento de volúmenes de ventas y escaso uso de TIC. Las oportunidades consistieron en la oferta crediticia, ubicación de los clientes y variedad de proveedores. Como amenazas destacan la inflación, poco acceso a tecnología de punta, políticas gubernamentales, exigencias de los proveedores y pocas barreras de entrada para la competencia. Se desarrollaron las Matrices Interna y Externa, obteniéndose que los aspectos internos presentan inclinación hacia las debilidades, mientras que los factores externos, una leve tendencia a la predominancia de oportunidades. La Matriz I-E refirió una situación del tipo “resista”, que debe gestionarse con lineamientos estratégicos de posicionamiento en el mercado o desarrollo de productos.

**Palabras Clave:** Microempresa, diagnóstico, gerencia, posicionamiento.

### ABSTRACT

The research aimed to develop a diagnostic of the managerial context of Táchira's manufacturing microenterprise, based on the tools proposed by David and competition analysis of Porter. The study was quantitative, with no field experimental design, descriptive level and applied to 971 microenterprises. The survey was used through a questionnaire in which variables as organization, resources for production, processes, products, customers, suppliers, competitors and product substitutes were diagnosed. There were found some strength as pertinence of the employees with the organization, ability to offer fixed salaries, good conditions and ownership of equipment, property and adequacy of infrastructure, accessibility of supplies and technological adequacy of equipment. We found weaknesses such as low educational attainment, lack of training plans, working capital itself, lack of maintenance and production plans, lack of sales volumes and low use of ICT. The opportunities were the supply of credit, location of customers and variety of suppliers. Among the threats included inflation, low access to technology, government policies, requirements of suppliers and few barriers to enter the competition. Internal and External Matrix were developed obtaining that internal factors tend toward the weaknesses, while external factors tend toward the opportunities. IE Matrix drew a situation such as "resist", which must be managed within the strategic guidelines of positioning in the market or product development.

**Key Words:** Microenterprise, diagnosis, management, positions.

## INTRODUCCIÓN

El sistema de gestión organizacional se apoya en la gerencia y la administración, como las vertientes estratégica y técnica de común y necesaria existencia para el logro de la visión y el desarrollo de procesos de gestión plenamente concebidos, estructurados y orientados al éxito. Así lo establecen Stoner y Freeman (1994), al exponer que la gerencia estratégica permite posicionar a la organización en el contexto interno y externo de acción más idóneo para la realización del ser, a la vez que proporciona las herramientas para redireccionar la acción continuamente y replantear los caminos trazados para el logro de la visión. En este sentido, quien dirige la organización debe asumir una posición gerencial desde la cual perciba, analice y detecte las variantes clave del entorno organizacional que deberá insertar en la estrategia de acción organizacional.

Una de las áreas de gestión organizacional de mayor relevancia estratégica y táctica, corresponde al área de gerencia, a la cual se atañe la gestión de factores complejos de los cuales depende en gran medida la dinámica de las demás áreas de la organización, partiendo de que las estructuras organizacionales operan bajo procesos integradores de áreas, funciones y procedimientos, que deben ser pertinentes a los objetivos de desarrollo organizacional (David, 1997). De allí la importancia de los diagnósticos gerenciales en función del aporte que imprimen al conocimiento del estado de los factores productivos a los fines de elevar el impacto organizacional.

En el contexto mundial, una de las formas de organización de la producción que está marcando pauta socioeconómica, es la microempresa, siendo ésta un medio de producción constituido como sistema de trabajo, descrito como unidad económica de baja producción y de baja capitalización que por lo general, nace de la necesidad de sobrevivencia de sus dueños (Márquez y Gómez, 2002). El Estado Venezolano en el Decreto de Ley de Creación, Estímulo, Promoción y Desarrollo del Sistema Microfinanciero (2001), define al microempresario como la “persona natural o jurídica, que bajo cualquier forma de organización o gestión productiva, desarrolle o tenga iniciativas para realizar actividades de comercialización, prestación de servicios, transformación y producción industrial, agrícola o artesanal de bienes”. Sin embargo, aún se toma en cuenta la clasificación de 2 a 5 trabajadores, como lo especifican los informes de la Confederación Venezolana de Industriales (CONINDUSTRIA), a través del Directorio Industrial 2004 generado por el Instituto Nacional de

Estadística (INE, 2005), definición compartida por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 1998).

Venezuela presenta una realidad empresarial conformada por micros, pequeñas, medianas y grandes empresas en una amplia gama de sectores y rubros manufactureros, comerciales y de servicios. Según el INE (2005), Venezuela presentaba un parque industrial manufacturero de 6.787 empresas para el año 2004, correspondiendo el 8,31% a la gran empresa, el 6,44% a la mediana empresa superior, el 17,53% a la mediana inferior y un 67,72% a la pequeña empresa. Esto trae a la reflexión respecto a la importancia que en los sectores productivos venezolanos, recae en las empresas de menor tamaño (pequeñas y medianas empresas, Pyme), las cuales, según Mora (2004), aportan más del 13% del Producto Interno Bruto nacional (cifra considerada baja respecto al promedio latinoamericano de 18%) y, genera empleo al 55% de toda la población activa (77% del empleo del sector privado). A pesar de que estos datos no incluyen al sector de la microempresa, Mora (2004), aporta que hasta el año 2004 en Venezuela, se conocía de la existencia de alrededor de 1.300.000 microempresas y unas 68.000 Pyme, de las cuales el 83% corresponde a comercio y servicio y, el 17% a manufacturas. La microempresa genera un gran aporte a la dinámica de la economía venezolana y al surgimiento y supervivencia de los sectores sociales del país.

Para Vanegas (2005), en Venezuela no puede ignorarse el rol que juegan las microempresas en la economía, las cuales “...se han incrementado sustancialmente, producto de la crisis económica que se ha desatado y que ha originado una fuerte crisis en el desempleo conllevando a muchos a crear estos negocios para subsistir” (s/p). La Superintendencia de Bancos de Venezuela (SUDEBAN, 2006), indicó que en 2005, “el sector microempresarial presentó un crecimiento de 70% en comparación con el año 2004”. Márquez y Gómez (2002), indican que la microempresa es uno de los puntos de apalancamiento de los sectores productivos venezolanos y exponen que “el crecimiento explosivo de la microempresa informal urbana durante los últimos años ha amortiguado la alta tasa de desempleo y brindado empleo a cada vez mayor número de trabajadores en Venezuela. Sin embargo, se conoce poco sobre su funcionamiento”.

A fin de conocer datos sobre el manejo gerencial de la microempresa manufacturera del estado Táchira, se generó el proyecto “Estudio comparativo de la situación competitiva de las microempresas de los municipios del estado Táchira”, en el que se profundiza en los aspectos de índole gerencial (internos y externos), que atañen a este sector de la economía. El interés básico se centra en

el hecho de no poseerse información concertada, pertinente y oportuna sobre el contexto organizacional que enmarca a la microempresa venezolana y específicamente a la microempresa tachirense.

Siendo la gerencia un área de estudio trascendental en las organizaciones, se pone de manifiesto la relevancia de la aplicación de las herramientas de la gerencia estratégica planteadas por David (1997) y Porter (2000), al estudio de los factores productivos de la microempresa del estado Táchira, en la que se concentra gran parte de la fuerza productiva de dicha localidad. Se pretende ofrecer un aporte al desarrollo de la microempresa del Estado, brindando información relevante para el diseño y puesta en marcha de propuestas estratégicas que devengan en el mejoramiento, fortalecimiento, expansión y, por ende, crecimiento del sector microempresarial del Estado y del país.

## MÉTODO

El estudio es cuantitativo, dada la intención de medir las variables gerenciales en las microempresas. Cerda (1995), indica que el objetivo de la investigación cuantitativa es la medición o descripción de la realidad tal y como se presenta, sin ahondar, necesariamente, en el contexto del fenómeno. La investigación es descriptiva, partiendo de que detalla los factores internos y externos que definen la gestión gerencial de la microempresa estudiada. Como lo señalan Hernández, *et al.* 1998, estos estudios “buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis...”. El estudio tiene un diseño de campo no experimental. Cerda (1995), señala que ésta investigación es el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos o predecir su ocurrencia. Es no experimental, ya que se observó el fenómeno en su contexto natural, sin manipulación intencional de las variables.

La población está representada por 971 microempresas manufactureras ubicadas en 27 de los 29 municipios del Estado. Como técnica de recolección de información, se utilizó la encuesta y un cuestionario como instrumento, contentivo de 67 preguntas, construido con base en teorías existentes sobre la gerencia y otras pertinentes a los diagnósticos estratégicos. El análisis de los datos se apoyó en la elaboración e interpretación de las matrices de la gerencia estratégica de David (1997), así como en el diseño y estudio del Diamante de Porter (2000), elaborados a partir de la información recabada en el cuestionario. Se concluye en cuanto a las variables

claves internas y externas en las que deben fundamentarse las acciones estratégicas que promuevan el mejoramiento productivo de este sector de la economía tachirense.

El diagnóstico del contexto gerencial se realizó en cinco (5) etapas: Diamante de Porter, análisis FODA, Matriz de Evaluación de los Factores Internos (EFI), Matriz de Evaluación de los Factores Externos (EFE), Matriz Interna-Externa. Porter (2000), plantea que existen cinco fuerzas que determinan las consecuencias de rentabilidad a largo plazo de un mercado o de algún segmento de éste para cualquier organización; el modelo se conoce como Diamante de Porter. La idea es que la organización debe evaluar sus objetivos y recursos frente a las cinco fuerzas que rigen la competencia industrial: (1) Amenaza de entrada de nuevos competidores, (2) La rivalidad entre los competidores, (3) Poder de negociación de los proveedores, (4) Poder de negociación de los compradores, (5) Amenaza de ingreso de productos sustitutos. Con el modelo de Porter, se identifican las fuerzas que determinan la intensidad de la competencia que se tiene en una industria y por lo tanto la ventaja potencial.

Para David (1997), el estudio ambiental interno y externo consiste en el análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), siendo este un instrumento de ajuste importante para la toma de decisiones gerencial respecto al diseño e implantación de estrategias, al ofrecer un panorama global de la situación organizacional. Los aspectos internos corresponden a debilidades y fortalezas y, los externos corresponden a amenazas y oportunidades. Por su parte, para la elaboración de las matrices EFI y EFE, David (1997), plantea asignar una ponderación a cada aspecto de fortaleza, debilidad, oportunidad o amenaza, cuya sumatoria general debe ser de 1. Seguidamente, se deben tipificar los aspectos como de incidencia mayor o menor, asignándole a cada factor un valor que oscila entre 1 y 4, de acuerdo al siguiente criterio: Fortaleza u Oportunidad Mayor (4), Fortaleza u Oportunidad Menor (3), Debilidad u Oportunidad Menor (2), Debilidad u Oportunidad Mayor (1). Al multiplicar la ponderación por el valor de la clasificación, se obtiene el total ponderado de cada factor, cuya sumatoria representa la valoración final. El total ponderado es indicativo del estado que presentan los factores gerenciales de la microempresa estudiada, en donde puntuaciones por debajo del 2,5, reflejan un ambiente interno o externo adverso que requiere de un análisis detallado a fin de minimizar su impacto en la organización.

La Matriz Interna-Externa se basa en dos dimensiones claves: los resultados totales ponderados

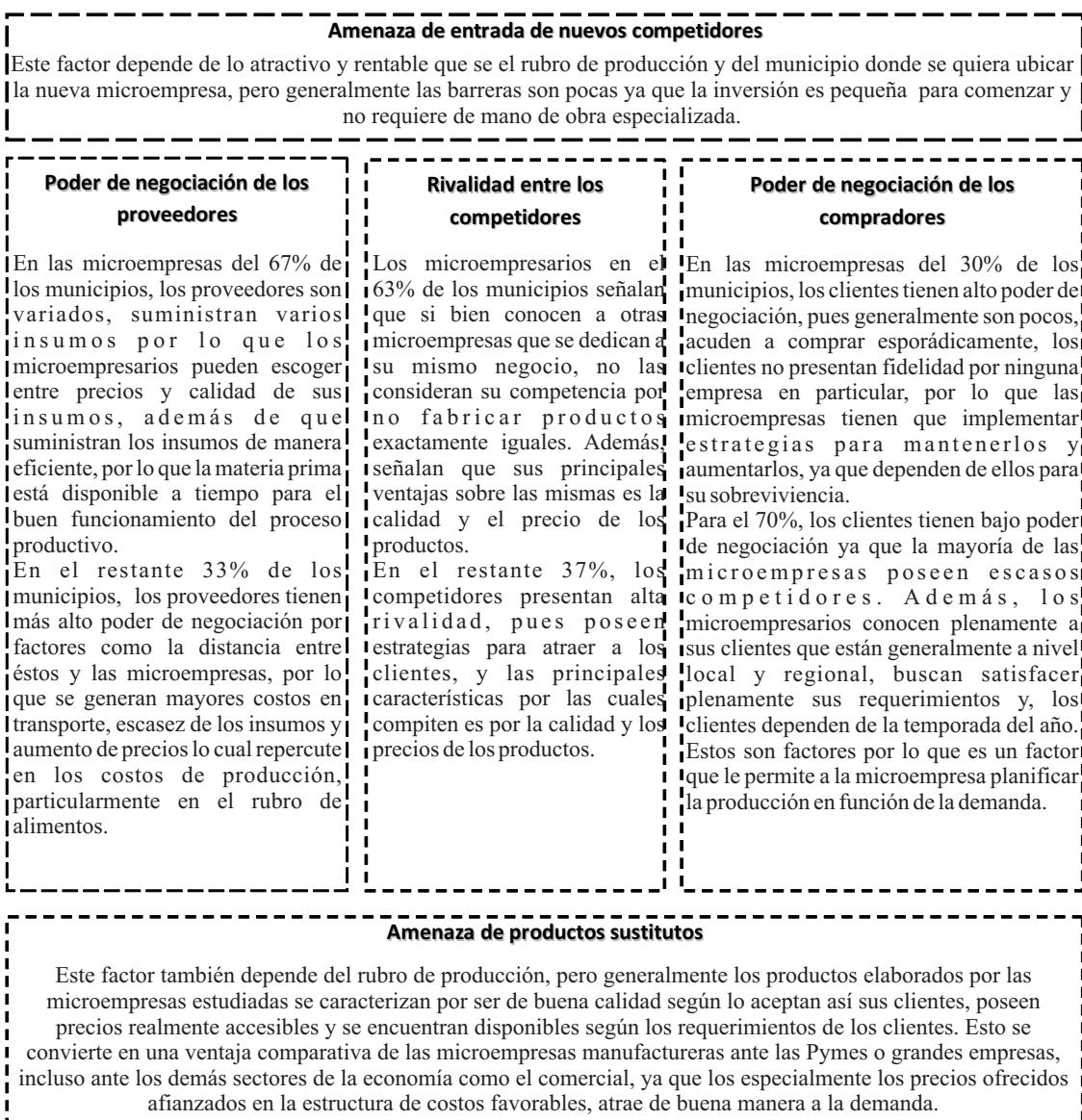
del factor interno en el eje X y los del factor externo en el eje Y. Sobre el eje X, un resultado total ponderado de 1,0 a 1,99 representa una posición interna débil, de 2,0 a 2,99 se le considera promedio y de 3,0 a 4,0 se le considera fuerte. De la misma manera se asume para el eje Y. Esta matriz puede definirse en tres regiones con diferentes significados estratégicos. Las casillas I, II o IV pueden ser *crezca y desarrollese*; las estrategias intensivas (penetración en el mercado, desarrollo de mercado y desarrollo de producto) o integrativas (integración hacia atrás, hacia delante y horizontal) son las más adecuadas. Las casillas III, V o VII se pueden administrar mejor con

estrategias “Resista”; la penetración en el mercado y el desarrollo de productos son dos estrategias que con frecuencia se usan en estos tipos de divisiones. Las casillas VI, VIII, o IX es “coseche o elimine”; lo cual alerta a la organización al diseño e implantación de estrategias agresivas que le impidan salir del mercado.

## RESULTADOS

### Etapa 1: Diamante de Porter

En la figura 1, se muestran el diseño del Diamante de Porter.



**Figura 1.** Diamante de Porter para las microempresas estudiadas

### Etapa 2: Análisis FODA

En la tabla 1, se muestran los resultados del análisis interno realizado a la microempresa estudiada. En la tabla 2 contiene el resultado del análisis externo.

### Etapa 3: Matriz Interna

En la tabla 3, se muestran los resultados de la Matriz Interna.

### Etapa 4: Matriz Externa

En la tabla 4, se muestran los resultados de la Matriz Externa.

### Etapa 5: Matriz Interna-Externa

En la tabla 5, se muestran los resultados de la Matriz Interna-Externa.

**Tabla 1.** Análisis de los factores internos

DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El grado de instrucción tanto de los empleados como de los dueños de las microempresas, es muy bajo, siendo predominante la educación básica y el bachillerato.</li> <li>- Los planes de capacitación para los empleados son escasos.</li> <li>- El capital de trabajo es propio ya que hay poco acceso o facilidad para el financiamiento.</li> <li>- Falta de planes de mantenimiento; el mismo se realiza de forma esporádica</li> <li>- No existen planes de producción formales. Se produce dependiendo del pedido de los clientes.</li> <li>- No se conoce con exactitud el volumen de las ventas mensuales.</li> <li>- Escaso uso de tecnología de la información, tales como software administrativos e Internet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sentido de pertinencia con la organización por la relación familiar existente entre los empleados y el dueño de las microempresas.</li> <li>- La mayoría de los empleados recibe sueldo fijo.</li> <li>- Maquinarias propias y en buenas condiciones.</li> <li>- Locales propios y medianamente adecuados al tipo de producción.</li> <li>- Los insumos requeridos son accesibles.</li> <li>- La tecnología es promedio de la industria y semiautomática.</li> <li>- Ventajas de los productos de las microempresas sobre los productos sustitutos por precio y variedad.</li> <li>- Las microempresas se enfocan en un mercado y ofrecen mejor atención y calidad por lo que neutralizan la competencia.</li> </ul>

**Tabla 2.** Análisis de los factores externos

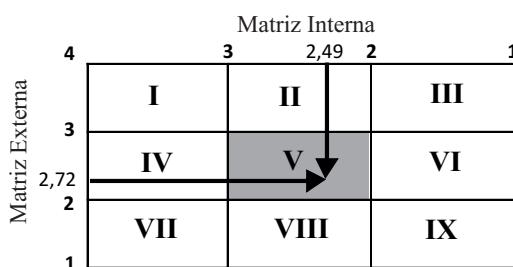
AMENAZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altas tasas de inflación.</li> <li>- Poco acceso a maquinaria con tecnología de punta.</li> <li>- Restricción de importaciones y exportaciones por falta de divisas.</li> <li>- Políticas gubernamentales que el desarrollo microempresarial, como restricciones cambiarias y mayor cantidad de trámites fiscales.</li> <li>- Cambios en la estructura salarial por el gobierno.</li> <li>- Incumplimiento de políticas de seguridad y defensa.</li> <li>- Proveedores que exigen pagos de contado.</li> <li>- Alta posibilidad de entrada de nuevos competidores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oferta de créditos a través de entidades financieras públicas y privadas dirigidas a pequeños productores.</li> <li>- Clientes ubicados a nivel local.</li> <li>- Variedad de proveedores que les permite obtener la materia prima a tiempo y escoger entre variedad calidad y precio.</li> </ul>

**Tabla 3.** Matriz Interna de la microempresa estudiada

Factor Interno	Ponderación	Clasificación	Resultado
Recurso Humano	0,12	3	0,31
Capital	0,16	2	0,28
Maquinaria y equipos	0,12	3	0,32
Espacio físico	0,14	3	0,37
Insumos	0,15	3	0,47
Procesos	0,11	3	0,36
Productos	0,14	3	0,38
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>		<b>2,49</b>

**Tabla 4.** Matriz Externa de la microempresa estudiada

Factor Externo	Ponderación	Clasificación	Resultado
Inflación	0,17	1	0,17
Políticas crediticias	0,13	3	0,42
Fuerzas políticas	0,12	2	0,25
Avances tecnológicos	0,10	2	0,24
Clientes	0,15	3	0,46
Proveedores	0,16	3	0,50
Competidores	0,12	3	0,32
Nuevos competidores	0,07	2	0,13
Productos sustitutos	0,09	2	0,22
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>		<b>2,72</b>

**Tabla 5.** Matriz Interna-Externa de la microempresa estudiada

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la tabla 1, se presentan fortalezas en factores tales como la pertinencia de los empleados con la organización, la capacidad del microempresario de ofrecer sueldos fijos, las buenas condiciones y propiedad de la maquinaria, la propiedad y adecuación de la infraestructura, la accesibilidad de los insumos y, la adecuación tecnológica. Respecto a las debilidades, se presentan el bajo grado de instrucción, escasez de planes de capacitación, capital de trabajo propio, falta de planes de mantenimiento, falta de planes de producción, desconocimiento de volúmenes de ventas y, escaso uso de tecnologías de la información. En la tabla 2, se plantean como oportunidades, la oferta crediticia, la ubicación de los clientes y la variedad de proveedores. En tanto las amenazas, destacan la inflación, el poco acceso a tecnología de punta, políticas gubernamentales, exigencias de los proveedores y pocas barreras de entrada para la competencia.

Una investigación de Gallo (2002), concluye que la familia es una razón subyacente que favorece la unidad y el compromiso y, que la unidad y la confianza son clave para asegurar la perdurabilidad de la empresa familiar. Por su parte, las buenas prácticas de trabajo y el éxito en el mercado se convierten en sólidas bases para el ofrecimiento de beneficios sustanciales para los empleados de una microempresa, tal y como respecta a los sueldos fijos. Sin embargo, los continuos cambios en

la estructura salarial por parte del gobierno condiciona esta fortaleza que se traduce en el incremento de la estructura de costos, incidiendo en el funcionamiento integral de la organización.

Para Hersen (2009), las medidas gubernamentales relacionadas con los aumentos de sueldos y salarios, se ve reflejada directamente en el índice de precios al consumidor y, por ende, en la inflación, en torno a la cual se teje una de las principales amenazas para la microempresa. Según Acedo (2007), “los períodos de mayor inflación coinciden con un profundo estancamiento productivo, pues mientras el crecimiento de los precios alcanza los niveles más altos, el crecimiento económico global resulta prácticamente nulo y el producto por habitante se reduce en términos reales”. La inflación impacta directamente la producción, siendo un ciclo económico de desajuste interno con el que deben lidiar las empresas para continuar ofreciendo buenos niveles de sueldos a sus trabajadores y mantener estable su estructura de costos (Hersen, 2009).

Longenecker *et al.* (2001), exponen que “el dinero es importante para todos los empleados, y las pequeñas compañías deben reconocer el papel central del sueldo en la atracción y motivación del personal”. Para estos autores, negocios como las microempresas deben ser más o menos competitivos en niveles de sueldos o salarios, con el fin de atraer empleados bien calificados. Sin embargo, en cuanto al grado de instrucción de los

empleados, se tiene que éste es generalmente bajo, siendo máximo el bachillerato. Para Chiavenato (2006), el nivel de formación que tengan los miembros de la organización, influye de manera directa en la forma en que se desenvuelven sus procesos productivos, ya sea mediante la enseñanza de habilidades directamente relacionadas con la preparación para una profesión o actividad laboral concreta, o mediante conocimientos adquiridos en la empresa. Esta puede ser entonces vista como una debilidad de los procesos microempresariales, realidad social empresarial aún más relevante, si se toma en cuenta los planes de capacitación son escasos.

En cuanto a los recursos para la producción, la mayoría de las microempresarios inició su negocio con capital propio y muy poco se accede al financiamiento. Para el BID (1998), “la falta de capital es considerado uno de los problemas fundamentales de los microempresarios”. Esto puede presentarse como una debilidad, en virtud de que la finalidad del financiamiento es proveer de recursos externos que contribuyan al mejoramiento de los procesos, ampliación del negocio o diversificación de productos. Limitados sólo por su capital, los microempresarios pudieran estar estableciendo barreras para su crecimiento; sin embargo, debe tomarse en cuenta el riesgo y reto económico que se asume al obtener financiamiento. Cabe destacar que la existencia de créditos nacionales para los pequeños productores, es una oportunidad.

La situación crediticia en Venezuela, como lo presenta Filardo (2001), no es muy atractiva para los microempresarios a pesar de los planes del gobierno para el desarrollo de la microempresa. Al respecto, la autora expone que “el tema de las tasas de interés es uno de los más controvertidos, especialmente en Venezuela. Algunos prestatarios consideran que las activas son muy altas... otros piensan que mientras a las corporaciones se les otorgan préstamos a tasas muy bajas, a los pobres, si es que se les concede alguno, se realiza a tasas sumamente elevadas”.

Favorablemente, en las microempresas se cuenta con maquinarias y equipos para la producción. En su mayoría, la maquinaria es propia, se encuentra en buenas condiciones y se dispone de algún plan de mantenimiento. Respecto a la propiedad de la infraestructura, la mayoría de los microempresarios posee locales propios (casas de habitación) con lo que evitan incidencias mayores en los costos de producción y, por ende, en la asignación de precios a los productos o en la disminución de las ganancias. Como lo exponen Márquez y Gómez (2002), “la fuerza de las redes sociales y las dinámicas familiares también pueden brindarle al negocio una ventaja competitiva”; en este caso se refiere

la vivienda como aporte al sistema productivo de la microempresa.

Los insumos son fortalezas en tanto la disponibilidad. Un factor favorable es que la mayoría de la microempresa posee varios proveedores a lo largo del Estado los cuales manejan gran variedad de insumos. Se considera una amenaza el hecho de que los proveedores en su mayoría exijan pagos de contado, lo cual puede incidir en la disminución de los niveles de compra por parte de los microempresarios en caso de no poseer el capital necesario para la inversión, afectando la efectividad y la eficiencia.

Muchas de las microempresas estudiadas desarrollan procesos artesanales sin tecnología de punta. Esto no es considerado negativo al ser suficiente poseer tecnología del promedio de la industria. Sin embargo, se tienen dos aspectos clave: una debilidad centrada en el escaso uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y, la amenaza del poco acceso a tecnología de punta debido a que ésta en su mayoría es de importación. En cuanto al escaso uso de las TIC, Flores (2004), indica que la éstas son todos aquéllos medios tangibles e intangibles utilizados en el manejo eficiente de la información para su mayor aprovechamiento; de allí que el pensamiento moderno ha llegado a establecer que la tecnología no debe considerarse un medio de producción externo que puede adquirirse en cualquier momento, sino una entrada que puede perfeccionarse o generarse a través del propio proceso transformador. La amenaza de la tecnología importada se debe a otra amenaza que es la restricción de importaciones por parte del gobierno y el control de divisas. Debe tomarse en cuenta que el control de divisas genera la elevación sustancial de los precios de maquinarias y equipos.

Planificar la producción implica definir la forma de trabajo, fijar los plazos de entrega, los tiempos y tipos de planificación, conocer la capacidad de producción máxima, definir las restricciones de los procesos, qué aplicaciones informáticas emplear, cómo controlar la producción, definir el uso de la información (Domínguez, 1997). Todos estos son aspectos que redundan en beneficios para la organización de los procesos, la productividad empresarial y la mayor satisfacción de los clientes. A pesar de esto, en las microempresas estudiadas no se manejan planes de producción formales; la mayoría produce con base en los pedidos de los clientes o por pronósticos aproximados de ventas, ya que no se conocen estos niveles con exactitud. Los clientes compran dependiendo de la temporada del año, aspecto de conocimiento para la planificación de la producción. No puede afirmarse que la realización o no de planes de producción esté afectando la economía de la

microempresa, sin embargo, se manifiesta la importancia de planificar la producción al menos empíricamente. El no poseer personal profesionalizado incide en el empirismo a la hora de planificar y gestionar (Daft, 2000). Un elemento garante del funcionamiento de los procesos productivos, es el diseño e implantación de planes de mantenimiento, cuya escasez es una fuerte debilidad encontrada.

Para Fernández (2003), conocer el mercado es esencial para la organización a fin de que los dueños o administradores sean capaces de descubrir las oportunidades para nuevos negocios, sin suponer que las realidades son estables. Al analizar los elementos del mercado insertos en el Diamante de Porter mostrado en la figura 1, se tiene como fortaleza que en su mayoría en las microempresas poseen segmentos específicos de mercado, lo cual puede considerarse una ventaja para la competitividad. Es una oportunidad que la mayoría de los clientes de las microempresas se encuentran ubicados en el contexto local. Es una fortaleza la calidad de los productos centrada en los precios accesibles, variedad de productos y alta disponibilidad para los clientes. Todo lo anterior marca importantes ventajas competitivas para el sector de la microempresa estudiada. En el entorno del mercado, una amenaza la representa las pocas barreras de entrada para la competencia, en función de que las microempresas no requieren altas inversiones en su etapa de inicio. Esto se ha puesto de manifiesto en la proliferación de empresas en el Estado, especialmente las relacionadas con el sector de alimentos y bebidas.

Se considera un elemento externo de alta influencia, la ineficiencia de las políticas de seguridad y defensa del Estado, lo cual, según los microempresarios, afecta sus procesos productivos desde la cadena de proveedores hasta sus clientes.

Del desarrollo de la Matriz Interna (Tabla 3), se obtuvo una puntuación de 2,49 puntos, mientras que en la Matriz Externa (Tabla 4), un valor de 2,72 puntos. En una escala del 1 al 5, los aspectos internos presentan una inclinación hacia las debilidades y, en el caso de los factores externos, una leve tendencia a la predominancia de oportunidades. Esto llama la atención respecto a la existencia de microempresas manufactureras que requieren un inminente fortalecimiento de sus elementos gerenciales internos que denotan su productividad, así como en el desarrollo de fortalezas que permitan hacer frente con éxito a las amenazas del entorno. De allí que al desarrollar la Matriz I-E (Tabla 5), se llegue al cuadrante V, correspondiente a una situación del tipo "resista", lo cual refleja la necesidad de mejoramiento en el corto plazo, ya que la tendencia de este cuadrante es pasar a la

situación "coseche o elimine", la cual, según David (1997), en la mayoría de los casos deviene en el cierre de las organizaciones.

Del análisis global desarrollado a los aspectos gerenciales en la microempresa estudiada, se plantea la necesidad de plantear un direccionamiento estratégico plenamente definido y orientado al desarrollo de lineamientos estratégicos basados principalmente en el posicionamiento en el mercado o desarrollo de productos, a las que Porter (2000), denomina estrategias de posicionamiento. Estas estrategias buscan posicionar la compañía en la industria y en el mercado, de modo que sus capacidades ofrezcan la mejor defensa posible en contra de las actuales fuerzas competitivas; estas estrategias demandan el crecimiento y proyección constante de la organización.

## CONCLUSIONES

Del análisis gerencial desarrollado en la microempresa manufacturera del estado Táchira, se encontraron fortalezas en factores gerenciales tal es el caso de la pertinencia de los empleados con la organización, la capacidad del microempresario de ofrecer sueldos fijos, las buenas condiciones y propiedad de la maquinaria, la propiedad y adecuación de la infraestructura, la accesibilidad de los insumos y, la adecuación tecnológica de los equipos a los procesos de trabajo. Los anteriores son elementos clave de productividad organizacional que a larga redundan en ventajas comparativas y competitivas en el sector de la microempresa. Respecto a las debilidades, se encontró el bajo grado de instrucción, escasez de planes de capacitación, capital de trabajo propio, falta de planes de mantenimiento, falta de planes formales de producción, desconocimiento de volúmenes de ventas y, escaso uso de tecnologías de la información. Por su parte, las oportunidades consistieron la oferta crediticia, la ubicación de los clientes y la variedad de proveedores. En tanto las amenazas, destacan la inflación, el poco acceso a tecnología de punta, políticas gubernamentales, exigencias de los proveedores y pocas barreras de entrada para la competencia.

Se desarrollaron las Matrices Interna y Externa, obteniéndose que los aspectos internos presentan una inclinación hacia las debilidades y, en el caso de los factores externos, una leve tendencia a la predominancia de oportunidades, lo cual pone de manifiesto la necesidad de fortalecimiento de los elementos

gerenciales internos que permitan hacer frente con éxito a las amenazas que provee permanentemente el entorno. La Matriz I-E refirió una situación del tipo “resista”, la cual debe gestionarse desde el diseño e implantación de lineamientos estratégicos basados en el posicionamiento en el mercado o desarrollo de productos, a fin de posicionar al sector de la microempresa manufacturera del Estado en el mercado competitivo ofreciendo la mejor defensa posible ante las fuerzas competitivas de los demás sectores de la industria.

El hecho de que las organizaciones se encuentren inmersas en entornos de creciente e impactante incertidumbre, requiere que la praxis gerencial asuma una actitud necesariamente reflexiva, sistemática, integradora, proactiva y de aprendizaje continuo, a fin de crear, enriquecer y mantener fortalezas que, desde las personas y los procesos, le permitan moverse y sobrevivir exitosamente en su entorno real, intercambiando energía favorable a fin de desarrollar ventajas competitivas para el hoy y el mañana imprecisos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEDO, C. Inflación, factor de estancamiento y deterioro del signo monetario. Obtenido de Word Wide Web Site [http://www.conecam.com.ve/art\\_prensa\\_archivos/ARTICULOS%20PDF/inflacion,%20factor%20de%20estancamiento%20y%20deterioro%20del%20signo%20monetario.pdf](http://www.conecam.com.ve/art_prensa_archivos/ARTICULOS%20PDF/inflacion,%20factor%20de%20estancamiento%20y%20deterioro%20del%20signo%20monetario.pdf). Fecha de Consulta: 13/01/2009. 2007.
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO Unidad de Microempresa, “Promoviendo crecimiento con equidad”. Estados Unidos. Obtenido de Word Wide Web Site <http://www.iadb.org/index.cfm?language=spanish>. Fecha de consulta: 07/02/2009. 1998.
- CERDA, H. Los elementos de la investigación. Cooperativa Editorial Magisterio. Santa Fe de Bogotá, Colombia. pp. 63-67. 1995.
- CHIAVENATO, I. Introducción a la teoría general de la administración. (7<sup>ma</sup> Edición). McGraw-Hill Interamericana, S.A. México, México. pp. 77-95. 2006.
- DAFT, R. Teoría y Diseño Organizacional. (6<sup>ta</sup> Edición). International Thomson Editores. México, México. pp. 42-51. 2000.
- DAVID, F. Conceptos de administración estratégica. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. México. Quinta Edición. pp. 112-192. 1997.
- DECRETO LEY DE CREACIÓN, ESTÍMULO, PROMOCIÓN Y DESARROLLO DEL SISTEMA MICROFINANCIERO. República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial. No. 37-164, 22/03/2001.
- DOMÍNGUEZ, J. Dirección de Operaciones: Aspectos Tácticos y Operativos en la Producción y los Servicios. McGraw-Hill. Madrid, España. P. 14. 1997.
- FERNÁNDEZ, R. Fundamentos de mercadotecnia. Thomson Parafino, S.A. México, México. pp. 15-17. 2003.
- FILARDO, L. El por qué de las tasas de interés en Venezuela. VenEconomía Hemeroteca, 18: 2001. Obtenido de Word Wide Web Site [http://www.veneconomia.com/site/files/articulos/artEsp1912\\_1455.pdf](http://www.veneconomia.com/site/files/articulos/artEsp1912_1455.pdf) Fecha de consulta: 06/05/2009. 2003.
- FLORES, E. Los sistemas y tecnologías de información en Guatemala como medios para el desarrollo. Obtenido de Word Wide Web Site <http://www.monografias.com/trabajos15/sistemas-informacion-guatemala/sistemas-informacion-guatemala.shtml> Fecha de consulta: 06/05/2009. 2004.
- HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. (2<sup>da</sup> ed.). McGraw-Hill Editores. México. p. 60. 1998.
- HERSEN, G. Costo de la CAF disminuyó 0,3% en abril, según Cendas. En 38,1% aumentaron precios de alimentos en un año. Obtenido de Word Wide Web Site [http://www.2001.com.ve/@Economía/Economía\\_a3.asp?tp=2](http://www.2001.com.ve/@Economía/Economía_a3.asp?tp=2) Fecha de consulta: 06/05/2009. 2009.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Directorio Industrial Obtenido de Word Wide Web Site <http://www.cinvicre.com/Documentos/Boletines/CONINDUSTRIA-PresentacionDirectorio2004.ppt>. Fecha de consulta: 06/05/2009. 2004.
- LONGENECKER, J.; MOORE, C.; PETTY, J. Administración de pequeñas empresas. Onceava Edición. México. Internacional Thomson Editores, S.A. P. 419. 2001.
- MÁRQUEZ, P. y GÓMEZ, H. Microempresas de Barrio: ¿Negocio o Subsistencia?. Revista Venezolana de Gerencia, RVG v.7 n.20. Maracaibo dic. 2002. Obtenido de Word Wide Web Site [http://www.serbiluz.edu.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-9984200201200006&lng=es&nrm=iso](http://www.serbiluz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-9984200201200006&lng=es&nrm=iso) Fecha de consulta: 06/05/2009. 2002.

- MORA, C. Pyme venezolana con respecto a la calidad y la productividad. Obtenido de Word Wide Web Site. <http://www.litoral.com.ar/index.php3/diarios/2004/12/03/economia1/ECON-01.html>. Fecha de consulta: 12/03/2009. 2004.
- PORTER, M. Estrategia competitiva. Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia. Compañía Editorial Continental. México, México. pp. 18, 356-360. 2000.
- STONER, J. y FREEMAN, E. Administración. (5<sup>ta</sup> Edición). Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. México, México. pp. 58-176. 1994.

SUPERINTENDENCIA DE BANCOS DE VENEZUELA. Semana Financiera. Caracas, Venezuela. Obtenido de Word Wide Web Site <http://www.gobiernoenlinea.ve/misc-view/sharedfiles/SemanaFinancieraN99-100.pdf> Fecha de consulta: 12/03/2009. 2006.

VANEGAS, C. Microempresas venezolanas ante la globalización y regionalización. Obtenido de Word Wide Web Site <http://www.apalancar.org/archivos/1006/microempresas.doc> Fecha de consulta: 12/03/2009. 2005.

# Arquitectura de Automatización Basada en Holón Industrial

## (Automation Architecture Based on Industrial Holón)

Andrickson, José<sup>[1]</sup>; Chacón, Edgar<sup>[2]</sup>; Amaya, Jhon<sup>[3]</sup>; Pabón, María<sup>[4]</sup>; Ramírez, Alba<sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup>Universidad Nacional Experimental del Táchira, Decanato de Investigación, Laboratorio de Instrumentación, Control y Automatización, Táchira – Venezuela

<sup>[2]</sup>Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería. Laboratorio de Sistemas Discretos, automatización e Integración. Mérida – Venezuela

<sup>[3]</sup>Universidad Nacional Experimental del Táchira, Decanato de Investigación, Laboratorios de Computación de Alto Rendimiento. Táchira – Venezuela

<sup>[4]</sup>Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería, Laboratorios de Investigación y Desarrollo de Automatización e Instrumentación. Mérida – Venezuela

Correo electrónico: [andruck@unet.edu.ve](mailto:andruck@unet.edu.ve), [alba\\_echacon@ula.ve](mailto:alba_echacon@ula.ve), [jedgar@unet.edu.ve](mailto:jedgar@unet.edu.ve), [mariatpabon@ula.ve](mailto:mariatpabon@ula.ve)

## RESUMEN

La arquitectura de automatización basada en holón industrial, nace como una contribución a los procesos de automatización modernos. El planteamiento se organiza en tres aspectos: la orientación de la producción (producto, proceso o ambos), los sistemas distribuidos y auto-organizados de configuración dinámica, y los sistemas de manejo de producción (Sistemas Holónicos, Sistemas basados en Agentes, Sistemas Computacionales). La arquitectura propuesta está formada por tres componentes: Núcleo, Dispositivo Virtual de Manufactura (DVM), y Recurso; cuya finalidad es formar un sistema flexible que se adapte a las cambiantes exigencias del mercado y las tendencias de las empresas de manufactura actual. El DVM se compone de un conjunto de clases y métodos que permite la implementación de la Unidad de Producción.

**Palabras Clave:** Arquitecturas de automatización, sistemas dinámicos, sistemas de eventos Discretos.

## ABSTRACT

The automation architecture based on holons, was created as a contribution to modern automation process. The approach is organized into three areas: production orientation (product, process or both), distributed systems and self-organizing dynamic configuration, and production management systems (holonic systems, agent-based systems and computer systems). The architecture proposed consists of three components: Core, Virtual Manufacturing Device (DVM), and Resource, which aims to form a flexible system that adapts to changing market demands and trends of current manufacturing companies. The DVM is composed of a set of classes and methods in order to allow the implementation of the production unit.

**Key Words:** automation architecture, dynamic processes, discrete event systems.

## INTRODUCCIÓN

Las exigencias del mercado, globalización, y complejidad de las líneas de producción, llevan a las empresas a adoptar cambios tecnológicos y nuevos paradigmas de automatización que les permitan desarrollar sistemas eficientes de procesos. De aquí que nace la propuesta de la arquitectura de automatización basada en sistemas holónicos para procesos industriales. Entendiendo por sistemas holónicos, aquellos sistemas autónomos y cooperantes, con capacidades de formar jerarquías dinámicas temporales; reconfigurables en base a eventos internos o externos.

Entre las principales referencias tomadas para establecer una cronología evolutiva de los procesos automatizados tenemos: las arquitecturas tradicionales de sistemas integrados por computadoras (Cimosa, 1996), las propuestas de estándares internacionales (ANSI/ISA-88, 1995), (ANSI/ISA-S95, 2000), las propuestas en el desarrollo de la información y la computación (OMAC API, 2001; Osec, 1996; Osaca, 1999) y los planteamientos modernos para sistemas de producción (Padabis, 2010; Wyns, 1999); de lo cual se genera una investigación nutrida por la filosofía de jerarquías dinámicas.

La propuesta basada en unidad de producción holónica, llamada en adelante simplemente unidad de producción, puede ser implementada en empresas constituidas, virtuales o proyectos de automatización. Su estructura está formada por un conjunto de sistemas autónomos y cooperantes (holones), que poseen *recursos* físicos y sistemas de tomas de decisiones, las cuales son implementadas para definir inteligencia distribuida a través de técnicas modernas de inteligencia artificial.

Una unidad de producción se encuentra constituida por al menos un holón, y sus principales componentes son: el sistema de gestión (*núcleo*); el sistema de manejo de métodos y toma de decisiones sobre los recursos llamados Dispositivo Virtual de Manufactura (*DVM*); y el sistema de transformación de materia prima en producto, llamado *recurso*. El *DVM* contiene el conjunto de clases que permite implantar y/o implementar el holón industrial.

Los sistemas holónicos son abordados desde diversas perspectivas, de las cuales podemos nombrar: el enfoque industrial (Christensen, 1994), donde se establece un sistema de supervisión y de control de proceso, usualmente utilizando bloques funcionales (norma IEC 61499). El enfoque computacional donde el holón es definido por un conjunto de aplicaciones computacionales orientadas a objetos y aplicaciones distribuidas, con un *recurso* físico representados

informáticamente. El enfoque de agentes, utilizado en la implantación de holones, define una inteligencia local y distribuida de los mismos y su entorno de cooperación. La propuesta de unidades de producción permite establecer una arquitectura genérica para ser aplicada en cualquiera de los enfoques definidos.

## MÉTODO

La investigación se basa en una arquitectura de automatización para sistemas de integración, tomando como referencia los sistemas holónicos, multiagentes, sistemas auto-organizados y sistemas de inteligencia artificial distribuida, los cuales son considerados como nuevos paradigmas de automatización. A continuación se describe la arquitectura de la unidad de producción basada en el holón industrial y se plantea el modelo de la misma aplicado a los procesos industriales, conservando todas las características de un holón.

### Arquitectura de la Unidad de Producción

Conceptualmente, el holón posee una arquitectura de referencia compuesta con un *producto*, una *orden* y unos *recursos* (Wyns, 1999) cuyas principales características son la autonomía y la cooperación (Holonic Manufacture Systems, 2009). Varios autores (Chacón y De Zarrazin, 2004; Fletcher, *et al.* 2000; Giret y Botti, 2004) han planteado una estructura basada en un sistema de tres componentes para la implantación de los holones (toma de decisión, intercambio de información, y control de recursos), donde el holón representa el elemento fundamental del proceso y la filosofía de manufactura. En la figura 1 se muestran los elementos básicos de la unidad de producción, donde la unidad de producción posee un núcleo, un *DVM* y un *recurso* dividido en un aspecto físico, y uno lógico.

Los sistemas holónicos poseen una estructura organizativa auto-similar y auto-organizada. La autonomía le da la capacidad de desarrollar un conjunto de tareas para alcanzar sus metas propias, y por medio de la cooperación comunicarse e interactuar con otros elementos de su entorno, y así cumplir con metas comunes. El compromiso entre la autonomía y la cooperación de las unidades de producción se establece al crearse las holarquías o dominios de cooperación.

Los sistemas holónicos industriales se enmarcan dentro de los sistemas de inteligencia artificial distribuida (DAI) (Sosa y Ramos, 1999) bajo el principio de empresas de manufacturas flexibles. Cada unidad de producción constituye un elemento dentro de su dominio de cooperación, que modifica su comportamiento (planificación y programación dinámica) en función a las

necesidades del sistema a través de la negociación automatizada (Albin, 1992). El sistema de toma de decisiones define un conjunto de métodos y tareas sobre los recursos. Los sistemas holónicos por ser sistemas distribuidos, se establecen estructuralmente como una jerarquía dinámica (Tharumarajah, 2003), lo cual es resultado de la evolución de los sistemas metamórficos (Maturana, *et al.* 1999). Cada holón puede ser instanciado por una o varias holarquías, que por ser dinámicas poseen organizaciones temporales, es decir, permanecen mientras se cumple con el objetivo de producción.

Los holones definen la filosofía de los sistemas industriales distribuidos, los cuales son implantados con: agentes (Wooldridge y Jenning, 1995), bloques funcionales (Fletcher *et al.* 2000; Christensen, 1994) u otra técnica computacional que permita implementar los sistemas de toma de decisión. El holón básico o elemental posee un *recurso* físico que está en contacto directo con la producción y un sistema de toma de decisiones, mientras que en el holón compuesto, el *recurso* del holón es lógico.

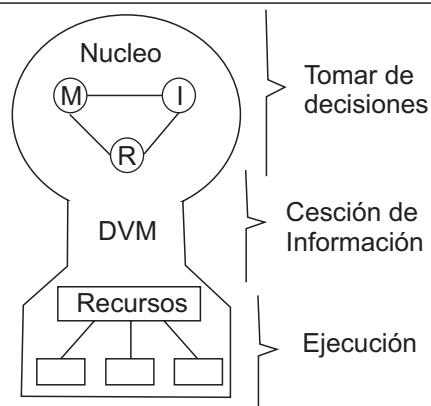
La unidad de producción está compuesta por un *núcleo*, un *DVM*, y un *recurso*. El *núcleo* posee la misión (M) que representa la orden negociada, la ingeniería (I) que representa los métodos a ejecutar y el conocimiento

de producción. El *recurso* (R) informático y físico se encarga del manejo de la información del proceso y de la transformación de la materia prima respectivamente. El *DVM* constituye el elemento de implementación de la arquitectura, donde se consideran los aspectos de manejo y ejecución de sistemas que conjuntamente con los recursos físicos llevan a cabo la producción. La figura 2 muestra la relación existente entre la unidad de producción y un proceso industrial.

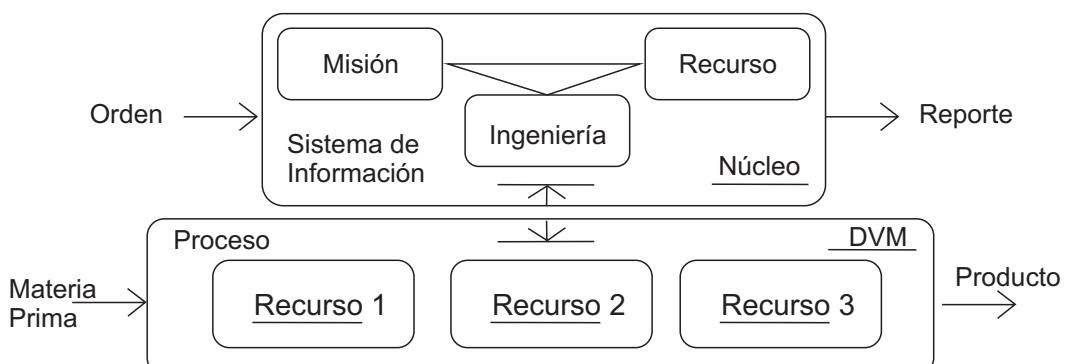
Dentro del *DVM* encontramos tres clases que definen a grandes rasgos su comportamiento: la planificación que se encuentra relacionada con el conocimiento de la producción, la configuración relacionada con el conocimiento del proceso y métodos de producción y el control que relaciona el conocimiento de ejecución del proceso.

De la asociación del *núcleo* y el *DVM* se establecen las estrategias de producción y los métodos del proceso. De la misma manera, el *Recurso* físico asociado al *DVM* define detalladamente los métodos de producción y la configuración de recursos y métodos.

El *núcleo* es el encargado de la gestión de la unidad de producción, por lo tanto, tiene relación directa con la cadena de suministro, el manejo de información de



**Figura 1.** Constitución de una unidad de producción.



**Figura 2.** Unidad de producción en un proceso de producción industrial.

producción y las finanzas de la empresa. Mientras que el *DVM* es el encargado del aspecto operativo, es decir, todas las actividades y estados que definen las condiciones de la unidad de producción, además, posee las acciones del sistema que le sirven para evolucionar entre los diferentes estados, tomando en consideración los eventos presentes y futuros.

Dentro de la unidad de producción, suceden de manera general dos procesos, uno que es la concepción de la producción, la cual se produce dentro del *núcleo* del holón, y el otro corresponde a la elaboración de la producción que se desarrolla a través del *DVM*. En el primero proceso se define: qué, cómo y cuándo se elabora el producto, mientras que en el segundo proceso, se define el aspecto lógico de implementación como: la planificación, supervisión, configuración y ejecución de la producción. Además, la unidad de producción maneja dos aspectos: el estructural que define la forma como está constituida, donde se establecen las clases y sus interacciones. El otro aspecto es el funcional donde se establece su implementación, se define el flujo de información y producto, permitiendo el desarrollo del modelo integral de la empresa. Es importante destacar que las unidades de producción se agrupan formando nuevas unidades de producción capaces de resolver problemas de mayor complejidad, adquiriendo un

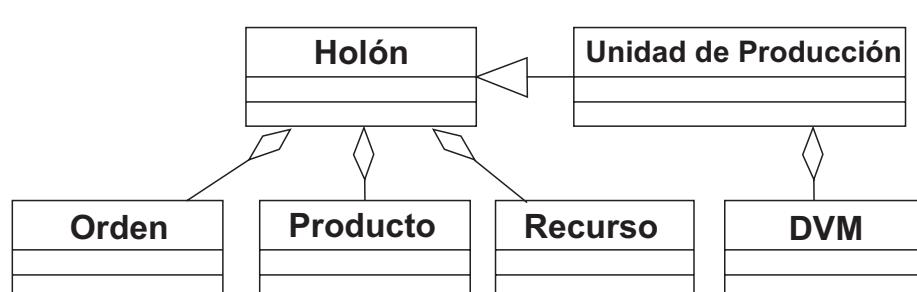
comportamiento emergente con múltiples soluciones a un problema. De esta manera se considera que la unidad de producción hereda todas las cualidades del holón, lo cual podemos observar en la figura 3.

En el caso de alta densidad de elementos o de coexistir varias unidades de producción, una de estas se especializa como representante de la holarquía para comunicar, coordinar, ejecutar las actividades y cooperar con otras unidades, donde el proceso de negociación es el permite los acuerdos internos y externos.

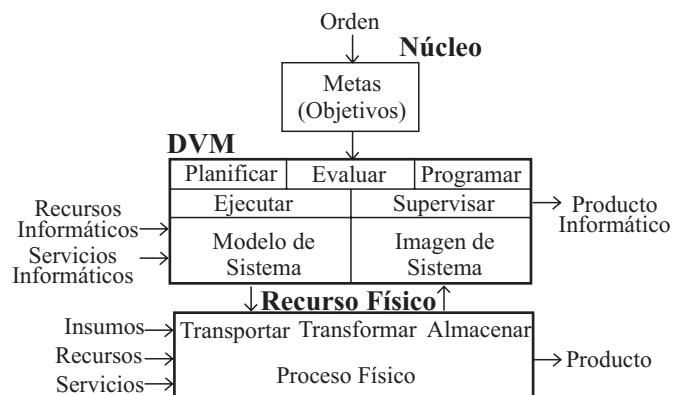
### Modelo de la unidad de producción

Los elementos que componen la unidad de producción se presentan en la figura 4, donde la orden es transformada en misión de producción, a través de la negociación de los objetivos de producción, seguidamente la misión es planificada, programada, evaluada, ejecutada y controlada.

En la figura 5, representan un sistema de producción, donde la información y los recursos se unen para crear el producto. Dentro de este esquema, la negociación constituye el aspecto fundamental de la toma de decisión y la formación de la unidad. Aquí, la materia prima es: adquirida, almacenada, transportada y transformada para obtener un producto intermedio o final en la producción.



**Figura 3.** Relación entre el holón y la unidad de producción



**Figura 4.** Componentes de la unidad de producción

En la figura 5, representan un sistema de producción, donde la información y los recursos se unen para crear el producto. Dentro de este esquema, la negociación constituye el aspecto fundamental de la toma de decisión y la formación de la unidad. Aquí, la materia prima es: adquirida, almacenada, transportada y transformada para obtener un producto intermedio o final en la producción.

### Componentes de la unidad de producción

Como ya se mencionó anteriormente, la unidad producción propuesta, se agrupa en *núcleo*, *DVM* y *recurso*, donde cada clase está asociada a un conjunto de sub-clases que ejecutan las funciones lógicas y de producción.

El *núcleo*, está compuesto por tres clases fundamentales (*misión*, *ingeniería* y *recurso*). La orden de producción está asociada a la clase *Misión* a través del negociador, que define los objetivos de la unidad de producción y el cronograma de actividades, por tanto, la misión es resultado de la negociación, a su vez, la misión está asociada a la planificación, el cronograma, los métodos y el supervisor. En el cronograma se manejan todos los documentos de la unidad de producción, la supervisión se encarga del manejo del proceso en función

al modelo (modelo ideal del sistema) y la imagen (comportamiento del sistema en tiempo real) de la unidad de producción. Por otra parte, el negociador junto a la configuración establecen el modo inicial y de funcionamiento de los recursos, procesos y métodos. En la figura 6, se presenta el modelo UML de clases simplificado de la unidad de producción.

La unidad de producción es un elemento atómico y una breve descripción de su composición se presenta a continuación:

- **El núcleo**

La unidad de producción es representada por el manejo de los recursos y por el sistema de toma de decisiones. El sistema de toma de decisión está asociado al conocimiento de producción (proceso), y al sistema de negociación y optimización que evalúa las mejores condiciones de acuerdos, reglas, métodos, y tiempos del proceso. El *núcleo* tiene conocimiento de la factibilidad de la orden de producción y del radio de acción o dominio(s) a los cuales pertenece la unidad de producción. De igual manera posee conocimiento de sus atribuciones. El núcleo es el elemento de más alta jerarquía dentro del sistema de toma de decisiones de la unidad de producción.

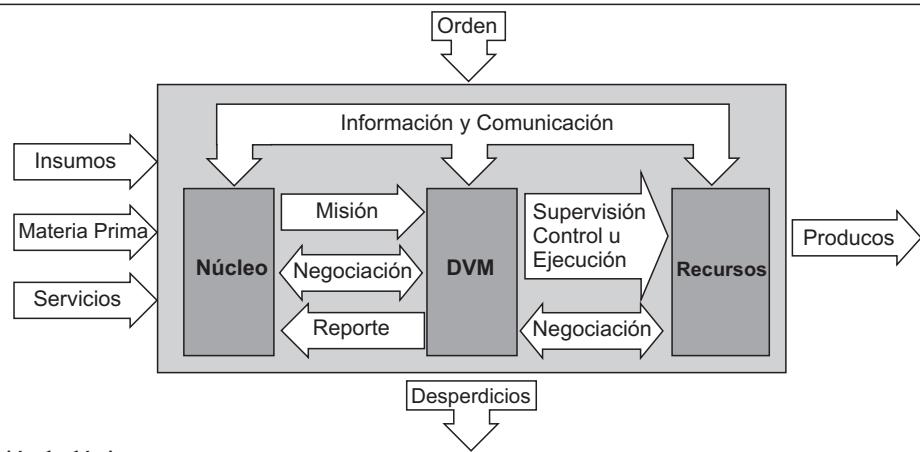


Figura 5. Sistema de producción holónico

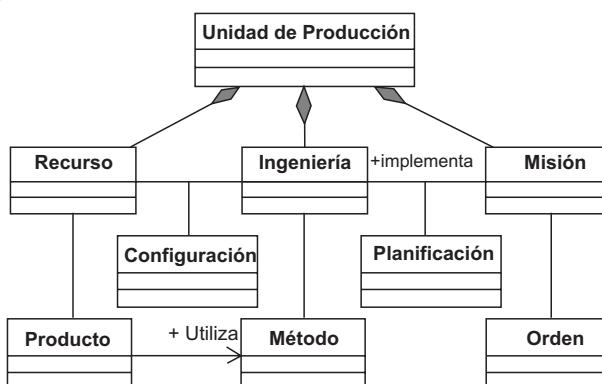


Figura 6. Diagrama de clases simplificado de la unidad de producción

- **El Dispositivo virtual de manufactura (DVM).**

Implementa las atribuciones de la unidad de producción, y es quien mantiene el flujo de trabajo entre los componentes para una buena integración. A través del *DVM*, se puede gestionar, planificar, coordinar, configurar, supervisar y controlar, pero además se puede monitorear, comunicar y negociar para llegar a acuerdos de producción. El *DVM* es quien establece: cuándo, qué, y cómo se ejecutará la misión dentro de la unidad de producción y entre sus principales atribuciones encontramos la de comunicar su capacidad y disponibilidad a otros *DVM*. El *DVM* contiene el grupo de clases que permiten definir un marco de trabajo o “framework” de automatización de la arquitectura del holón industrial.

- **El recurso.**

El *recurso* representa todos los elementos físicos, informáticos y humanos que tienen relación directa con la ejecución de producción. Los *Recursos* se subclasifican en: equipos, insumos, servicios, y humanos. Algunos atributos del *recurso* son la unidad de medida que establece y cuantifica la cantidad y disponibilidad. Dentro del *recurso* se implementan los métodos que permiten reservar, usar y liberar los equipos y máquinas. Los recursos se evalúan a través del detector de eventos y se supervisan por medio de sus estados y a través de ellos se determina el estado actual del proceso. El estado del *recurso* establece la imagen de la unidad de producción, mientras que el conocimiento general y de sus métodos se

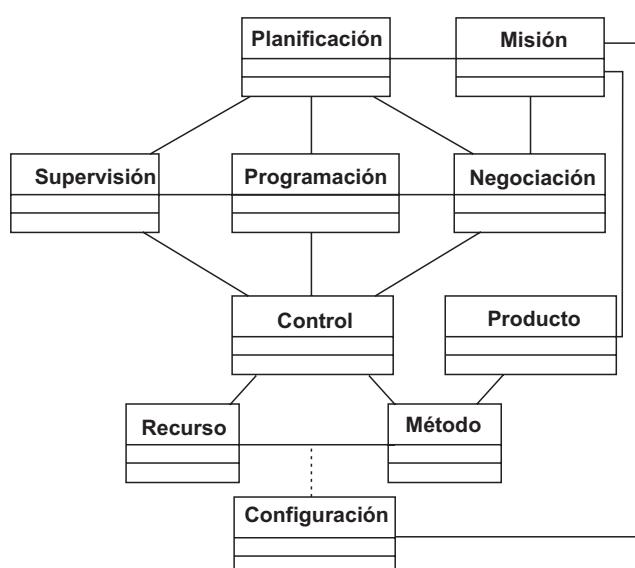
establece en el modelo, y a través de éstos se supervisa y controla la producción. Los recursos son configurados y evaluados a través del *DVM*, por lo cual usualmente pueden ser considerados parte de éste.

#### Modelo de clases del *DVM*.

Una arquitectura de automatización se representa a través de un conjunto de diagramas de clases y estados que definen su comportamiento estático y dinámico. Todos los diagramas de estado en un modelo dinámico pueden ejecutarse de manera concurrente a través de eventos compartidos. Las principales clases para la arquitectura planteada son: planificador, programador, supervisor, controlador, negociador y recurso. En la figura 7 se presenta un esquema generalizado de clases del *DVM* de la unidad de producción.

Una breve descripción de cada una de las clases presentes en la figura 7 se hace a continuación:

- **Planificación:** Define la ejecución del proceso, reserva los recursos necesarios, y establece el método general de producción.
- **Programación:** Especifica los equipos e insumos necesarios y el método para cada equipo, así como la secuencia de producción. Esta clase está asociada a la agenda de producción.
- **Supervisión:** Determina la condición de los equipos y la evolución de la producción.
- **Control:** Representa el conjunto de actividades para la ejecución del proceso sobre los recursos, asegurando el correcto funcionamiento del sistema



**Figura 7.** Diagrama de Clases de la Unidad de Producción.

con una producción “justo a tiempo”.

- **Configuración:** Establece las relaciones de métodos y recursos de proceso, y está relacionado a las negociaciones y acuerdos de la unidad de producción.
- **Recurso:** Define el conjunto de actividades para la recolección de información (observa e informa sobre algún cambio) y genera acciones sobre el proceso.

### Dominios de la unidad de producción

La unidad de producción representa un concepto abstracto de automatización, donde un conjunto de clases y métodos interactúan entre sí con la finalidad de cumplir con los objetivos de producción. Cada unidad posee funcionalidades de jerarquía dinámica (sistema jerárquico re-configurado dinámicamente), agrupándose en uno o varios dominios de cooperación temporal.

La estructura organizacional de la unidad de producción se define en tres dominios de cooperación de auto-similitud, con jerarquías dinámicas auto-contenidas e integrada a través de la información y comunicación, estableciendo una solución a la integración de sistemas heterogéneos, que va desde el aspecto físico hasta la integración de software.

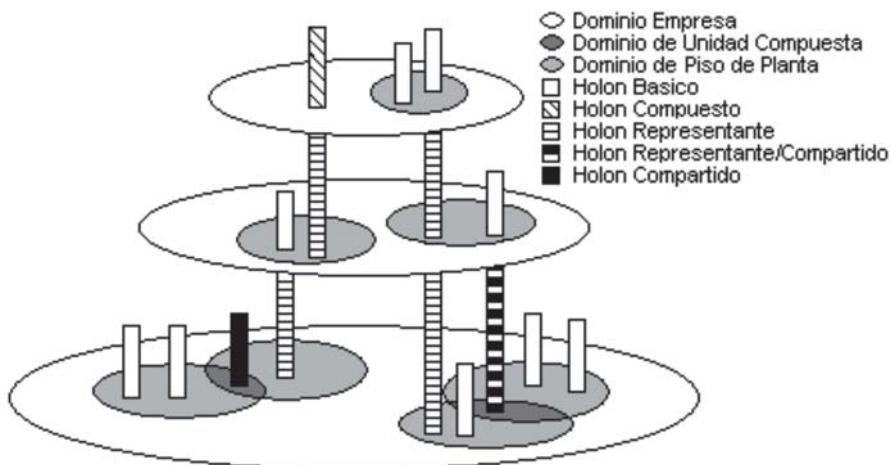
Los dominios representan la formación de las unidades de producción dentro de una empresa, en otras palabras, un dominio representa el ámbito o entorno donde opera un conjunto de unidades de producción de similares características funcionales. Los dominios se pueden clasificar de acuerdo a la cantidad de datos que

maneja, tiempo de respuesta, capacidad del recurso y nivel de conocimiento o inteligencia, en base a esto, tenemos: dominio de empresa, dominio de unidad compuesta y dominio de piso de planta o de unidades de producción. El dominio de piso de planta tiene por mínimo una unidad de producción básica y el dominio de producción compuesto contiene una o varias unidades de producción de plantas, mientras que el dominio de empresa está formado por uno o más dominios de producción compuesto, como se observa en la figura 8.

Los holones o unidades de producción que conforman los diferentes dominios, tomando como referencia (Rodrígues *et al.* 2003) se clasifican en:

- **Básicos:** actúan de manera independiente dentro de un dominio, pero con capacidad de acuerdos con otras unidades.
- **Compuestos:** poseen varias funciones ya que pertenecen a más de un dominio.
- **Representante:** actúa como el enlace de un grupo de holones o unidades con otro grupo perteneciente a otra empresa.
- **Compartido:** pertenece a dos o más empresas a la vez.

Cada dominio posee su propia estructura organizacional y funcional, lo cual se logra a través del conocimiento de sí mismo y de su entorno. Estos dominios se definen por los acuerdos negociados. En la figura 8, se muestra un esquema descriptivo de los dominios de cooperación y las unidades de producción.



**Figura 8.** Dominios para una Unidad de Producción

## Arquitectura dinámica

Los sistemas de producción tradicionales se basan en arquitecturas fijas, generalmente jerárquicas. La evolución de estos condujo al desarrollo de arquitecturas de automatización flexibles, como es el caso de las arquitecturas metamórficas (Maturana *et al.* 1999) y arquitecturas dinámicas (Tharumarajah, 2003), las cuales poseen cualidades de auto-configuración y auto-organización.

La dinámica del sistema se encuentra en (re)definir la forma estructural y/o funcional del sistema, a través del agrupamiento de unidades de producción con el fin de cumplir con la misión de la empresa. Organizacionalmente, los sistemas dinámicos se definen desde nivel de empresa y se crean desde el nivel de proceso, en este sentido, la auto-organización de las unidades de producción genera un sistema de configuración compleja y de comportamiento emergente.

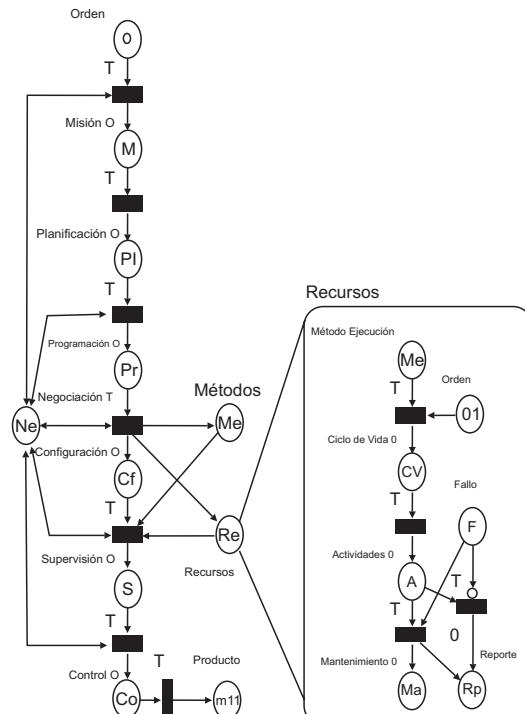
La negociación entre los elementos de la arquitectura como lo propone (Sosa y Ramos, 1999) y (Tharumarajah, 2003) es un aspecto fundamental en el desarrollo de sistemas dinámicos. En la actualidad las comunidades de sistemas multi-agente y sistemas holónicos están a la vanguardia en propuestas e implementaciones de empresas de (re)configuración dinámica (Tharumarajah, 2003).

## Evolución de la unidad de producción

Una forma de demostrar la supervisión y control de la orden dentro de la unidad de producción, se logra a través de su simulación de un sistema a eventos discretos. Por lo tanto, el sistema de producción planteado es representado por un modelo en redes de Petri, como se muestra en la figura 9. Este modelo es una representación abstracta del comportamiento dinámico del sistema, donde se sincronizan los métodos, recursos y acuerdos de producción. Aquí se observa que el proceso de negociación está involucrado en todo el proceso de producción.

## RESULTADOS

La arquitectura de automatización planteada se basa en sistemas autónomos, distribuidos, reconfigurables, cooperantes y autónomos; considerando estas premisas, se hace la implementación de la propuesta sobre una fábrica de galletas, la cual posee tres estaciones (estación de fabricación, estación de inyección o control de dosificación y estación de gestión de materia prima). En cada una se coordinan los métodos y recursos necesarios para su correcto funcionamiento, con este ejemplo se prueba la factibilidad de implementación de la arquitectura y su funcionamiento haciendo uso de herramientas industriales como el caso de Intouch.



**Figura 9.** Red de petri de la unidad de producción

Como resultado del planteamiento, se hizo la implementación de una plataforma de integración industrial holónica basada en sistemas abiertos para el laboratorio de automatización de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), para ello, se definió una arquitectura de integración de procesos, una red de control, supervisión y gestión de información, y se configuraron los recursos y métodos de producción, para lo cual se seleccionó un PLC, un controlador industrial, y tres módulos didácticos de proceso. Se trabajó con sistemas abiertos (OPC, modbus, DDE, Suitelink), que unen los niveles de control de proceso, MES (SCADA/HMI) y ERP (Gestión). Los programas utilizados (Intouch, LabView, Matlab y TwidoSuite), son conectados con los procesos para desarrollar programas de supervisión y gestión de la interfaz humano-máquina (HMI, por sus siglas en inglés). Durante la implementación se validó la plataforma de integración

desde el nivel de instrumentación hasta gestión. Un esquema de la arquitectura desarrollada se presenta en la figura 10.

Para el desarrollo se considera la simulación de una fábrica de galletas con control de métodos, presión, nivel del tanque y un sistema de gestión de datos.

La arquitectura planteada consta de tres estaciones de trabajo o unidades de producción holónicas. La estación 1, posee el mayor rendimiento computacional, por lo cual se le asigna mayores atribuciones en el manejo de gestión de datos y supervisión de red, en ella se implementa un sistema simulado de fábrica de galletas, la cual posee tres métodos de fabricación compartiendo los mismos recursos físicos.

Los recursos físicos asociados a esta estación son: PLC, variador de velocidad y motor. En la figura 11 se muestra la HMI, que a su vez tiene asociado el sistema de manejo y ejecución (MES) de la fábrica de galletas.

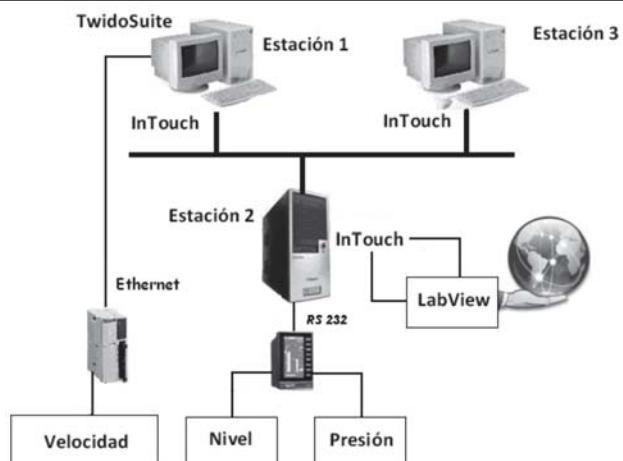


Figura 10. Arquitectura de automatización implementada con sistema abierto.

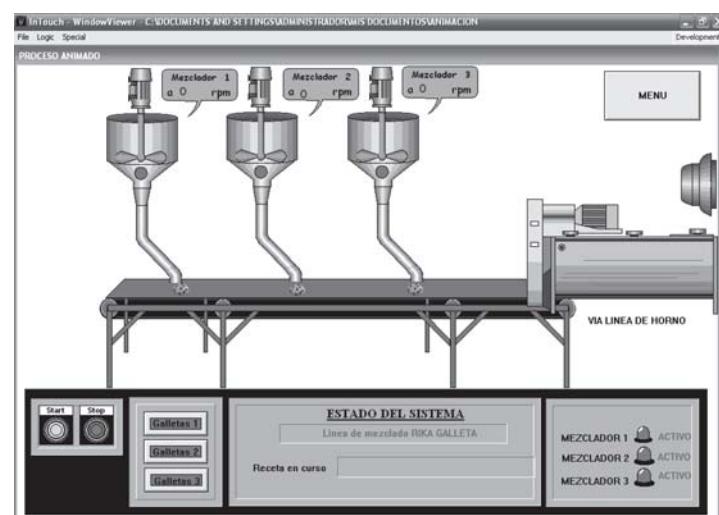


Figura 11. Sistema de fabricación de galletas.

La estación 2, está asociada a un sistema de manejo de nivel de un tanque de materia prima para la galleta. Igualmente posee un sistema MES/HMI/SCADA conectado al sistema de control local implementado con un controlador PID, desarrollado sobre un controlador industrial ASCON. El desarrollo de la implementación de la inteligencia de la estación se establece sobre el programa InTouch a través de la configuración de los *scripts*, donde el usuario ingresa la programación que define la inteligencia de las unidades de producción. En la

figura 12 se muestra el sistema de control de nivel.

En la estación 3, se presenta el sistema de inyección de mezcla de la galleta sobre la bandeja de horneado. Allí se tiene entonces un sistema de control de presión, que posee un sistema MES/HMI/SACADA y un control PID a través del ASCON. Su interfaz gráfica se presenta en la figura 13.

El controlador ASCON y su conexión física se puede observar en la figura 14

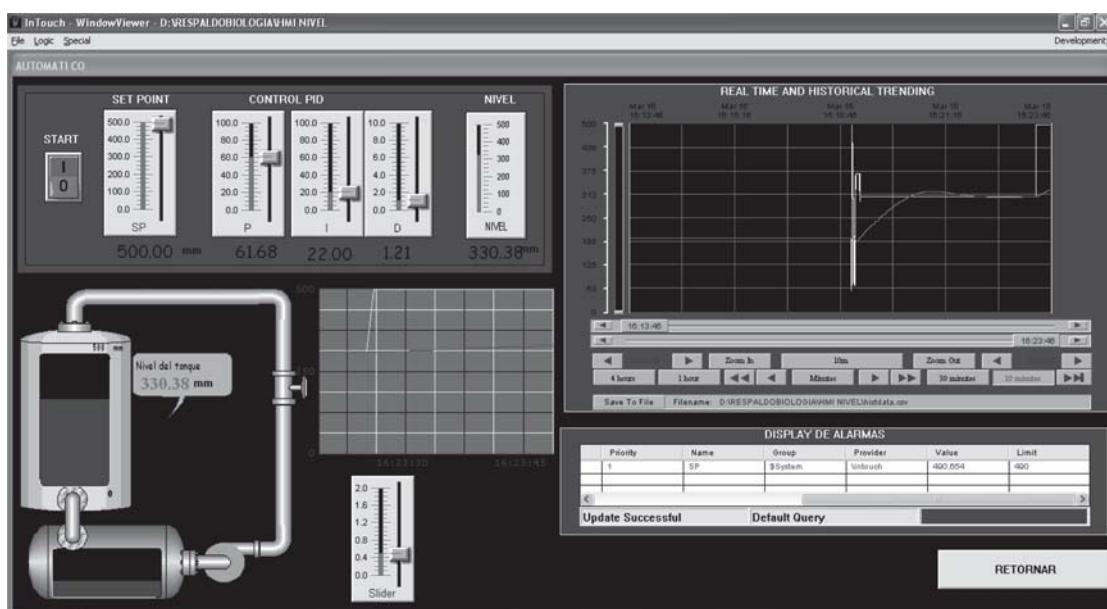


Figura 12. Sistema de control de nivel de tanque.

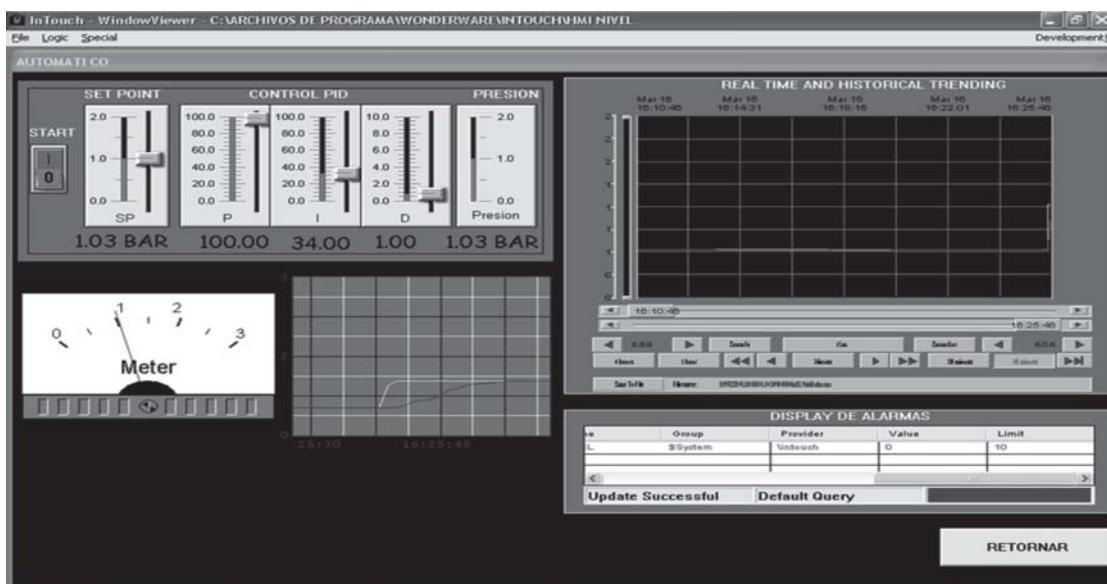
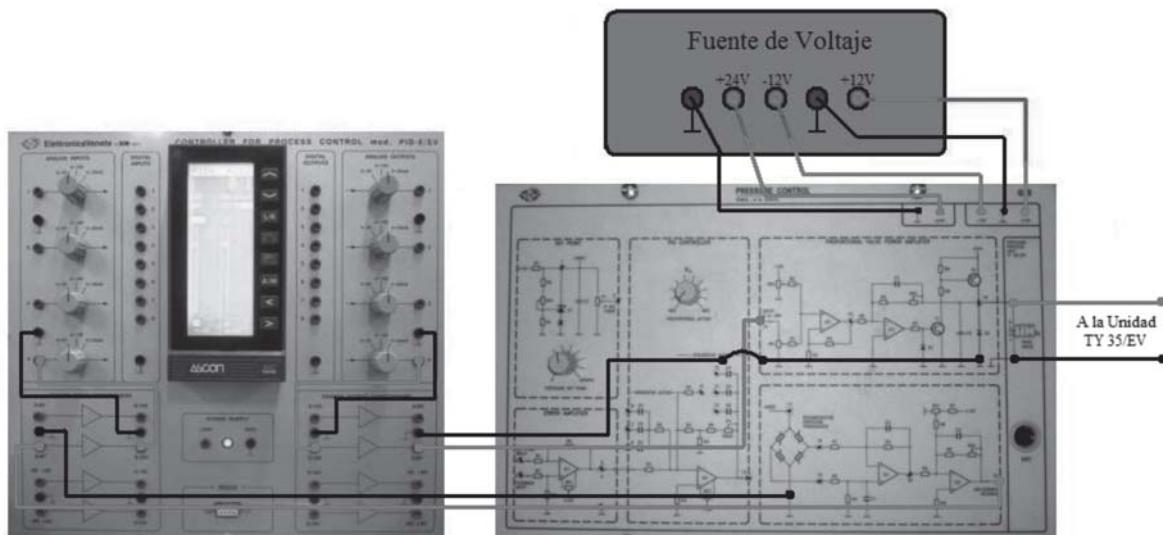


Figura 12. Sistema de control de nivel de tanque.



**Figura 14.** Controlador Industrial ASCON, para el Control de Presión.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A través de la arquitectura de Unidad de Producción holónica, se desarrolla un sistema inteligente de control distribuido, descentralizado, flexible y reconfigurable; donde la característica fundamental es la comunicación entre los componentes del sistema, que permite intercambiar información y sincronizar actividades acorde a su meta global o de empresa.

Para probar la arquitectura planteada se implementaron tres estaciones de trabajo relacionadas entre sí con el fin de llevar a cabo el proceso de fabricación de galletas. La estación 1 controla el proceso principal y los métodos de fabricación. En la estación 2 se controla el nivel de los tanques de dosificación de la mezcla para la galleta y en la estación 3, se tiene el sistema de control de presión para la inyección de mezcla de la galleta sobre las bandejas de horneado.

Cada estación posee su propio sistema de control y supervisión de procesos, además un sistema de toma de decisiones que se desarrolló de manera particular para cada ambiente de programación. También, la comunicación en el entorno heterogéneo se produce de manera transparente a través de los protocolos DDE y Modbus. Vale mencionar que en la estación 1, se establece la relación entre las variables de estos dos protocolos, a través de un script de Intouch, permitiendo el intercambio de información de manera transparente. En la figura 15, se tiene parte de la codificación.

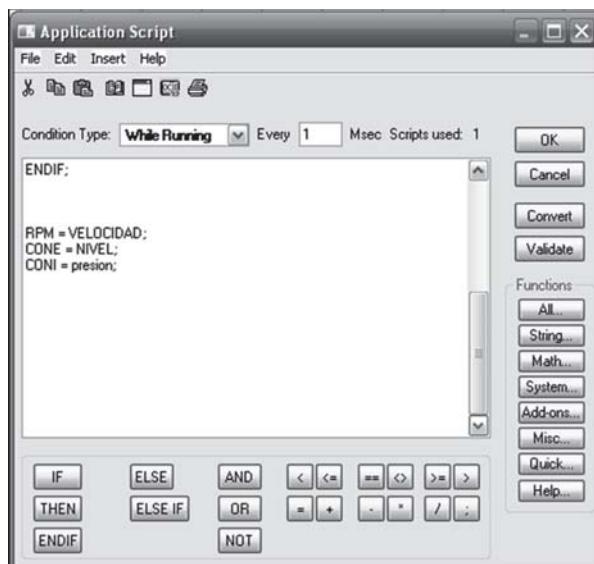
Cada estación de trabajo representa una unidad de producción, donde se manejan los sistemas de tomas de decisiones, manejo de recursos e intercambio de

información con las otras unidades dentro de su dominio de cooperación. Intouch como sistema de manejo y ejecución, supervisa y controla las variables del proceso. De igual manera, actúa como sistema de intercambio de información y cooperación con otras unidades; estas atribuciones son programadas de manera independiente dentro de Intouch. Este tiene la capacidad de cooperar con otros elementos inteligentes, por su capacidad de comunicación y accionamiento autónomo, como el controlador industrial ASCON y PLC, que forman las unidades de producción.

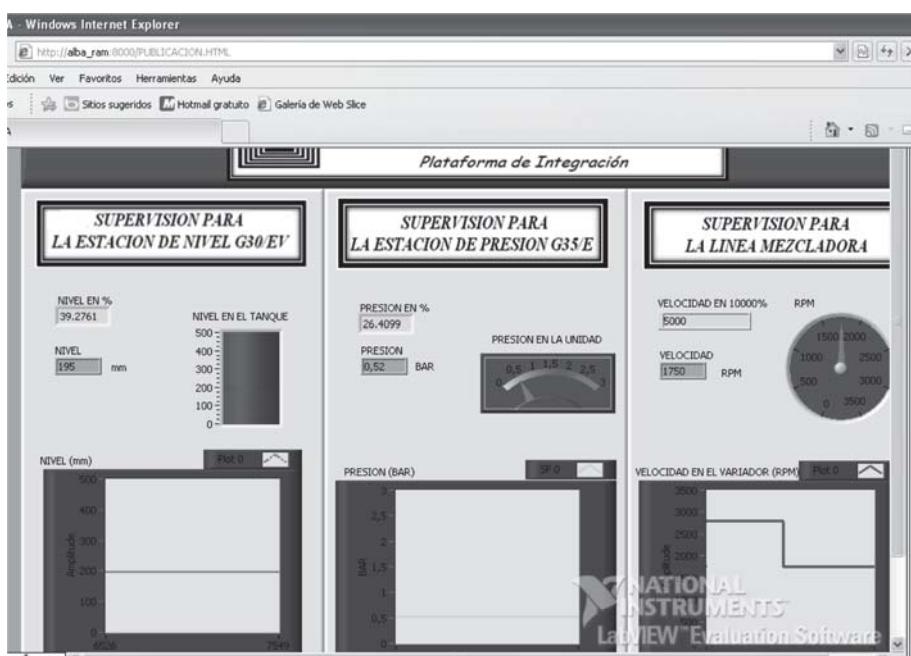
Por otra parte, la gestión remota y tomas de decisiones fueron implementadas en LabView, en el desarrollo del entorno Web de visualización y gestión de información. En la figura 16, se presenta la página web que muestra en tiempo real la evolución del sistema.

Como resultado, la implementación de la arquitectura de automatización se logra al establecer tres unidades de producciones autónomas y cooperantes. Las estaciones combinan una serie de programas que cumplen las funciones de planificador, supervisor y controlador de las variables del proceso que junto a la configuración de comunicación forman la unidad de producción.

Un ejemplo lo vemos en la estación 1, donde Intouch está configurado con los métodos de control y supervisión de producción que manejan los recursos, pero a la vez coordina acciones de disponibilidad de materia prima y dosificación con otras unidades. De igual manera relaciona las variables del proceso con el sistema de gestión de datos y publicación. Lo anterior se logra a



**Figura 15.** Intercambio de Información entre los Protocolos, Desarrollado en Script de Intouch.



**Figura 16.** Publicación Web de Procesos en Tiempo Real.

través de la programación de sistemas inteligentes de manejo de información y *recursos* desarrollados en los scripts de Intouch y programación lógica de LabView.

Al integrar las tres estaciones del proceso de producción de galletas, donde se operan en tres entornos de simulaciones diferentes, se logra aprovechar el potencial del desarrollo de cada programa, permitiendo resaltar la eficiencia de cada uno al momento de la programación y configuración general del sistema inteligente distribuido.

La arquitectura fue implementada con el conjunto de programas descritos, ya que Twidosuite contribuye con el control de variables de campo, el Intouch con el manejo de datos y definición de sistemas inteligentes, el LabView con el control de variables y manejo de publicación Web, y el controlador ASCON con los controladores continuos y manejo de transmisión de información de proceso. Sin embargo, estos programas ser sustituidos por otros programas que realicen similares funciones de control e integración.

## CONCLUSIONES

La arquitectura propuesta nace como una contribución a las existentes propuestas de arquitecturas de automatización. Las principales referencias de este trabajo están basadas en sistemas holónicos, sistemas multi-agentes, sistemas auto-organizados, sistemas de manufacturas flexibles, y sistemas de arquitecturas abiertas distribuidas.

La propuesta se organiza en tres aspectos: la orientación de la producción (producto, proceso, o ambos), los sistemas distribuidos y auto-organizados de configuración dinámica, y los sistemas de manejo de producción (sistemas holónicos, sistemas basados en agentes, sistemas computacionales). La arquitectura plantea los aspectos de un proceso de producción dinámico, los sistemas de gestión de producción y los sistemas de ejecución de la producción, definiendo un *núcleo* para la gestión y un *DVM* para el manejo y ejecución de la producción.

La arquitectura planteada se enfocó desde los principales puntos de vista (cliente, empresa e ingeniería) de un sistema de producción, en pro de una solución desde perspectivas diferentes.

La principal contribución de la Unidad de Producción lo establece el *DVM*, como el encargado de la configuración, supervisión y gestión de la producción en cada uno de los dominios de cooperación.

La propuesta se basa en el manejo informático de los sistemas de producción, donde la distribución de tareas y funciones están asociadas al manejo de recursos asignados por períodos de tiempo negociados dentro del conjunto de unidades de producción involucradas, las cuales analizan su modelo de producción (recursos y métodos) y en función de la disponibilidad del sistema (representado por su imagen o comportamiento en tiempo real) establece la planificación, configuración y supervisión de su producción.

Por otra parte, la idea fundamental de la arquitectura fue su implementación sobre un entorno heterogéneo, donde se plantea un sistema de información que permita la integración transparente y distribuida de la estructura organizacional y funcional de la empresa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ALBIN, C. Fairness Issues in Negotiation: Structure, Process, Procedures and Outcome. IIASA. 1992.  
ANSI/ISA-88.01.1995.  
ANSI/ISA-S95.00.01-2000

- BRENNAN, R. y FLETCHER, M. An agent-based approach to reconfiguration of real-time distributed control systems, IEEE Transactions in Robotics and Automation. 18(4): 444–451. 2002.
- CHACÓN E. y DE ZARRAZIN, G. Automatización de sistema de producción. Universidad de Los Andes. 1-10. 2004.
- CHRISTENSEN, J. Holonic Manufacturing Systems: Initial Architecture and Standards Direction, en Proceeding of 1st European Conference on Holonic Manufacturing Systems. Hannover. 1994.
- CIMOSA Association. Open System Architecture for CIM. Private Publication. 1996.
- COSSENTINO, M.; GAUD, N.; GALLAND, S.; HILAIRE, V. Y KOUKAN, A. A Holonic Metamodel for Agent-Oriented Analysis and Design. IEEE Trans. On Professional Communication. 40(4): 299-304. 1997.
- FLETCHER, M.; GARCIA-HERREROS, E.; CHRISTENSEN, J.; DEEN, S.; MITTMANN, Y. "An open architecture for holonic cooperation and autonomy," Database and Expert Systems Applications, Proceedings. 11th International Workshop on. pp. 224-230. 2000.
- GIRET, A. y BOTTI V. Toward an Abstract Recursive Agent, Integrated Computer Aided Engineering. pp. 165–177. 2004.
- HOLONIC MANUFACTURE SYSTEMS (HMS) Consortium. <http://hms.ifw.uni-hannover.de>. 2009.
- KOESTLER, A. The Ghost in the Machine, Arkana Book, Londres. 1969
- LAITAO, P. y RESTIVO, F. ADACOR: A holonic architecture for agile and adaptive manufacturing control. Computer in Industry. 57:121-130. 2006.
- LEITAÑO, P. An agile and adaptive holonic architecture for manufacturing control, PhD thesis, University of Porto, Portugal. 2004.
- LEITAÑO, P. Restivo, Towards autonomy, self-organisation and learning in holonic manufacturing, in: V. Marík, J. Müller, M. Pechoucek (Eds.), Multi-Agent Systems and Applications III, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer-Verlag, 2691:544–553. 2003.
- MATURANA, F.; SHEN, W.; NORRIE, D. Metamorph: An adaptive agent-based architecture for intelligent manufacturing. International Journal of Production Research. 37(10):2159–2174. 1999.
- NACSA, J. Comparison of Three Different Open Architecture Controllers. IFAC MIM, Prague. pp. 2-4.2001.

- OMAC API Work Group .  
<http://www.arcweb.com/omac/>. 2001.
- OSACA Association: OSACA Handbook. Stuttgart, FISW Gmbh. 1999.
- OSEC Consortium (OSEC). Open System Environment for Controller Architecture Draft.  
<http://www.mli.co.jp/OSE/>. 1996.
- OUYANG, Z. y SHAHIDEHPOUR, S. A Multi-Stage Intelligent System for Unit Commitment. *IEEE Trans. On Power Systems*. 7(2):639-645.1992.
- PABADIS Promise Consortium. Plan Automation Based on Distributed System. <http://www.pabadis-promise.org/>. 2010.
- PARUNAK, V. Odell J. Representing Social Structure in UML. *Agent-Oriented Software Engineering*, Springer, Berlin. LNCS 2222. pp. 1-16. 2002.
- PENYA, Y. y SAUTER, T. Communication Issues in Multi-Agent-Based Plant Automation. In proceedings 6th IEEE International Conference on Intelligent Engineering System. pp. 339-343. 2002.
- RODRIGUES, S.; HILAIRE, V. y KOUKAN, A. Toward a Metodological Framework for Holonic Multi-agent System, in Fourth International Workshop of Engineering Societies in the Agents World, Imperial College London, UK (EU), pp. 179-185. 2003.
- SOSA, P. y RAMOS, C. A distributed architecture and negotiation protocol for scheduling in manufacturing System. *Computer in Industry*. 38(2):103-113. 1999.
- THARUMARAJAH, A. A self-organising view of manufacturing enterprises. *Computer in Industry*. 51: 185-196. 2003.
- THARUMARAJAH, A. A self-organizing view of manufacturing enterprises., *Computers in Industry*. 51(2): 185-196.2003.
- THARUMARAJAH, A. y WELLS, A. Behaviour-Based Approach To Scheduling in Distributed Manufacturing Systems. *Integrated Computer-Aided Engineering (Special Issue on Intelligent Manufacturing Systems)*. 1996.
- ULIERU, M.; BRENNAN, R. y WALKER, S. The holonic enterprise: a model for internet-enabled global manufacturing supply chain and workflow management. *Integrated Manufacturing Systems*. 8(13): 538-550. 2002.
- VERSTRAETE, P.; VALKENAERS, P.; VAN BRUSSEL, H.; SAINT GERMAIN, B.; HAELI K.; VAN BELLE. Towards Robust and Efficient Panning Execution Engineering Applications of Artificial Intelligence. pp. 299-304. 2007.
- WOOLDRIDGE, M. y JENNING, N. Intelligent Agents: Theory and Practices. *Knowledge Engineering Review*. Vol 10(2):115-152. 1995.
- WYNS, J. Reference Architecture for holonic manufacture system. PhD Thesis. K.U. Leuven, 1999.

## Ambiente organizacional en las unidades académicas de la UNET

### (Organizational Environment in the academic units of UNET)

Sánchez, Lilian; Guerra, Karina; Ugueto, Martha; Muñoz, Miguel; Cardozo, Neyda; Pérez, Freddy; Infante, Cora

Programa de Formación y Desarrollo del Recurso Humano,  
Decanato de Investigación. Universidad Nacional Experimental del Táchira,

San Cristóbal, estado Táchira, República Bolivariana de Venezuela,

Correo electrónico: [lksanche@unet.edu.ve](mailto:lksanche@unet.edu.ve), [kguerra@unet.edu.ve](mailto:kguerra@unet.edu.ve), [muguento@unet.edu.ve](mailto:muguento@unet.edu.ve), [mmunoz@unet.edu.ve](mailto:mmunoz@unet.edu.ve),  
[ncardozo@unet.edu.ve](mailto:ncardozo@unet.edu.ve), [fperez@unet.edu.ve](mailto:fperez@unet.edu.ve), [jj1545@cantv.net](mailto:jj1545@cantv.net)

## RESUMEN

La percepción de los trabajadores respecto al ambiente organizacional imperante en la institución a la cual pertenecen, es uno de los aspectos impactantes en la productividad organizacional. Por ello el objetivo de la investigación que sustentó el artículo, consistió en identificar los factores relevantes que condicionan el ambiente organizacional y evaluar la percepción de éstos por los integrantes de las principales unidades académicas de la UNET. El artículo es el producto de una investigación de tipo evaluativa, pues se establecieron criterios para diagnosticar el ambiente organizacional, abordándose desde el paradigma cualitativo lo cual permitió que los factores emergieran de los propios integrantes de las unidades académicas. Para desarrollarla se utilizó el diseño de investigación de campo. El contexto objeto de estudio fue el personal que labora en las unidades académicas (Decanatos de Docencia, Investigación y Extensión) de la UNET. El instrumento se aplicó en el Decanato de Docencia entre octubre 2008 y febrero 2009, en los Decanatos de Investigación y Extensión entre marzo y junio 2009. Entre los resultados obtenidos estan: los factores relevantes para la consecución de un ambiente de trabajo adecuado, agrupados en cinco dimensiones: ambiente físico, relaciones, dirección, cooperación entre integrantes y regulaciones y normas. La evaluación reflejó la existencia de microclimas, con base a los que se plantearon alternativas de mejora para optimizar el desempeño. Finalmente se identificaron los elementos base, contextualizados, para evaluar permanentemente los factores favorecederos del ambiente de trabajo contribuyendo así a enriquecer el capital intelectual de la UNET, potenciado el desempeño efectivo del personal.

**Palabras Clave:** Ambiente organizacional, desempeño, unidades académicas.

## ABSTRACT

The workers' perceptions about the organizational environment prevailing in the institution to which they belong, is one of the striking aspects in the organizational productivity. Therefore, the objective of the research that supported this article was based in the identification of relevant factors that have influence in the organizational environment and to evaluate their perception by the members of the main academic units of the UNET. The article is the product of an evaluative research, criteria for the diagnosis of the organizational environment was established, approaching from the qualitative paradigm which allowed that the factors emerge from the own members of the academic units. To the development, it was used the design of field research. The context, object of the study was the people who work in the academic units (Dean of teaching, research and extension) of the UNET. The instrument was applied in the Dean of Teaching between October 2008 and February 2009, the Deaneries of Research and Extension (both) between March and June 2009. Among the results obtained are: factors relevant to achieving a proper work environment, grouped into five dimensions: physical environment, relationships, leadership, cooperation among members and rules and regulations. The evaluation showed the existence of microclimates, based on the alternatives raised to optimize performance improvement. Finally the basic elements were identified, contextualized for continuous evaluations of the positive factors for the environmental working thereby helping to enrich the intellectual capital of UNET, boosted the effective performance of these staff.

**Key Words:** Organizational environment, performance, academic units.

## INTRODUCCIÓN

Propiciar un ambiente de trabajo armónico que estimule a la gente para la ejecución productiva de sus labores requiere de la conjugación de diversos elementos, que no depende solamente de garantizar que las mismas posean las competencias idóneas para desempeñarse en su puesto de trabajo; hay que adicionar otras variables como el hecho de que las personas tienen experiencias previas, conocimientos, rasgos de personalidad propios, aptitudes y actitudes lo cual condiciona el significado de sus percepciones y en consecuencia su comportamiento. De allí la necesidad de favorecer dentro de una organización ambientes de trabajo, donde las percepciones de la gente puedan orientar comportamientos éticos y estéticos que garanticen ambientes organizacionales que estimulen la productividad de los trabajadores.

En tal sentido para precisar los aspectos que fundamentaron la orientación de la investigación es oportuno destacar lo que precisa Rodríguez (1999) en cuanto a: El concepto de ambiente organizacional, en consecuencia, se refiere a las percepciones compartidas por los miembros de una organización respecto al trabajo, el ambiente físico en que éste se da, las relaciones interpersonales que tienen lugar en torno a él y las diversas regulaciones formales que afectan a dicho trabajo.... El clima,..., ha de ser entendido como el conjunto de apreciaciones que los miembros de la organización tienen de su experiencia en y con el sistema organizacional. Estas afirmaciones constituyen una aseveración evaluativa, una explicación valorativa de la experiencia organizacional de los miembros del sistema.

Así mismo, resulta pertinente reafirmar tales aseveraciones presentando otros puntos de vistas que igualmente convergen en que la percepción del individuo determina la valoración que este hace del ambiente organizacional, es por ello que Delgado (2006), ratifica que “De todos los enfoques sobre el concepto de clima organizacional, el que ha demostrado mayor validez es el que utiliza, como elemento fundamental, las percepciones que las personas tienen de las estructuras y procesos presentes en su organización”. Todo lo cual refleja parte del fundamento esencial que sustenta este artículo.

Por lo antes mencionado, en la UNET así como en cualquier otra organización se hace difícil hablar de un ambiente organizacional general, afirmación que se evidencia en el estudio realizado por Vázquez y Guadarrama (2001), donde en el método aplicado en la “investigación la población se agrupo siguiendo la

division del organigrama del Instituto Tecnológico... de tal manera que se pudieran obtener los microclimas de los departamentos”, enunciación que se fundamenta con la teoría de Likert (1967), mencionada por Brunet (1999), quien asevera, que en toda organización existen microclimas, ya que todas las personas perciben su ambiente laboral dependiendo de sus concepciones previas, sus experiencias y conocimientos adquiridos; por lo tanto se infiere que los factores que determinan la presencia de un ambiente laboral favorable o desfavorable pudieran variar de una unidad académica a otra dentro de la misma UNET. De allí la necesidad de conocer las percepciones del personal que forman parte de las diferentes unidades, respecto a sus ambientes de trabajo, a fin de poder generar propuestas que favorezcan el ambiente organizacional.

Considerando que la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), es una institución que se compone de unidades de investigación, extensión y departamentos de docencia, se puede indicar que al estudiar las características del ambiente en las funciones académicas existen dos aspectos importantes a destacar tal como lo indican Sánchez y García (s/f), la **multidimensionalidad** referido este aspecto a que aún cuando el concepto de ambiente se compone de variados factores ninguno de ellos es capaz de explicar o absorver la totalidad del concepto, por lo que no resulta fácil medirlo, debido la interacción que se da entre todos sus componentes y el otro aspecto que destaca es la **sectorialidad** que implica que aunque el ambiente se determine para toda la organización, este no es homogéneo, sino que puede tener variaciones importantes en las diferentes áreas de la misma, de allí que surja el concepto de “microclimas” según el cual departamentos, unidades o secciones de una misma organización pueden tener ambientes distintos.

De allí, la investigación que sustenta el presente artículo tuvo como objetivo, evaluar el ambiente organizacional percibido por el personal que labora en unidades académicas de la UNET (Docencia, Investigación y Extensión), con la intención de identificar algunas alternativas de acción para mejorar o potenciar las tendencias del ambiente encontradas, así como también precisar las características del ambiente organizacional en la UNET y generar una aproximación metodológica para su posterior medición y valoración.

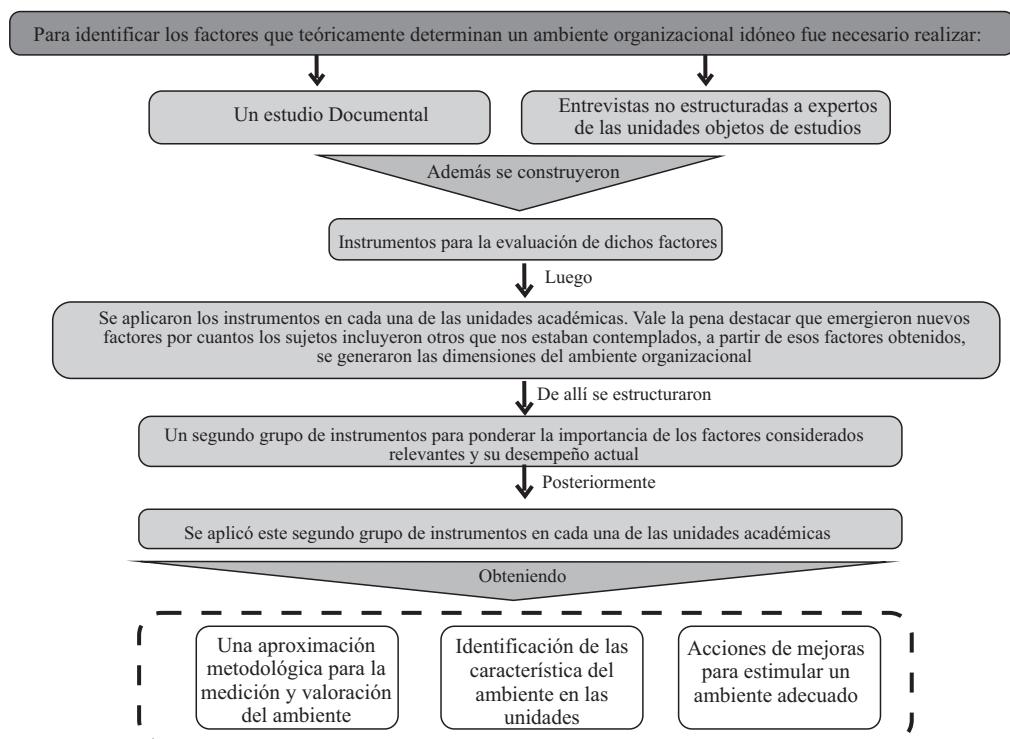
## MÉTODO

De acuerdo al objetivo que orientó la investigación que sustenta éste artículo, evaluar el ambiente organizacional percibido por el personal que conforma las principales unidades académicas de la UNET, se

consideró que se ubica como una investigación de tipo evaluativa, debido a que se establecieron criterios para diagnosticar el ambiente organizacional, se recolectaron pruebas, testimonios e informaciones; se abordó desde el paradigma cualitativo para aprovechar una de sus ventajas respecto a que los factores del estudio, emergieran de los propios integrantes de las unidades estudiadas. Así mismo, para desarrollar el plan o las estrategias que permitieron abordar la investigación en la que sustenta el artículo, se consideró pertinente usar el diseño de campo pues la información se recolectó de su contexto natural. El contexto objeto de estudio estuvo constituido por el personal que labora en las unidades académicas, adscritas a los Decanatos de Docencia, (Departamento de Ingeniería Industrial, Departamento de Matemática y Física y Departamento de Agronomía), Decanato de Investigación (Programa de Investigación en Mercadeo, Programa el Aprendizaje y la Creatividad en la Enseñanza de la Física, Programa de Calidad y Productividad Organizacional, Grupo de Investigación Arquitectura y Sociedad (Sede principal) y Laboratorio de Prototipos) y Decanato de Extensión (Coordinación de Extensión Agraria, Oficina Principal del Decanato de Extensión, Coordinación de Extensión Socio Cultural, Coordinación de Formación Permanente, Coordinación

de Extensión Industrial y Pasantías). Se diseñó un instrumento para determinar los elementos que condicionan la percepción del ambiente de trabajo en las diferentes unidades académicas de la UNET, donde en primer lugar se listaron algunos factores considerados a partir de la teoría existente sobre el ambiente organizacional, para que los integrantes de las unidades académicas seleccionaran, aquellos que consideraban determinantes para un ambiente laboral idóneo, que impacte sus conductas y desempeño dentro de la unidad a la que pertenece, además, en el mismo pudieron agregar otras alternativas no contempladas. Seguidamente, partiendo de los resultados obtenidos con el primer instrumento se construyó un segundo instrumento que permitió jerarquizar y evaluar por unidad académica el desempeño actual de los factores que los miembros de cada una de las unidades consideraron condicionantes para un ambiente de trabajo adecuado. Estos instrumentos se aplicaron en el Decanato de Docencia entre el período de octubre 2008 a febrero 2009, y en paralelo en los Departamentos de Investigación y Extensión entre marzo y junio 2009.

Finalmente, el procedimiento que se llevó a cabo para evaluar el ambiente organizacional se plasma en la figura 1.



**Figura 1.** Procedimiento aplicado para el desarrollo de la investigación

## RESULTADOS

Entre los principales resultados de la investigación que sustenta este artículo se destacaron; la identificación de los factores condicionantes y la situación actual de los mismos, para la consecución de un ambiente de trabajo adecuado en las unidades académicas de la UNET.

### Identificación de los factores relevantes para la consecución de un ambiente de trabajo adecuado, considerados por el personal que labora, en las unidades académicas de la UNET.

Inicialmente es importante señalar que de los factores relevantes obtenidos en los resultados, que son aquellos identificados por el personal de cada unidad como los necesarios para obtener un ambiente de trabajo favorable, emergieron cinco dimensiones del ambiente organizacional que permitieron clasificarlos y ordenarlos, considerando las teorías existentes de ambientes de trabajo y la percepción de los integrantes que conformaron el contexto objeto de estudio, generándose con ello dimensiones particularizadas para

el caso en estudio. En la figura 2, se muestran los factores relevantes (gris claro) para las dimensiones establecidas como “relaciones” y “ambiente físico”, así como sus correspondientes factores inmersos (blanco), los cuales representan aquellos elementos comunes para cada factor relevante.

De la misma manera en la figura 3 se muestran los factores relevantes y sus correspondientes factores inmersos para la dimensión “dirección”.

Además, en la figura 4 se muestran también las factores relevantes y sus factores inmersos para las dimensiones “regulaciones y normas” y “cooperación entre los miembros de la unidad”.

A continuación se muestra un ejemplo de los factores relevantes determinados para una de las unidades académicas del Decanato de Docencia.

**Factores Relevantes para una de las Unidades de Docencia:** En el Departamento de Ingeniería Industrial se identificaron cinco (5) factores como determinantes de la percepción del ambiente organizacional, los cuales

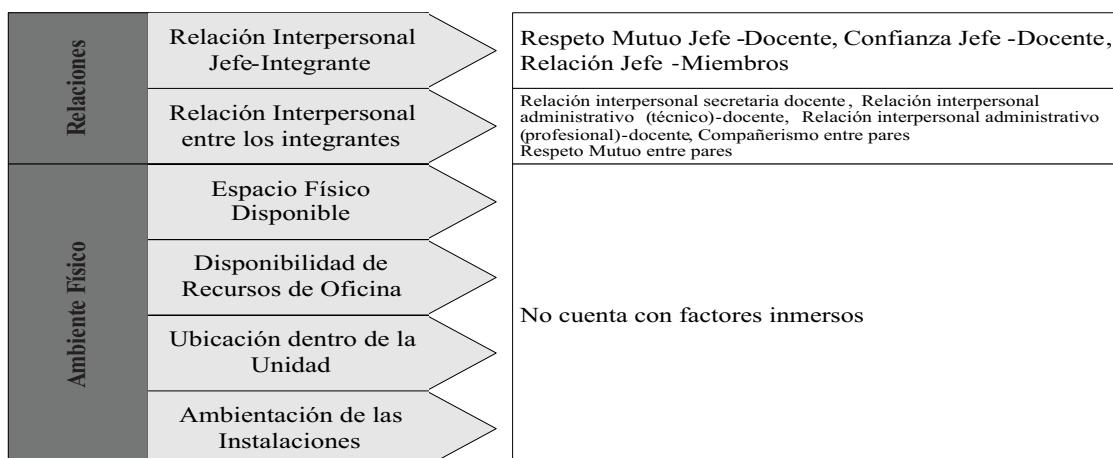


Figura 2. Factores relevantes y sus factores inmersos para las dimensiones “relación y ambiente”

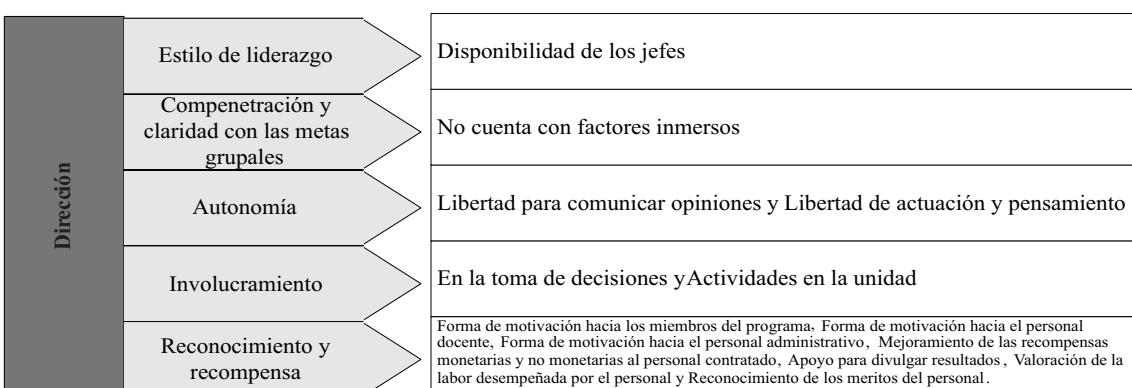


Figura 3. Factores relevantes y sus factores inmersos para las dimensiones “dirección”.

pertenecen a tres (3) de las dimensiones del ambiente organizacional, tal como se refleja en la figura 5. Es importante resaltar que dentro del factor relación interpersonal entre los integrantes están inmersos el respeto mutuo entre los docentes y la confianza entre docentes, así como dentro del factor relación interpersonal jefe-integrantes de la unidad se incluyen respeto mutuo y confianza entre jefe-docente.

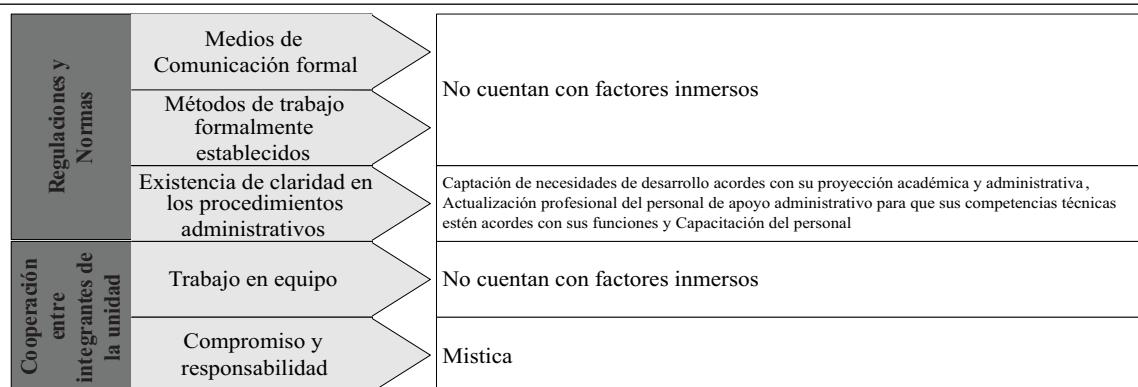
### **Situación actual de los factores determinantes de un ambiente de trabajo adecuado en unidades académicas de la UNET.**

#### **En Departamentos Académicos del Decanato de Docencia**

En la tabla 1, se muestran los factores relevantes que

condicionan el ambiente en los departamentos analizados: Ingeniería Industrial, Matemáticas y Física y Agronomía adscritos al Decanato de Docencia. En ella, a título comparativo se indica con el área sombreada aquellos factores relevantes comunes y se detallan el nivel de importancia en una escala del 1 al 5 (5 corresponde a la designación “Muy Importante”) y la percepción de la valoración del desempeño alcanzado en términos de porcentaje, con respecto a los referentes máximos. (4 y 5 desempeño Bueno y Muy Bueno).

Considerando la información mostrada en la tabla 1 se puede decir que para los departamentos de docencia analizados, los factores que ellos perciben como condicionantes del ambiente organizacional en mayor proporción, se encuentran: la relación entre jefe y



**Figura 4.** Factores relevantes y sus factores inmersos para las dimensiones “regulaciones y normas” y “cooperación entre integrantes de la unidad”.

**Tabla 1.** Nivel de Importancia y porcentaje de desempeño alcanzado en los factores relevantes de departamentos académicos adscritos al Decanato de Docencia

	Unidades	Departamento de Ingeniería Industrial		Departamento de Matemática y Física		Departamento de Ingeniería Agronómica	
		Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor	Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor	Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor
Relación	Relación interpersonal jefe -integrantes	4,31	84,44	4,64	89,44	4,29	88,33
	Relación interpersonal entre los integrantes	4,26	62,78	4,58	78,89		
Dirección	Estilo de liderazgo	4,24	80,00	4,50	83,33	4,17	71,67
	Reconocimiento y recompensa			4,44	61,11	3,92	73,33
Ambiente Físico	Disponibilidad de recursos de oficina	4,11	42,22	3,94	58,82	3,75	55,00
	Ambientación de las instalaciones	3,94	43,33			4,00	66,67
Regulaciones y normas	Existencia de claridad en los procedimientos administrativos					4,33	66,67

profesores, el estilo de liderazgo, la disponibilidad de recursos, y en porcentajes también representativos el reconocimiento y la recompensa. Así mismo, se observó que a pesar de ser una misma institución con su marco filosófico definido, entre las unidades estudiadas del sector docencia se dan percepciones diferentes de sus integrantes respecto a cada una de las dimensiones, lo cual pudiera inducir a pensar en la presencia de microclimas.

### En Unidades Académicas del Decanato de Investigación

En las unidades académicas analizadas del Decanato de Investigación, tal como se señala en la tabla 2, se destacó, los factores relevantes y comunes del ambiente, en las diversas unidades que lo integran, así mismo la valoración y jerarquización asignada por los sujetos objeto de estudio, lo cual permitió establecer la tendencia del ambiente de trabajo.

Así mismo, se puede decir que para las unidades analizadas del sector investigación los factores que ellos

perciben como condicionantes del ambiente organizacional en mayor proporción, se encuentran: la relación entre jefe y profesores, el estilo de liderazgo, el involucramiento en la toma de decisiones y en las actividades de la unidad; también se detectó que semejante a lo identificado en las unidades analizadas en el decanato de docencia a pesar de ser una misma institución, entre las unidades estudiadas se dan percepciones diferentes de sus integrantes respecto a cada una de las dimensiones, lo cual reafirma la presencia de microclimas.

### En Departamentos Académicos del Decanato de Extensión

En Extensión y según los resultados de la tabla 3, se observa al igual que en las otras unidades académicas, los factores relevantes y comunes del ambiente, su valoración y jerarquización establecida por los sujetos objeto de estudio, permitiendo establecer la tendencia del ambiente de trabajo.

Y por último respecto a todas las dimensiones analizadas con sus respectivos factores, se puede decir

**Tabla 2.** Nivel de Importancia y porcentaje de desempeño alcanzado en los factores relevantes de departamentos académicos adscritos al Decanato de Investigación

	Unidades	Programa de Investigación en Mercadeo		Programa: El Aprendizaje y la Creatividad en la Enseñanza de la Física		Programa de Calidad y Productividad Organizacional		Grupo de Investigación Arquitectura y Sociedad		Laboratorio de Prototipos	
		Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor	Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor	Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor	Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor	Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor
Relación	Factores Relevantes										
	Relación interpersonal jefe -integrantes	4,67	93,33	4,80	96,00	4,00	87,50	4,50	93,33	4,20	96,00
Dirección	Relación interpersonal entre los integrantes	4,67	90,00							4,20	88,00
	Estilo de liderazgo	4,33	90,00			4,38	77,50	4,33	86,67	5,00	92,00
	Involucramiento	4,25	76,67	3,40	80,00	4,88	85,00	4,00	73,33	4,80	84,00
	Reconocimiento y recompensa	4,33	73,33	3,60	76,00	4,56	57,50	3,92	71,67	4,40	76,00
	Autonomía					4,88	87,50			5,00	100,00
Ambiente Físico	Compenetración y claridad con las metas grupales			4,20	88,00						
	Espacio Físico disponible	4,50	33,33					4,17	83,33	4,40	84,00
	Disponibilidad de recursos de oficina	4,33	70,00	3,00	72,00	4,38	67,50	3,83	70,00	4,40	72,00
	Ubicación dentro de la Universidad	3,67	56,67								
Regulaciones y normas	Ambientación de las instalaciones	4,50	36,67							4,20	80,00
	Métodos de trabajo formalmente establecidos	4,00	66,67								
	Existencia de claridad en los procedimientos administrativos	4,33	60,00	3,80	88,00	4,63	72,50			4,50	60,00
Cooperación entre integrantes de la unidad	Trabajo en equipo			4,80	92,00					4,40	76,00
	Compromiso y responsabilidad de los compañeros de la unidad en el cumplimiento de sus labores	4,83	60,00			4,88	82,50				

que alcanzaron niveles que favorecen (color azul) al ambiente laboral, al igual que aquellos factores considerados como de desempeño desfavorables (color rojo), también son pocos, por lo que se puede afirmar que es factible trabajar en acciones que ayuden a mejorar la percepción del ambiente organizacional en pro de alcanzar mayores niveles de desempeño organizacional, tal y como lo afirman Mujica y Pérez (2007) “Todo gerente debe tener presente la influencia que ejerce el clima sobre el desempeño organizacional”

A partir de los desempeños observados, a continuación en la figura 6, se muestran algunas acciones identificadas como prioritarias para mejorar y mantener el desempeño de los factores relevantes en la descripción del ambiente laboral a través de las dimensiones que emergieron del estudio realizado, puesto que el ambiente laboral no depende de un solo factor, sino que es el resultado de la conjunción de una serie de elementos que deben ser agrupados, tal y como lo afirma Likert citado por García (2009). “el clima es multidimensional”.

**Tabla 4.** Escala de valoración a partir del % de desempeño de los factores identificados como más importantes

Desempeño (%)	Descripción	Código
1 - 55	Desfavorable	Rojo
> 55 <= 75	Mejorable	Amarillo
> 75 <= 90	Satisfactorio	Verde
> 90	Favorable	Azul

Dimensiones	Docencia	Extensión	Investigación
Relación	<b>Relaciones interpersonales entre Jefe e integrantes de la unidad.</b> Emular de los programas, grupo y laboratorio de investigación, la forma de conformación, organización, dirección y funcionamiento		<b>Relaciones interpersonales entre Jefe e integrantes de la unidad.</b> Mostrar experiencias de forma de conformación, organización, dirección y funcionamiento a otras dependencias académicas.
Dirección	<b>Relación interpersonales entre los integrantes</b> Promover eventos de integración académica y social entre los integrantes de las unidades		
	<b>Estilo de liderazgo</b> Reforzar el estilo empleado al momento de la investigación mediante formación y capacitación de los aspirantes a cargos de dirección en las unidades académicas		
	<b>Reconocimiento y recompensa</b> Diseñar y establecer un sistema de reconocimiento y recompensas al personal con base a la evaluación de desempeño, institucional, grupal y personal, adecuado a cada una de las funciones académicas con perspectiva integradora.	<b>Involucramiento</b> Promover la participación del personal en las actividades de cada unidad y en la toma de decisiones. Orientar el trabajo en equipo.	<b>Involucramiento</b> Reforzar la participación del personal en las actividades de cada unidad en la toma de decisiones
Ambiente Físico	<b>Ambientación de las instalaciones y disponibilidad de recursos</b> Promover el trabajo académico de los profesores y estudiantes en empresas que colaboren con la institución y en actividades de mantenimiento y mejora de los sistemas internos de la universidad	<b>Ambientación de las instalaciones y disponibilidad de recursos</b> Promover convenios y proyectos con entes externos como empresas, dependencias gubernamentales que permitan la consecución de recursos	
	<b>Espacio físico disponible</b> Realizar un inventario de asignación y ocupación de cubículos y otros espacios. Generar espacios comunes para actividades de atención a estudiantes y usuarios de la comunidad y cubículos para trabajo individual		
Regulaciones y Normas		<b>Claridad en los procedimientos administrativos</b> Crear, divulgar y poner en práctica un programa de nacionalización y simplificación de los procedimientos administrativos con principios de simplicidad, claridad, proximidad y agilidad de los mismos	

**Figura 6.** Acciones de mejora para los diferentes Unidades académicas analizadas

**Tabla 3.** Nivel de Importancia y porcentaje de desempeño alcanzado en los factores relevantes de las unidades adscritas al Decanato de Extensión.

	Unidades	Coordinación de Extensión Agraria		Oficina Principal del Decanato de Extensión		Coordinación de Extensión Socio Cultural		Coordinación de Formación Permanente		Coordinación de Extensión Industrial y Pasantías	
	Factores Relevantes	Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor	Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor	Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor	Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor	Nivel Importancia del factor	Porcentaje Desempeño del factor
Relación	Relación interpersonal jefe -integrantes	4,33	79,00			4,63	72,50	4,50	81,00	4,60	96,00
	Relación interpersonal entre los integrantes	4,48	80,51			4,52	81,08			4,53	91,92
Dirección	Estilo de liderazgo	4,63	78,00	4,78	77,78	4,38	57,50	4,67	75,56	4,80	88,00
	Involucramiento	3,68	65,00			4,32	67,50	3,95	69,00	4,10	76,00
	Reconocimiento y recompensa	4,08	69,67	4,39	55,56	4,73	55,83	4,37	56,32	4,90	76,00
Ambiente Físico	Disponibilidad de recursos de oficina	4,20	66,67					4,30	68,00	4,60	44,00
	Espacio Físico disponible			4,33	57,50	4,63	87,50	4,40	62,00	4,40	40,00
	Ambientación de las instalaciones	4,25	65,00	4,44	80,00			4,20	64,00	4,60	40,00
Regulaciones y normas	Métodos de trabajo formalmente establecidos	4,72	79,00							4,00	72,00
	Existencia de claridad en los procedimientos administrativos	4,00	53,33	4,43	49,27	4,88	75,00	4,23	62,68	4,40	60,00
Cooperación entre integrantes de la unidad	Compromiso y responsabilidad de los compañeros de la unidad en el cumplimiento de sus labores.					5,00	87,50	5,00	89,00		

que para las coordinaciones analizadas del sector extensión los factores que ellos perciben como condicionantes del ambiente organizacional en mayor proporción, se encuentran: la relación entre jefe e integrantes y entre ellos mismos, el estilo de liderazgo, el reconocimiento y recompensa, el involucramiento en la toma de decisiones, la claridad en los procedimientos, el espacio físico y la ambientación de las instalaciones. En tal sentido persiste lo que se ha observado en las otras unidades académicas que a pesar de ser una misma institución se evidencia la presencia de microclimas.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez obtenidos los resultados relacionados con los factores condicionantes para un ambiente de trabajo adecuado y el diagnóstico que arrojó su importancia y valoración, se hizo necesario establecer lo siguiente:

**Alternativas de Mejoras para los factores relevantes que condicionan el ambiente laboral en los sectores estudiados:** Partiendo de los factores condicionantes del ambiente de trabajo en unidades académicas de la UNET, los cuales coincidieron en algunos aspectos con los esbozados por Litwin y Stringer (1968), citados por

Marín (2003), como es el caso de la dimensión Regulaciones y Normas que coincide en su intención con la dimensión Estructura, establecida por Litwin y Stringer (ob. Cit) puesto que para ambos las mismas significan la percepción de los integrantes de la organización, sobre la cantidad de reglas, procedimientos, normas y obstáculos; así mismo se ve reflejado en la dimensión Dirección que involucra las dimensiones Responsabilidad y Recompensa establecidas por Litwin y Stringer (ob. Cit) puesto que corresponden a la autonomía en la toma de decisiones y la recompensa recibida por el trabajo, a su vez es necesario resaltar que dos de las dimensiones que emergieron de esta investigación coinciden en su denominación y definición como son la Relación y la Cooperación; y con el propósito de orientar la generación de acciones tendientes a favorecer el ambiente organizacional, se planteó en la tabla 4, una escala de valoración a partir del desempeño (%), de los diferentes factores identificados como más importantes por los sujetos que conforman el contexto de estudio.

Partiendo de los factores condicionantes del ambiente que emergieron de manera común, para el 100% y el 80% respectivamente, en las unidades de cada sector estudiado, se destaca, que son escasos los factores

## **CONCLUSIONES**



# **Estudio comparativo de la influencia del abastecimiento de agua en las actividades económicas de La Fría, Venezuela y Mairena del Aljarafe, España**

## **(Comparative study of the influence of water supply in the economic activities of La Fría, Venezuela and Mairena del Aljarafe, Spain)**

**Lara, Mayra<sup>1</sup>, Cárdenas, Ana<sup>1</sup>, Zambrano, Lisbeth<sup>1</sup>, Navarro, Jesús<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Experimental del Táchira,  
San Cristóbal, República Bolivariana de Venezuela, estado Táchira,  
Correos electrónicos: [mlara@unet.edu.ve](mailto:mlara@unet.edu.ve), [anasharelys@hotmail.com](mailto:anasharelys@hotmail.com), [lisza3001@hotmail.com](mailto:lisza3001@hotmail.com),  
[jrauleeha@hotmail.com](mailto:jrauleeha@hotmail.com)

### **RESUMEN**

Las deficiencias en el suministro de agua potable, son parte de una realidad que se extiende a nivel mundial. En Hispanoamérica, las comunidades de La Fría en Venezuela y Mairena del Aljarafe en España, representan casos representativos de situaciones donde puede analizarse el manejo del recurso agua en contextos similares aunque en continentes distintos. Se seleccionan como caso de estudio dentro del marco del convenio establecido entre la Universidad Nacional Experimental del Táchira UNET y la EEHA (Sevilla). Son varias las similitudes en cuanto a sus pautas de desarrollo y crecimiento; ambas poblaciones constituyeron en 1950 núcleos rurales con dependencia económica de la agricultura y ganadería. En las décadas subsiguientes se convirtieron en núcleos urbanos con desarrollo industrial, incrementando la demanda del recurso hídrico y la presión para garantizar el abastecimiento. En este trabajo se comparan las incidencias de los sistemas de abastecimiento empleados por las distintas actividades económicas en las regiones de estudio con el propósito de proponer las alternativas necesarias a ser implementadas por las empresas hidrológicas responsables de la prestación del servicio de agua potable en ambas ciudades. El diseño de esta investigación fue de campo y documental, haciendo uso del método comparativo a través del contraste de temas paralelos, lo cual facilitó el estudio del proceso histórico en el espacio y en el tiempo, permitiendo obtener propuestas dirigidas a contribuir a la mejora de los procesos de abastecimiento en ambas localidades, extrapolables a otras comunidades.

**Palabras Clave:** Agua potable, actividades económicas, hispanoamérica

### **ABSTRACT**

The deficiencies in the supply of drinking water are part of a reality that extends worldwide. In Spanish America, the communities Mairena del Aljarafe in Spain and La Fría in Venezuela, account representative cases of situations where you can analyze water resource management in similar contexts but in different continents. They were selected as a case study within the framework of the agreement between the Universidad Nacional Experimental del Táchira UNET and EEHA (Seville). There are several similarities in their patterns of development and growth, both populations formed in 1950 rural communities with economic dependence on agriculture and livestock. In subsequent decades became urban with industrial development, increasing demand of water resources and pressure to ensure supply. This paper compares the impact of supply systems used by different economic activities in the study regions in order to propose alternatives needed to be implemented by water companies responsible for providing potable water service in both cities. The design of this research field and documentary, using the comparative method through the contrast of parallel threads, which facilitated the study of the historical process in space and time, allowing to obtain several proposals to help improve supply processes in both locations, extrapolated to other communities.

**Key Words:** Drinking water, economic activities, Spanish America

## INTRODUCCIÓN

Los crecientes niveles de contaminación y escasez del agua, han contribuido al incremento de la presión por garantizar la calidad del recurso hídrico en los procesos de suministro. Esto se evidencia en el estudio realizado en España por (Lerner y Maziero, 1998) que determinó que: "un 85% de los pozos utilizados para la captación de agua colapsaron en 1990 debido a la sobreexplotación de los acuíferos y también por la ausencia de medidas que permitieran establecer una gestión integrada de las aguas superficiales junto con las aguas subterráneas".

Es por ello que el uso del agua subterránea, como fuente de abastecimiento para el desarrollo de las actividades domésticas y económicas, es de importancia fundamental, siempre que se explote de forma racional junto con el agua superficial, ya que actúa como una fuente alterna para el suministro del recurso hídrico, debido a sus características físicas, químicas, biológicas y relativo bajo costo de manejo.

En Hispanoamérica, en 1950 las poblaciones de La Fría en Venezuela y Mairena del Aljarafe en España, como característica común, representaban asentamientos rurales con actividades económicas basadas en la agricultura y la ganadería, utilizando sistemas de abastecimiento de agua basados en la explotación de acuíferos mediante pozos. En las décadas subsiguientes se convirtieron en núcleos urbanos con desarrollo industrial, incrementando la demanda del recurso hídrico y la presión para garantizar el abastecimiento. (Alcaldía del municipio García de Hevia, 2008) y (Diputación Provincial de Sevilla, 2008).

La Fría pertenece a la cuenca del lago de Maracaibo que tiene una comunicación con la bahía del Tablazo, que permite un intercambio muy pobre entre las aguas del Lago y las de la bahía. Esta cuenca debe considerarse, independientemente del caudal de sus ríos, como de muy baja capacidad de dilución dado que los aportes de los afluentes se concentrarían fuertemente en las aguas del Lago (MINAMB, 2006).

Mairena del Aljarafe es un municipio localizado de la provincia de Andalucía, la cual posee más del 90% de la cuenca del Río Guadalquivir localizada al sur de la Península Ibérica, esta cuenca comprende una extensión de 57.527 km<sup>2</sup> (Junta de Andalucía, 2009).

Un aspecto que debe resaltarse para entender el punto de partida de la evolución del uso del agua en estas poblaciones es que tanto La Fría (Venezuela) como Mairena del Aljarafe (España) presentan relieve llano, con leves pendientes que facilitan la infiltración y consecuente enriquecimiento de los acuíferos dependiendo de la precipitación existente en la zona, a la

par que ofrecen buenas condiciones para los asentamientos poblacionales y prácticas agrarias específicas como la ganadería o el cultivo de gran variedad de especies agrícolas, actividades con una alta demanda de agua (Morales, 2006).

En las comunidades de estudio se han presentado deficiencias en cuanto a calidad y cantidad en el suministro; generando racionamiento, almacenamiento del agua en condiciones insalubres, mala imagen del organismo encargado del abastecimiento de agua y quejas por parte de los pobladores. Se evidencia problemas administrativos en cuanto a la supervisión y monitoreo constante de las actividades planificadas, que se une a los problemas ya mencionados.

Se destacan los aspectos relacionados con la explotación de aguas subterráneas que tal como destaca Llamas (2004) presupone una falta de conciencia sobre este hecho, que es la causa de los conflictos sociales y políticos, por lo que propone la concienciación de los gestores de recursos hídricos para lograr un desarrollo sostenible, hacer cumplir la legislación respectiva y favorecer la creación de instituciones para la gestión colectiva de acuíferos.

En el desarrollo del trabajo se realizó una investigación sistemática de distintos aspectos relacionados con el desarrollo de estas comunidades, siendo la influencia en las actividades económicas el tópico escogido para desarrollar el estudio comparativo en este artículo, desarrollado como una investigación dentro del convenio existente entre la Escuela de estudios hispanoamericanos cuya sede se encuentra en Sevilla, España y la Universidad Nacional Experimental del Táchira, ubicada en el estado Táchira, Venezuela.

## MÉTODO

El nivel de la investigación realizada es descriptivo, centrado en la recolección de datos que muestran la realidad social y evolución en el tiempo de las técnicas utilizadas para el abastecimiento del agua en la población de La Fría y Mairena del Aljarafe.

Para resolver al problema planteado, se utilizaron como estrategias el diseño de Campo y Documental; haciendo énfasis en el de Campo debido a que la información se recopiló directamente en las zonas de estudio donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna. De igual forma se hizo uso del método comparativo, a través del contraste de temas paralelos, lo cual facilita el estudio del proceso histórico en el espacio y en el tiempo. Practicar el método comparativo, consiste en buscar la información existente, para explicar las similitudes y las diferencias

que ofrecen dos series de datos tomadas de medios sociales distintos; esta definición se refiere al contenido mismo del método comparativo (Cardoso y Pérez, 1999).

El primer paso para el desarrollar este trabajo fue la revisión bibliográfica que abarca la descripción de los términos implicados en el estudio, las explicaciones concernientes a los sistemas de abastecimiento de agua, las fuentes de recursos hídricos, su importancia y desarrollo en Venezuela y España. Se consultaron textos relacionados con hidrología subterránea y abastecimiento de agua (Custodio y Llamas, 1983; Price, 2003; Terán, 2003), valoración económica de los recursos hídricos en España (Cortez, 2001), así como también, en la idea de dar un enfoque sistemático al análisis planteado se revisaron documentos de temáticas como la salud de los pueblos y su relación con el suministro de agua (Navarro, 2007) y desarrollos urbanos en zonas de aguas subterráneas (Sereno, 2002).

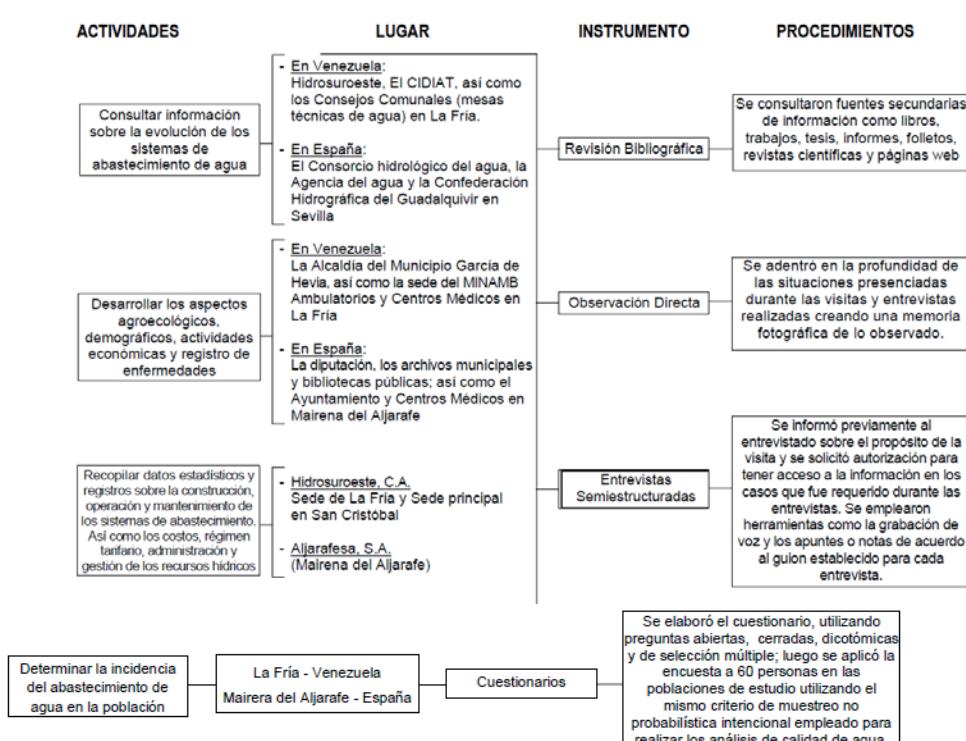
Se llevaron a cabo entrevistas de tipo no estructurada en organismos como el Ministerio del Ambiente, Hidrosuroeste y los Consejos Comunales en La Fría y el Consorcio Hidrológico del Agua y la Confederación Hidrológica del Guadalquivir en Sevilla.

Paralelamente, se realizaron visitas a la Alcaldía del municipio García de Hevia en La Fría así como la diputación, archivos municipales y el ayuntamiento de Mairena del Aljarafe; con el propósito de verificar

aspectos relacionados con la evolución de las actividades económicas, los recursos hídricos y el suministro de agua desde 1950 hasta la actualidad.

La figura 1, muestra un esquema de la metodología seguida en la investigación, en la que se consideró como población en estudio, los sistemas de abastecimiento de agua correspondientes a La Fría en Venezuela y Mairena del Aljarafe en España, constituyen la población. Las muestras se consideran no probabilísticas, ya que no se requirió de una representatividad de elementos de una población, sino de una elección de sujetos que ofrecieran un aporte significativo para la recolección y análisis de datos, estas suponen un procedimiento de selección informal (Hernández, *et al.* 2003).

Posteriormente, se establecieron las similitudes y diferencias del abastecimiento de agua y el desarrollo de las actividades económicas en las poblaciones de estudio en los tres períodos considerados (1950 a 1979, 1980 a 1999 y 2000 a 2008), estos lapsos se corresponden con puntos críticos coincidentes en ambas poblaciones en cuanto a cambios relacionados con el abastecimiento de agua, principalmente por cambios en las actividades económicas y en los sistemas de abastecimiento de agua, debido entre otras cosas a modificaciones en las fuentes disponibles del recurso hídrico, aumentos de demanda y disponibilidad de agua.



**Figura 1.** Procedimiento metodológico en resumen

Luego de obtener la información respectiva por medio de los diferentes instrumentos metodológicos se procedió a realizar una comparación de los cambios encontrados en cada situación partiendo de un origen común, dos poblaciones en un medio inicialmente rural que cambian a ser núcleos con una mayor actividad industrial, en medio de cambios drásticos en el abastecimiento de agua, en períodos de tiempo similares.

Como fue manejada la gestión del recurso y cuál fue la dinámica actividad económica-abastecimiento de agua en cada uno de estas poblaciones se comparó de forma tal que pudiesen extraerse a lo largo del tiempo las repercusiones que en cada caso tuvo esta interacción, y hasta hoy día cuales serían los pro y los contras encontrados en cada caso, de forma tal de establecer una retroalimentación basada en el estudio de los casos mencionados y su comparación.

## RESULTADOS

En el abastecimiento del recurso hídrico existe una influencia recíproca de diferentes factores que evolucionan en el tiempo y que permiten establecer causas y consecuencias de los cambios producidos en todo el sistema. Por ejemplo, puede apreciarse la forma en que los sectores productivos (primario, secundario y terciario) que identifican la economía de una región cambian en el tiempo y la relación que existe con la demanda del recurso hídrico.

El abastecimiento de agua en Venezuela desde 1950, ha venido presentando deficiencias como roturas de tuberías, colapso de plantas de tratamiento, variaciones de la calidad del agua de las fuentes, interrupción en el suministro eléctrico, así como actos de vandalismo y sabotaje, ocasionando en muchos casos la interrupción total o parcial del servicio.

Antes de que se iniciara la crisis en ese decenio, los

mayores esfuerzos estuvieron dirigidos a suprir las necesidades de agua, a través de la construcción de embalses y nuevos sistemas regionales de abastecimiento. Sin embargo, el deterioro de los sistemas de distribución debido a la falta de mantenimiento y rehabilitación de los acueductos construidos, constituyó costes muy elevados para el presupuesto dispuesto por el Estado.

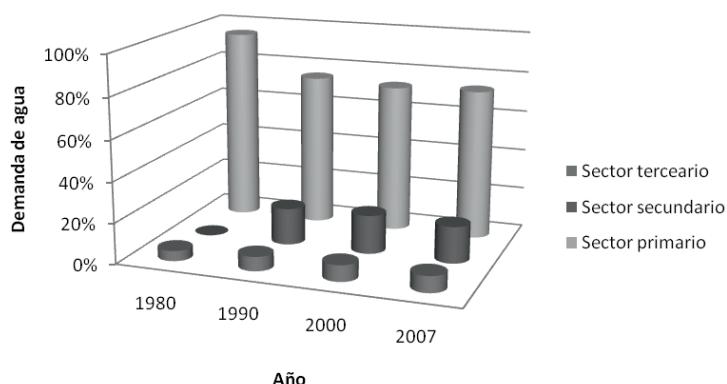
En el caso de España, el sistema de abastecimiento de agua fue evolucionando y aportando respuestas a los problemas que surgían: mayor presión, suministro permanente, mejora de la potabilidad a través de la utilización de filtros y cloración; así como, la distribución a toda la población. Mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable supuso afrontar soluciones desde la perspectiva económica, política, jurídica y empresarial (Matés, 2003).

En las primeras etapas históricas, según Matés (2003) se adoptaron soluciones aisladas y lineales, como la construcción de pozos, aljibes o la distribución de agua a través de aguadores. Todas éstas, se caracterizan por ser costosas e insuficientes ya que benefician a una reducida población.

Posteriormente, se adoptan medidas a nivel general con el fin de resolver problemas y ofrecer respuestas colectivas. En este caso, tanto las economías de escala como los usos públicos del agua (riego de calles y jardines, incendios, entre otros), adoptan sistemas e infraestructuras que puedan ofrecer servicios colectivos.

### Periodo 1950-1979

En éste período la base de la economía de La Fría se centraba en las actividades de ganadería y agricultura. A finales de la década de los 70 el sector primario demandaba más del 90% del agua destinada para el desarrollo económico de la región, como se observa en la figura 2.



**Figura 2.** Demanda de agua de los sectores productivos en la Fría, Venezuela.

Las buenas condiciones del suelo que existían para entonces permitían el cultivo de un gran número de rubros agrícolas (hortalizas, legumbres y algunas frutas) y la explotación de los pastizales para la cría de ganado. (Alcaldía del municipio García de Hevia, 2009).

En Mairena del Aljarafe la principal actividad económica desarrollada en éste período fue la agricultura. Andalucía es conocida por sus sembradíos de olivos para la producción de aceite. Si se quiere aumentar la productividad de estos cultivos la demanda de agua es mayor, a finales de la década de los 70 superaba el 90% del agua utilizada para el desarrollo económico de la región, tal como se muestra en la figura 3, aun cuando el sistema de riego secano empleado en zonas de baja pluviosidad no requiere mucha agua pero esto implica una disminución en la producción. La ganadería también se explotaba aunque en menor proporción. (Escaleras, 1990).

Puede observarse entonces, que ambas ciudades presentaban actividades económicas similares, siendo en ésta época dos núcleos netamente rurales dedicados al cultivo agrícola y la ganadería. Cabe destacar que en la agricultura la demanda de agua es mayor, por tanto se explica de esta forma también los problemas de escasez que existían en ambas ciudades al final de éste período, lo cual obligaba a que los productores construyeran pozos en sus haciendas.

En este período existen puntos críticos en las dos ciudades estudiadas. Se producen aumentos significativos en la demografía, actividades económicas, y en otros factores que afectan directamente el servicio prestado por parte de los entes encargados del suministro de agua potable. Por esta razón los problemas de escasez se ven acentuados en las dos ciudades y el sistema de abastecimiento evoluciona de diferente forma para cada caso.

Al comenzar éste período ambas poblaciones tenían su base económica en actividades agropecuarias. En La Fría continuaba la ganadería y la agricultura. (Alcaldía del municipio García de Hevia, 2008) y en Mairena del Aljarafe la principalmente la agricultura (Escaleras, 1990).

En la década de los 90', las dos ciudades comenzaron a industrializarse, generando una mayor demanda de agua. A principios de esta década, en la Fría se formó la zona industrial, donde se desarrollaron algunas actividades de construcción y metalúrgica principalmente, con una demanda del 18% respecto al resto de los sectores productivos. Estas actividades se fueron diversificando, a finales del período abarcaban un rubro más amplio donde se desarrollaron algunos asentamientos de industrias nacionales de refresco,

cerveza y otra variedad de productos. (Alcaldía del municipio García de Hevia, 2009)

Por su parte, en Mairena del Aljarafe se empezó en la década de los 90' el proyecto de construcción del Polígono Industrial y de Servicios del Aljarafe (PISA). En este parque se buscaba ubicar una gran variedad de industrias y empresas ofertantes de bienes y servicios. La principal industria que se estableció en este polígono fue la industria del ensamblaje de vehículos, misma que se convirtió a finales de la década en la principal fuente económica de los habitantes de la ciudad. A pesar de que se presentaron variaciones en la demanda del recurso hídrico en los distintos sectores productivos (Figura 2), la cantidad de agua destinada para el uso industrial y comercial no aumento significativamente, ya que en ninguna de estas nuevas actividades es empleada como materia prima dentro del proceso productivo (Herrera, 2008).

Se encuentra entonces una diferencia importante en las actividades económicas de las ciudades estudiadas. Aunque en La Fría se presentó un desarrollo industrial, las principales actividades económicas para finales del período continuaban siendo la agricultura y la ganadería (Alcaldía del municipio García de Hevia, 2008); por otro lado, en Mairena del Aljarafe el desarrollo industrial trajo consigo la transformación de la ciudad en una pequeña urbe cuyas principales actividades económicas pasaron a ser la oferta de bienes y servicios conjuntamente con la actividad industrial; pasando la agricultura a un tercer plano, aunque se seguía desarrollando. (Diputación Provincial de Sevilla, 2008)

Puede observarse entonces, que a finales del intervalo de tiempo estudiado ambas ciudades presentan actividades económicas diferentes por lo que la demanda del recurso hídrico en este sentido presenta diferencias considerables y la conciencia ambiental como influye en ambos casos.

Para entonces, en la agricultura se demandaba aproximadamente el 70% del agua consumida a nivel mundial, mientras que en la actividad industrial sólo se alcanza el 5% de ésta (Contreras, 2003); entonces por un lado, La Fría al ser una ciudad de actividades predominantemente agropecuarias, presentaba una demanda asociada mucho mayor que la que se tenía para entonces en Mairena del Aljarafe, donde sus actividades económicas predominantes no requerían grandes cantidades del recurso.

Este punto podría explicar en cierto modo la creciente escasez de agua en La Fría a finales del período y la ausencia del problema en Mairena del Aljarafe, ya que las demandas del recurso eran muy distantes en este sentido.

## Periodo 2000-2008

Actualmente, la principal actividad económica en La Fría se encuentra representada en la ganadería donde la carne y la producción de leche. Para el año 2007 se estima que la demanda era del 74% (figura 1) del agua suministrada para el desarrollo económico de la región. (Alcaldía del municipio García de Hevia, 2009)

En este sentido, considerando la evolución económica de la ciudad, aunque ahora se desarrollan diversas actividades, la principal la sigue constituyendo el sector agrario, como lo ha sido desde la fundación de la ciudad y evidentemente en los últimos 50 años por lo que la demanda de agua se ha mantenido.

La industria de la construcción y la metalúrgica se ha seguido desarrollando constituyendo también una actividad económica relevante, en este sentido, la ubicación estratégica de la ciudad representa una gran ventaja en el sector ya que favorece la salida de los productos elaborados en la zona hacia el resto del estado Táchira y el centro del país. (Alcaldía del municipio García de Hevia, 2009)

La zona industrial de la ciudad se ha desarrollado considerablemente en los últimos 8 años y actualmente convergen allí diferentes actividades, las cuales en su conjunto superan el 30% del agua requerida por los distintos sectores productivos en La Fría. Las principales industrias ubicadas en la zona son: carbón mineral, asfalto y granzón, gas propano, combustible, refrescos y agua, cerveza y malta. (Alcaldía del municipio García de Hevia, 2009)

Por otro lado, Mairena del Aljarafe ha experimentado una evolución en todos los sentidos, y el sector económico ha sido tanto motor de cambio como consecuencia de todo el proceso de transformación en el tejido empresarial de la ciudad. Es por lo que hoy, Mairena del Aljarafe es una ciudad que ha pasado de mantener una base económica plenamente agraria a considerarse una urbe dedicada al sector servicios que ha logrado mantener el germen agrario sobre el que se sustentó desde que llegaran los primeros pobladores romanos: el olivo. (Herrera, 2007).

Actualmente, el terreno que sigue estando reservado al cultivo leñoso, que en este caso está dedicado exclusivamente al olivar de aceituna de mesa, es de 500 hectáreas aproximadamente dentro del término municipal. Es por esto por lo que aún continúan existiendo varias empresas dedicadas a la producción aceitunera en las cuales se emplean técnicas de cultivo en secano para disminuir el consumo de agua, lo que ha contribuido a una demanda de agua de 10% por parte de este sector primario de la economía de Mairena del Aljarafe.

Sin embargo, no es ésta ya la principal actividad económica que se desarrolla en esta región, sino el comercio en general de artículos personales y de uso doméstico y las empresas derivadas del mundo del motor. Les siguen los servicios empresariales, la actividad inmobiliaria, la construcción, la hostelería y actividades de servicios prestados a la comunidad y de servicios personales.

En este último sector juega un papel protagonista el Parque Industrial y de Servicios Aljarafe (PISA), cuyo proyecto se empezó en el período anterior y es actualmente un espacio que consigue integrar con gran equilibrio su aspecto más empresarial con un crecimiento sostenible sustentado en la ubicación de múltiples zonas industriales y de prestación de servicios (Herrera, 2007).

En este sentido puede apreciarse la diferencia que se origina a partir de las actividades económicas predominantes en cada ciudad. Por un lado la Fría sigue siendo una ciudad donde la base económica es el sector agropecuario, por tanto la demanda de agua para sus actividades es superior a la que se origina en Mairena del aljarafe, donde el comercio se convirtió en la principal fuente de ingresos de sus habitantes, lo que reduce la demanda del servicio hídrico para este tipo de actividades.

Por lo tanto, el abastecimiento del recurso en La Fría presenta en este sentido más complicaciones, pues la demanda para las actividades económicas es superior lo que hace que la empresa encargada del suministro enfrente una mayor demanda global y una capacidad para responder a la misma considerablemente inferior, haciendo más difícil solucionar el problema de escasez.

Resalta en este periodo el papel de la cooperativa Buenaguía, conformada por el personal técnico que labora en la estación de cloración de La Fría, participando también en la operación y mantenimiento de los pozos. Con ello además de generar empleo a la población, también se facilita transmitir experiencias vividas por empleados anteriores que han trabajado en la explotación de aguas subterráneas y de esta manera se evita cometer los mismos errores.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La evolución de las actividades económicas ha determinado la demanda de agua en las dos ciudades a lo largo del tiempo. En principio se tenían demandas similares en este sentido, pero estas evolucionaron en forma diferente. Por un lado en Mairena del Aljarafe las actividades agropecuarias pasaron a un tercer plano, siendo superadas por el comercio y la industria

(principalmente del automóvil), cuyo consumo de agua es mucho menor. En La Fría, continúa produciéndose una alta demanda del recurso para la actividad económica pues siguen predominando las actividades agropecuarias, aunque se ha desarrollado una importante actividad industrial.

Las actividades agropecuarias demandan más del 65% del agua de consumo a nivel mundial, un valor muy alto si se compara con el 10% constituido por las actividades el comercio y la industria (Contreras, 2003). En este sentido, el sistema de abastecimiento en la ciudad de La Fría se ha visto influenciado directamente por los altos valores en la demanda del servicio para esta actividad económica.

A esto se suma la gran diferencia en el uso del recurso para la actividad, en Mairena del Aljarafe el consumo medio de agua en la agricultura está alrededor de los 0,41/s/ha (Herrera, 2008), mientras que en La Fría el gasto promedio es de 11/s/ha (Colmenares, 2007), que origina una gran diferencia en la demanda global del recurso originada para cada caso.

Lo anteriormente planteado tiene relación con la ausencia del control en este tipo de consumo en La Fría, al facturar el agua utilizada para riego de acuerdo con el área regada y no con el volumen consumido se descarta un incentivo en la búsqueda de eficiencia en el uso del recurso por parte de los productores. Por otro lado, en Mairena del Aljarafe, al efectuarse un control sobre el agua usada en estas actividades, se obliga a los productores a buscar alternativas para el uso eficiente del recurso, promoviendo el cultivo de olivos a través de técnicas que permiten conservar la humedad en el suelo y disminuir el consumo de agua (estas técnicas disminuyen la producción).

El poco control ejercido en las actividades agrícolas ha sido un problema que enfrentaron ambas ciudades, que para la década de los 80 hizo que el acuífero de Mairena del Aljarafe no pudiera seguir siendo explotado por sus altas concentraciones de nitratos originadas por la filtración del agua contaminada con productos químicos. En La Fría, los residuos agrícolas aunque no han llegado a contaminar el acuífero, han originado que los recursos superficiales no puedan ser usados en el abastecimiento del agua a la población.

En este sentido, se aprecia un aspecto muy importante del actual abastecimiento en las dos ciudades que es necesario destacar, la ausencia de la integración ordenada de las aguas subterráneas y superficiales en el sistema de recursos contemplados por las empresas encargadas de la gestión de dicho abastecimiento.

En Mairena del Aljarafe, la empresa encargada sólo aprovecha el agua superficial suministrada por

EMASESA para abastecer a la ciudad, dejando de lado los recursos de agua subterránea. Este fenómeno contrasta con la tendencia más acentuada de la planificación hidrológica y territorial de los países desarrollados, en los que las aguas subterráneas se protegen como fuente prioritaria de los abastecimientos urbanos de calidad. En cualquier caso, este hecho pone en evidencia un potencial indiscutible y poco aprovechado para flexibilizar el suministro y reducir la presión sobre los recursos superficiales. En un reciente informe técnico del Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGE) se demuestra que el acuífero del Aljarafe se encuentra en proceso de recuperación y que su principal problema es la contaminación por nitratos, cuya concentración supera los 50mg/l permitidos para el agua potable, sin embargo ante un problema grave de sequía el tratamiento de esta agua sería una alternativa viable para dar solución a las comunidades.

En La Fría, la empresa que abastece de agua a la ciudad basa su suministro sólo en la explotación y extracción de aguas subterráneas. Se produce entonces una dependencia del acuífero, y no se busca como alternativa un tratamiento a los recursos superficiales que permita reducir la presión sobre el este y prevenir que éste sea en algún momento declarado sobreexplotado o baje la calidad y cantidad del agua que se extrae.

Entonces, la ausencia de la integración de recursos superficiales y subterráneos en el abastecimiento de agua trae consigo en ambos casos problemas de presión en un solo recurso. Sin embargo, es en La Fría donde este problema se ve más acentuado, la dependencia única de aguas subterráneas, trae consigo problemas de escasez al no tener otras alternativas en caso de cortes eléctricos, y no poseer el número de pozos necesarios ni producir el caudal apto para el abastecimiento de toda la población.

## CONCLUSIONES

Por medio de la descripción del contexto histórico en el cual evolucionaron los sistemas de abastecimiento de agua en las poblaciones estudiadas, se determinó que en ambos casos se produjeron cambios en la gestión del recurso hídrico con gran repercusión sobre el desarrollo de las actividades y la situación actual del suministro de agua. En La Fría el cambio central fue solo en la administración y en Mairena del Aljarafe se cambió la base del sistema de abastecimiento de fuentes de agua subterráneas a superficial. Las incidencias de los aspectos socioeconómicos en el suministro de agua potable han sido un factor determinante en el abastecimiento del recurso hídrico en La Fría y Mairena del Aljarafe, donde el incremento exponencial de la

población y el desarrollo de actividades económicas (industrialización), conllevaron a aumentar la presión en las empresas responsables del servicio de agua potable, para satisfacer las crecientes demandas del recurso hídrico. La respuesta de los entes encargados se ha dirigido fundamentalmente a satisfacer la demanda, sin embargo, la forma de abordar la problemática presenta ventajas y desventajas en cada caso, por ejemplo, es vital controlar el consumo de agua en actividades económicas, haciendo que los productores busquen alternativas que permitan el uso eficiente del recurso. Instalar contadores en las casas y darle un valor económico más elevado al agua para de esta manera reducir el consumo doméstico y mejorar la cultura del agua, es uno de las medidas que pueden tomarse como referencia de la administración del Aljarafe. Un aporte importante sobre gestión en La Fría es el manejo comunitario del sistema, ya que si se realiza en forma correcta, genera una forma de desarrollo basada en la autogestión y el compromiso de la comunidad, lo que podría ser un aspecto a tomar en cuenta por los gestores del agua en Mairena del Aljarafe.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCALDÍA DEL MUNICIPIO GARCÍA DE HEVIA. Perfil Histórico del municipio García de Hevia. Táchira, Venezuela. 2008.
- CARDOSO, C. y PÉREZ, H. Los Métodos de la Historia. Sevilla, España: Universidad Pablo Olivades. 1999.
- COLMENARES, P. Estudio del uso agrícola del agua en la región Andina de Venezuela. Trabajo de pregrado, Universidad de los Andes, Mérida Venezuela. 2007.
- CONTRERAS, R. El agua y el desarrollo humano. Trabajo de postgrado, Universidad de Cataluña, Barcelona España.2003.
- CORTEZ, J. Valoración económica de los recursos hídricos en España. Valencia, España: Editorial Epica. 2001.
- CUSTODIO, E. y LLAMAS, M. Hidrología Subterránea. Barcelona, España. Editorial: Omega. 1983.
- DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SEVILLA. Anuario Estadístico de la Provincia de Sevilla. Sevilla, España. 2008.
- ESCALERAS, R. Sociabilidad y Asociacionismo: Estudio de la antropología social en el Aljarafe Sevillano. Diputación de Sevilla. Sevilla, España. 1990.
- HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. Metodología de la Investigación. México, D.F. México: McGraw-Hill Interamericana. 2003.
- HERRERA, T. Inventario de los Archivos Municipales de Mairena del Aljarafe. Ayuntamiento de Mairena del Aljarafe. Sevilla, España. 2008.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. Informe Andarríos. Consejería de medio Ambiente. Obtenido de Word Wide Web Site. <http://www.juntadeandalucia.es>. 2009.
- LERNER, J. y MAZIERO, A. Aguas superficiales y subterráneas: retos y oportunidades. (Fundación Botín). Valencia, España: Mundiprensa. 1998.
- LLAMAS, M. La gestión de las aguas subterráneas y los conflictos sociales relativos al plan hidrológico nacional. [Trabajo de grado de maestría en línea]. Obtenido de Word Wide Web Site: [www.rac.es/ficheros/doc/00011.pdf](http://www.rac.es/ficheros/doc/00011.pdf). 2004.
- MATÉS, J. Estudio de la evolución y cambio en el abastecimiento urbano del sistema clásico al moderno. [Trabajo de grado de maestría en línea]. Obtenido de Word Wide Web Site: [www.unizar.es/eueez/cahe/mates.pdf](http://www.unizar.es/eueez/cahe/mates.pdf). 2003.
- MINAMB. Ministerio del Poder Popular del Ambiente Recursos hídricos de Venezuela. Fundambiente. Caracas, Venezuela. 2006.
- MORALES, R. Influencia del Relieve en las prácticas agrícolas. Trabajo de postgrado, Universidad Internacional de Andalucía, Sevilla España. 2006.
- NAVARRO, G. Entre el recuerdo y la historia; Agua y salud en el Aljarafe en la primera mitad del siglo XX. Universidad de Sevilla. Sevilla, España. 2007.
- PRICE, M. Agua subterránea.(Noriega). México, D.F. México: Limusa S.A. 2003.
- SERENO, M. Definición de criterios y normas para el establecimiento de nuevos centros urbanísticos localizados en zonas de reservas de aguas subterráneas. Tesis de Grado, Escuela de Ingeniería Geológica. Universidad de los Andes. Mérida Venezuela. 2002.
- TERÁN, P. Comparación de métodos para determinación de perímetros de protección de pozos y su aplicabilidad en algunos pozos del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de El Vigía, estado Mérida. Trabajo de pregrado, Universidad de los Andes, Mérida Venezuela. 2003.

# Mapas conceptuales y manipulación sensorial de modelos físicos elementales: una estrategia para la enseñanza-aprendizaje de dinámica rotacional

## (A strategy for the teaching-learning of rotational dynamic using static concept maps and elementary physical models)

Téllez, Neyra; Ramírez, María; Sanabria, Irma; Aspée, Mario

Decanato de Investigación, Departamento de Matemática y Física

Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, República Bolivariana de Venezuela

Correo electrónico: [ntellez@unet.edu.ve](mailto:ntellez@unet.edu.ve)

### RESUMEN

Reportes de investigaciones previas realizadas por los autores de este artículo, han reflejado algunas dificultades que los estudiantes presentan para el aprendizaje de las ciencias, siendo una de ellas que los estudiantes no logran la comprensión de conceptos abstractos relacionados con dinámica rotacional de cuerpos rígidos y no encuentran relación con el mundo fenoménico que ellos pueden ver y manipular. Estos hallazgos han conducido al diseño y aplicación de nuevas estrategias para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de este tema. Este trabajo describe una estrategia concebida en la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) para la asignatura de Física I, específicamente en el tema de rígidos y dinámica rotacional. Esta estrategia se concibió para ayudar al alumno a construir su propio conocimiento acerca de este tema mediante el uso permanente de mapas conceptuales estáticos y la utilización de modelos físicos elementales que a través de la manipulación sensorial, facilitan al alumno la transición de lo abstracto a lo concreto para la comprensión de la dinámica rotacional. La estrategia se aplicó durante dos semestres con resultados satisfactorios y se presenta como una alternativa válida que puede ser empleada en otros temas o asignaturas de ciencia para aprender conceptos abstractos.

**Palabras Clave:** Mapas conceptuales estáticos, modelos físicos elementales.

### ABSTRACT

Previous research made by the authors of this paper have shown several difficulties students face in science learning, being one of them that students cannot understand abstract concepts related to rotational dynamics of rigid bodies and see no relation with the phenomenal world they can see and manipulate. These findings lead to the design of a new strategy in order to facilitate the teaching and learning process of this topic. This paper describes a strategy designed at the Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) for the teaching and learning process of Physics I, specifically in the topic Rigid and Rotational dynamics. This strategy is orientated to help student to build his own knowledge about the topic by means of static concept maps and the use of elementary physics models to allow sensorial manipulation of objects, which may facilitate the transition in student's thought from abstract to concrete thinking. The strategy has been used along the last two academic terms with satisfactory results. This represents a valid alternative which may be used in other themes or subjects to learn abstract concepts.

**Key Words:** Static concept maps, elementary physics models.

## INTRODUCCIÓN

Los alumnos de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) enfrentan algunos problemas para el aprendizaje de la Física y de la ciencia en general, lo cual ha llevado a generar diversas investigaciones que buscan detectar los problemas concretos que tienen y a proponer diversos caminos para su solución. En esa constante búsqueda se ha determinado claramente que los alumnos tienen dificultades para: (a) comprender situaciones abstractas; (b) captar la globalidad de una situación; (c) establecer relaciones entre los diversos conceptos. (Ramírez de M., 2003; Aspée, 2003)

Estas dificultades se evidencian en el estudio del tema de rígidos y dinámica rotacional, pues los alumnos perciben su estudio como una sucesión de temas con poca relación entre ellos, sin lograr establecer las conexiones entre los conceptos involucrados y las situaciones problemáticas planteadas o en la realidad.

De igual modo, los alumnos tienen dificultad para visualizar un cuerpo rígido representado en una figura, se les dificulta entender cómo y porqué ocurre una rotación, una traslación o un movimiento combinado de rotación y traslación. Esto se debe, en nuestra opinión, a que los alumnos desarrollan un pensamiento lineal de la física y conceptos intuidos como si fueran planos, desconectados en muchos aspectos de la realidad que nos circunda y sin relación con la tridimensionalidad que la caracteriza.

Se piensa que es fundamental para el futuro ingeniero que estos temas sean debidamente comprendidos por él. Por ello, se justifica cualquier estrategia que ayude al alumno a conseguir un aprendizaje significativo de los mismos.

Para facilitar la construcción del conocimiento existe una herramienta heurística como lo es el mapa conceptual, cuya eficacia ha sido debidamente comprobada con los múltiples aportes presentados en los diversos congresos internacionales desarrollados sobre el tema. En el caso de Física se han desarrollado estrategias de cómo usar los mapas conceptuales para facilitar el aprendizaje de esta ciencia (Ramírez de M. y Sanabria, 2004), y para usar tanto los mapas conceptuales como la V de Gowin en el trabajo del laboratorio de Física (Sanabria y Ramírez de M., 2004). En ambos casos, las experiencias resultaron exitosas.

En cuanto a, proporcionar nuevas oportunidades de aprendizaje en las que el alumno pueda manipular objetos reales que le sirvan para la comprensión del tema de rígidos y la dinámica rotacional, se ha demostrado que el

proceso de enseñanza-aprendizaje de algunos temas de la Física puede ser facilitado por la manipulación de objetos y la utilización de mapas conceptuales (Sanabria y Ramírez de M., 2004), por lo que resulta adecuado el uso de objetos sencillos como modelos físicos elementales para que los alumnos los manipulen, visualicen y comprendan el comportamiento de un cuerpo rígido sometido a la acción de fuerzas y torques.

Por todo lo anterior se decidió investigar la posibilidad de diseñar una estrategia para la enseñanza-aprendizaje de dinámica rotacional que incorporase el uso de mapas conceptuales y la manipulación de objetos físicos elementales de modo que les permitiera a los alumnos: (a) Comprender la relación entre los diversos conceptos relacionados con el movimiento de un cuerpo rígido; (b) Utilizar los mapas conceptuales para identificar algún fenómeno en particular de movimiento de un cuerpo rígido y decidir las expresiones matemáticas correspondientes a aplicar; (c) Facilitar el aprendizaje de los conceptos de dinámica rotacional a través de la visualización y manipulación de objetos y/o modelos físicos elementales.

### Mapa Conceptual

Es un recurso esquemático diseñado por Novak que sirve para presentar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones (Novak y Gowin, 1988). Consiste de una serie de *conceptos* unidos a través de *palabras enlace* para formar *proposiciones* que son oraciones que tienen un valor de verdad. De las uniones de diversas proposiciones se van formando las estructuras conceptuales.

Para los autores los mapas conceptuales son muy útiles pues facilitan una adecuada relación entre la percepción de un hecho, su representación conceptual y la conceptualización del mismo (Ramírez, Aspée, Sanabria y Téllez, 2009). Igualmente estos mapas, por ser un buen resumen de lo que se está estudiando, fomentan en el alumno el pensamiento reflexivo, la creatividad y el espíritu crítico (Ramírez de M., 2005).

En vista de lo favorecedor que resulta el uso de esta herramienta se han elaborado mapas conceptuales de algunos temas de Física I, son usados para ayudar al estudiante a comprender conceptos y dar significado a estructuras conceptuales más complejas y son usados por el profesor como organizadores previos que orientan el desarrollo del proceso de aprendizaje y también para hacer síntesis de lo aprendido (Ramírez de M. y Sanabria, 2004).

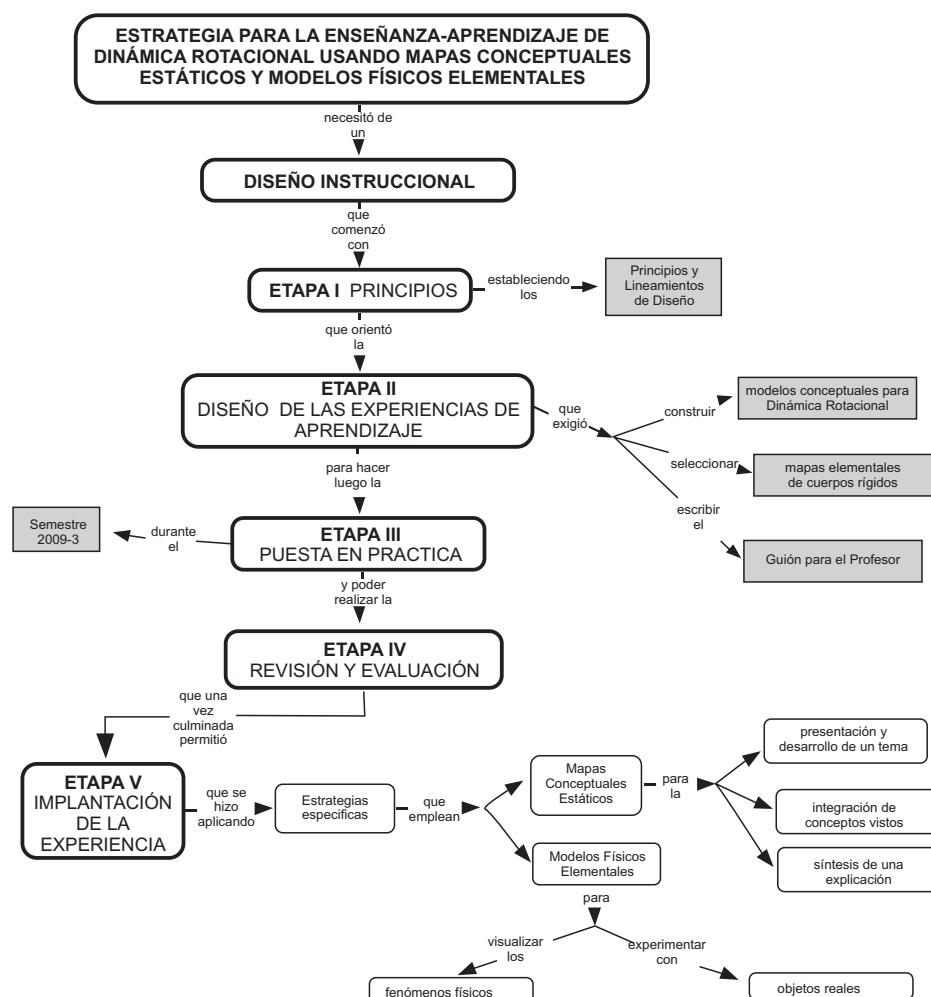
## MÉTODO

- Se desarrolló una estrategia que incorporó el uso de:
- objetos de la vida real** para la comprensión de diversos fenómenos, pues la manipulación de estos objetos le facilita al estudiante la visión tridimensional del cuerpo rígido y pueden servir como recurso para la comprensión del comportamiento de éste cuando es sometido a la acción de fuerzas y torques.
  - mapas conceptuales estáticos**, que reflejan el conocimiento aceptado (Aspée, Ramírez de M, Sanabria y Tellez, 2007) en relación con el tema de rígidos, además de proporcionar una representación visual que ayuda al alumno a captar de manera global los diversos conceptos.

En el diseño de la estrategia y la puesta a prueba de la experiencia se siguió la metodología del diseño instruccional (Rowntree, 1976) por lo que se establecieron las siguientes etapas (Figura 1):

- Etapa I: Principios
- Etapa II: Diseño de las experiencias de aprendizaje
- Etapa III: Puesta en práctica (prueba)
- Etapa IV: Revisión y evaluación
- Etapa V: Desarrollo de la experiencia

**Etapa I: Principios y lineamientos.** En la Tabla 1 se presentan los principios que orientaron el desarrollo de las estrategias.



**Figura 1.** Mapa conceptual de la estrategia

**Tabla 1.** Principios que orientaron el desarrollo de las estrategias

Contenido	Propósito	Lineamientos de Diseño
Cuerpo rígido y momento de inercia	<b>Incorporación de Mapas Conceptuales (MC)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar una pequeña práctica sobre MC para que puedan ser comprendidos y usados a lo largo del curso como apoyo.</li> <li>• Usar MC para ayudar al alumno a comprender la teoría y establecer relaciones entre los diversos conceptos referidos a cuerpos rígidos.</li> <li>• Elaborar los MC para cada uno de los tópicos del tema de rígidos.</li> <li>• Promover el uso de los MC del tema de rígidos durante la resolución de situaciones problemáticas.</li> </ul>
Torque y Ley de Newton para cuerpos rígidos (sólo Rotación)	<b>Uso de Modelos Físicos elementales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar la teoría con simulaciones adecuadas que permitan la manipulación de objetos físicos, para que el alumno observe lo que ocurre y pueda hacer predicciones.</li> <li>• Incorporar ejemplos de situaciones en las que el alumno pueda experimentar con objetos reales simples (ej. un cuaderno) que se puedan manipular fácilmente (ej. con la mano), para visualizar y, de ser posible, para sentir como están ocurriendo los movimientos, percibir las fuerzas y entender los torques correspondientes.</li> </ul>
Movimiento de un Cuerpo Rígido y Cinemática rotacional		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar al alumno la oportunidad de construir modelos físicos más complejos (ej. de un sistema formado por una esfera-varilla-cilindro), usando elementos tales como: pelotas de goma (esferas sólidas), palitos de madera (varillas), envases de refresco (cilindros huecos), etc., para que puedan observar torques, momentos de inercia y rotaciones.</li> </ul>

**Etapa II: Diseño de las experiencias de Aprendizaje.** Se elaboraron los mapas para cada tópico y se seleccionaron modelos elementales para simular cuerpos rígidos de mayor complejidad. También se elaboró un guión para el profesor que describe detalladamente cada una de las estrategias.

**Etapa III: Puesta en práctica.** Se aplicó en pequeños grupos, probando cada estrategia en el semestre 2009-3.

**Etapa IV: Revisión y evaluación.** El diseño de las experiencias de aprendizaje fue producto de un proceso recursivo de revisión realizado por expertos en

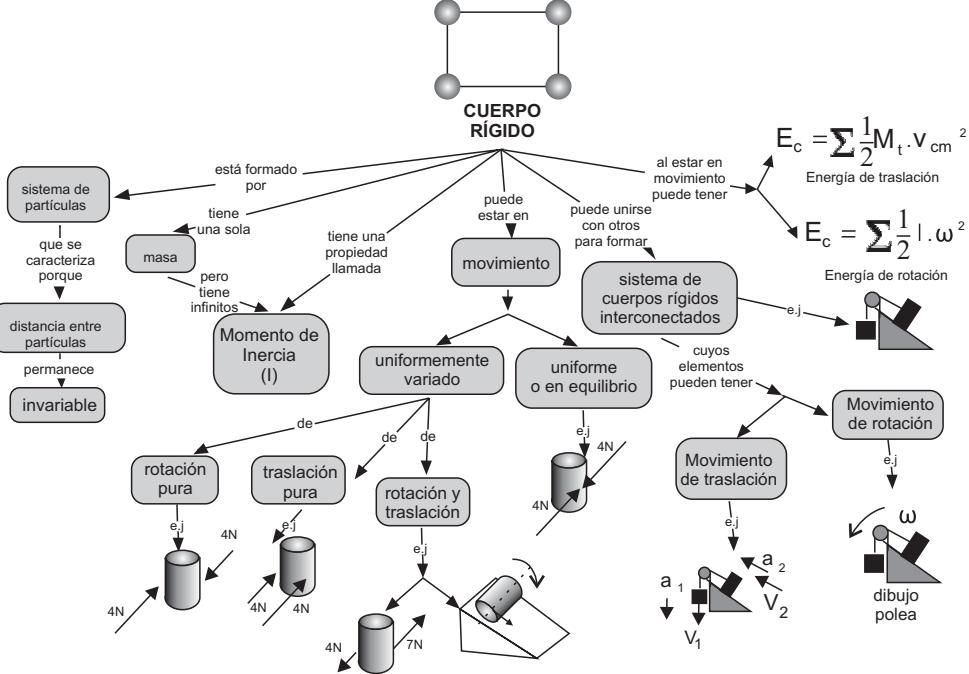
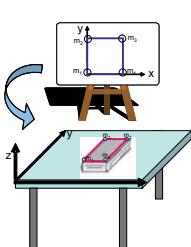
habilidades cognitivas, expertos en contenido y estudiantes.

**Etapa V: Desarrollo de la experiencia.** La experiencia se realizó durante dos semestres consecutivos (2010-1, 2010-3) con alumnos regulares de Física I y fue bien recibida por ellos.

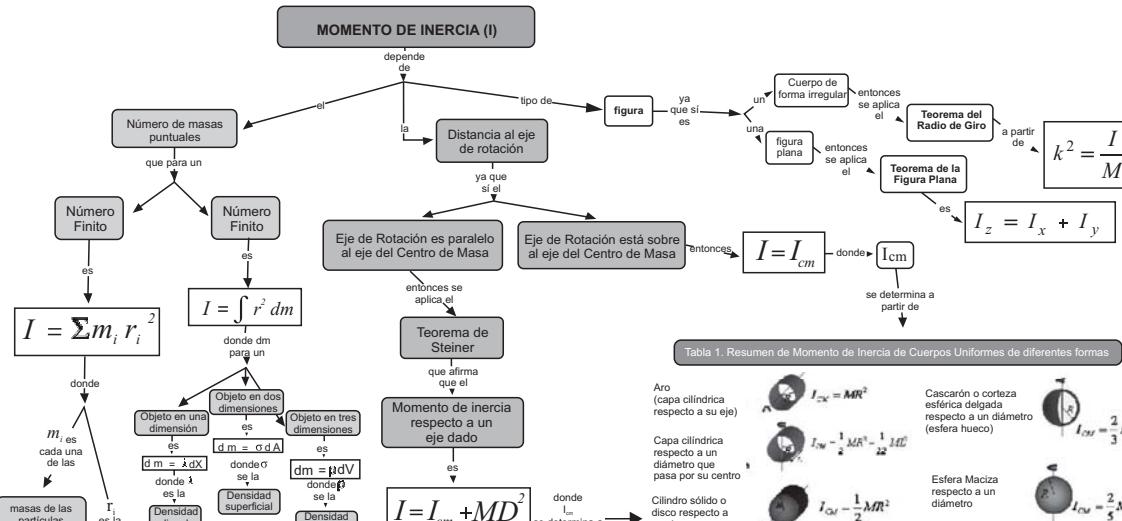
#### Las estrategias

La tabla 2. presenta cada estrategia (para ser usada por el profesor):

**Tabla 2.** Estrategias Usadas

Cuerpo Rígido	ACCIONES DEL PROFESOR	ACCIONES DEL ESTUDIANTE
	1. Se define cuerpo rígido (CR).	
	2. Se les solicita a los alumnos que indiquen ejemplos de CR, haciendo uso de los objetos ubicados en su mesa.	2.1 Los alumnos revisan si, de acuerdo a la definición de CR, los ejemplos indicados corresponden o no a un CR.
	3. Se entrega a los alumnos el mapa conceptual de CR	3.1 Los alumnos revisan en detalle el mapa conceptual entregado por el profesor.
<b>Mapa conceptual de Apoyo</b>		
 <p><b>Objetos Físicos:</b> • Borrador, lápices, cuadernos, calculadora, palitos de madera.</p>		
Momento de Inercia	ACCIONES DEL PROFESOR	ACCIONES DEL ESTUDIANTE
	1. Se define momento de inercia (I).	
	2. Se dibuja en la pizarra un CR sencillo Ejemplo: un CR constituido por cuatro varillas de longitud determinada y cuatro masas conocidas.	
		
	3. Se les pide a los alumnos que simulen el CR, dibujado en la pizarra, usando su cuaderno.	3.1 Los alumnos colocan en los vértices de la tapa de su cuaderno cuatro puntos (de plastilina) que representen las masas y simulando las varillas como las líneas del borde del cuaderno.

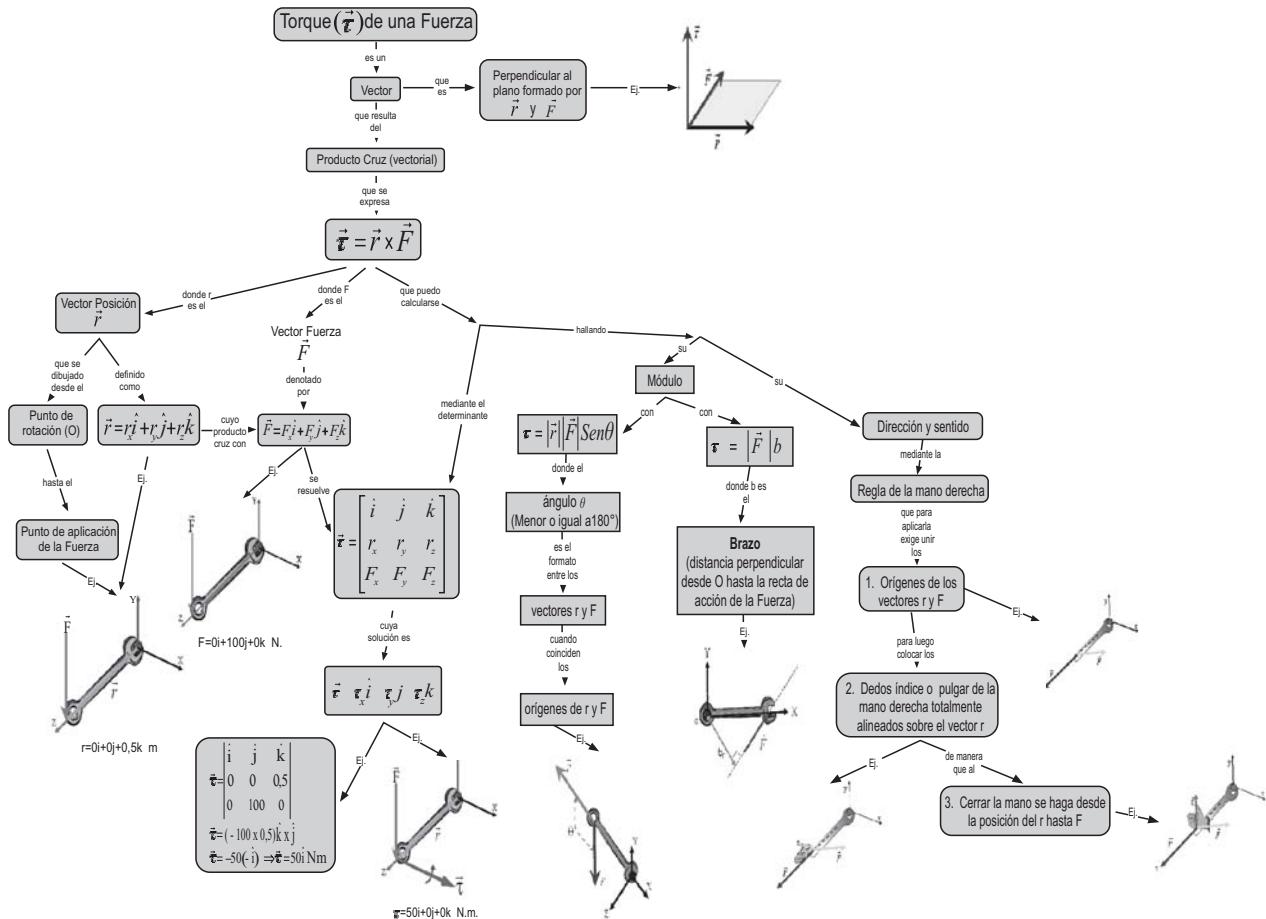
## Continuación...

Momento de Inercia	ACCIONES DEL PROFESOR	ACCIONES DEL ESTUDIANTE																	
	<p>4. Se les pide que asigan un sistema de coordenadas “XYZ”, al CR simulado en su cuaderno</p> <p>5. Se indica a los alumnos que el CR simulado puede rotar entorno a cualquiera de los ejes del sistema de coordenadas “XYZ”, se les sugiere que escogen un eje y que realicen la rotación del CR entorno al eje escogido.</p> <p>6. Se explica como determinar el momento de inercia (<math>I</math>) para este tipo de CR. El profesor muestra el cálculo del <math>I</math> respecto a uno de los ejes de rotación (por ejemplo <math>I_x</math>).</p> <p>7. Se pide a los alumnos que hagan el cálculo de <math>I</math> para los demás ejes de rotación.</p> <p>8. Se les pide a los alumnos que comparan los momentos de inercia calculados y que revisen que sucede con la masa del CR.</p> <p>9. Se entrega a los alumnos el mapa de momento de inercia y se inicia una discusión del tema.</p>	<p>4. 1 Los alumnos representan el sistema de coordenadas “XYZ”, sobre el CR simulado.</p>  <p>5. 1 Los alumnos hacen rotar el CR en torno a cada eje de coordenadas. Con esta actividad los alumnos “sienten” el efecto de las distintas rotaciones y por ende la existencia de los diversos momentos de inercia.</p> <p>7.1 Los alumnos realizan los respectivos cálculos de los momentos de inercia del CR.</p> <p>8.1 Los estudiantes deducen que un CR tiene una sola masa e infinitos momentos de inercia (<math>I</math>) y observan que <math>I</math> depende de algunos factores.</p> <p>9.1 Los alumnos revisan con el profesor los conceptos involucrados y reflexionan sobre lo experimentado con el CR simulado y sobre el cálculo el momento de inercia para este tipo de CR.</p>																	
	<h3>Mapa Conceptual de Apoyo</h3>  <p><b>MOMENTO DE INERCIA (<math>I</math>)</b></p> <p>Depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de masas puntuales</li> <li>Distancia al eje de rotación</li> </ul> <p>Tipos de figura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuerpo de forma irregular: se aplica el Teorema del Radio de Giro.</li> <li>Figura plana: se aplica el Teorema de la Figura Plana.</li> </ul> <p>Relaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Número Finito → <math>I = \sum m_i r_i^2</math></li> <li>Número Finito → <math>I = \int r^2 dm</math></li> <li><math>I = \int r^2 dm</math> → donde <math>dm</math> para un:</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objeto en una dimensión: <math>dm = \sigma x</math> → <math>I = \int \sigma x^2 dx</math></li> <li>Objeto en dos dimensiones: <math>dm = \sigma dA</math> → <math>I = \int \sigma r^2 dA</math></li> <li>Objeto en tres dimensiones: <math>dm = \rho dV</math> → <math>I = \int \rho r^2 dV</math></li> </ul> <li>Eje de Rotación es paralelo al eje del Centro de Masa → <math>I = I_{cm} + MD^2</math> → donde <math>I_{cm}</math> se determina a partir de:</li> <li>Eje de Rotación está sobre al eje del Centro de Masa → <math>I = I_{cm}</math> → donde <math>I_{cm}</math> se determina a partir de:</li> <li>Teorema de Steiner: que afirma que el:</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aro (capa cilíndrica respecto a su eje): <math>I_{cm} = MR^2</math></li> <li>Capa cilíndrica respecto a un diámetro que pasa por su centro: <math>I_{cm} = \frac{1}{2}MR^2 + \frac{1}{12}I_{cm}^2</math></li> <li>Cilindro sólido o disco respecto a su eje: <math>I_{cm} = \frac{1}{2}MR^2</math></li> <li>Cilindro Macizo respecto a un diámetro que pasa por su centro: <math>I_{cm} = \frac{1}{4}M(R^2 + \frac{1}{12}I_{cm}^2)</math></li> <li>Cilindro hueco respecto a su eje: <math>I_{cm} = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)</math></li> <li>Varilla delgada con respecto a un eje perpendicular que pasa por su centro: <math>I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2</math></li> </ul> </ul> <p>Resumen de Momento de Inercia de Cuerpos Uniformes de diferentes formas:</p> <table border="1"> <caption>Tabla 1. Resumen de Momento de Inercia de Cuerpos Uniformes de diferentes formas</caption> <tbody> <tr> <td>Aro (capa cilíndrica respecto a su eje)</td> <td><math>I_{cm} = MR^2</math></td> </tr> <tr> <td>Capa cilíndrica respecto a un diámetro que pasa por su centro</td> <td><math>I_{cm} = \frac{1}{2}MR^2 + \frac{1}{12}I_{cm}^2</math></td> </tr> <tr> <td>Cilindro sólido o disco respecto a su eje</td> <td><math>I_{cm} = \frac{1}{2}MR^2</math></td> </tr> <tr> <td>Cilindro Macizo respecto a un diámetro que pasa por su centro</td> <td><math>I_{cm} = \frac{1}{4}M(R^2 + \frac{1}{12}I_{cm}^2)</math></td> </tr> <tr> <td>Cilindro hueco respecto a su eje</td> <td><math>I_{cm} = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)</math></td> </tr> <tr> <td>Varilla delgada con respecto a un eje perpendicular que pasa por su centro</td> <td><math>I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2</math></td> </tr> <tr> <td>Cascarón o corteza esférica delgada respecto a un diámetro</td> <td><math>I_{cm} = \frac{2}{3}MR^2</math></td> </tr> <tr> <td>Esfera Maciza respecto a un diámetro</td> <td><math>I_{cm} = \frac{2}{5}MR^2</math></td> </tr> <tr> <td>Placa regular maciza</td> <td><math>I_{cm} = \frac{1}{12}k(c^2 + \delta^2)</math></td> </tr> </tbody> </table>	Aro (capa cilíndrica respecto a su eje)	$I_{cm} = MR^2$	Capa cilíndrica respecto a un diámetro que pasa por su centro	$I_{cm} = \frac{1}{2}MR^2 + \frac{1}{12}I_{cm}^2$	Cilindro sólido o disco respecto a su eje	$I_{cm} = \frac{1}{2}MR^2$	Cilindro Macizo respecto a un diámetro que pasa por su centro	$I_{cm} = \frac{1}{4}M(R^2 + \frac{1}{12}I_{cm}^2)$	Cilindro hueco respecto a su eje	$I_{cm} = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)$	Varilla delgada con respecto a un eje perpendicular que pasa por su centro	$I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2$	Cascarón o corteza esférica delgada respecto a un diámetro	$I_{cm} = \frac{2}{3}MR^2$	Esfera Maciza respecto a un diámetro	$I_{cm} = \frac{2}{5}MR^2$	Placa regular maciza	$I_{cm} = \frac{1}{12}k(c^2 + \delta^2)$
Aro (capa cilíndrica respecto a su eje)	$I_{cm} = MR^2$																		
Capa cilíndrica respecto a un diámetro que pasa por su centro	$I_{cm} = \frac{1}{2}MR^2 + \frac{1}{12}I_{cm}^2$																		
Cilindro sólido o disco respecto a su eje	$I_{cm} = \frac{1}{2}MR^2$																		
Cilindro Macizo respecto a un diámetro que pasa por su centro	$I_{cm} = \frac{1}{4}M(R^2 + \frac{1}{12}I_{cm}^2)$																		
Cilindro hueco respecto a su eje	$I_{cm} = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)$																		
Varilla delgada con respecto a un eje perpendicular que pasa por su centro	$I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2$																		
Cascarón o corteza esférica delgada respecto a un diámetro	$I_{cm} = \frac{2}{3}MR^2$																		
Esfera Maciza respecto a un diámetro	$I_{cm} = \frac{2}{5}MR^2$																		
Placa regular maciza	$I_{cm} = \frac{1}{12}k(c^2 + \delta^2)$																		

Continuación...

<b>Objetos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Borrador, lápices, cuadernos, calculadora, palitos de madera, plastilina, esferas de anime (huecas y macizas), tubos circulares de cartón (sólidos y huecos), latas de refresco, monedas.</li> </ul>	
	<b>ACCIONES DEL PROFESOR</b>
<b>Momento de Inercia</b>	<p>10. El profesor explica el procedimiento que permite calcular los momentos de inercia de cuerpos continuos y el Teorema de Steiner.</p> <p>11. El profesor muestra como determinar <math>I</math> de un objeto sencillo (ejemplo una esfera maciza)</p> <p>12. Se inicia el cálculo de <math>I</math> para distintos CR. El profesor inicialmente simula un CR con los objetos físicos que dispone en su aula de clase.</p>
	<b>ACCIONES DEL ESTUDIANTE</b>
	<p>10.1 Los alumnos revisan en su mapa los cuerpos rígidos más sencillos.</p> <p>12.1 Los alumnos construyen modelos elementales de los CR y usan el mapa de momento de inercia como apoyo para realizar los cálculos.</p>
	
<b>Introducción de torque o momento de una fuerza</b>	<b>ACCIONES DEL PROFESOR</b>
	<p>1. Se pide a los alumnos que abran o cierren la puerta del salón, una ventana o la tapa de su cuaderno y se les pide que reflexionen sobre lo que observaron, ¿en qué dirección aplicaron la fuerza? ¿qué movimiento experimentó la tapa del cuaderno o la puerta? ¿la fuerza puede ser aplicada en cualquier lugar del objeto físico?</p>
	
	<p>2. Se revisa con los alumnos las distintas fuerzas que aplicaron, y se observan los casos en los que a pesar de que actúan las fuerzas (ejemplo sobre la tapa del cuaderno) estas no producen la rotación que se quería. ¿Por qué?</p>
	<p>3. Se introduce el concepto de torque.</p> <p>4. Se explica la regla de la mano derecha y se les pide a los alumnos que se apoyen con los lápices para simular los vectores <math>r</math>, <math>F</math> y Torque, para que de esta manera puedan visualizarlos.</p>
	<p>5. Se vuelve a revisar con los alumnos las distintas fuerzas que aplicadas a la tapa del cuaderno y se simulan con los lápices los vectores <math>r</math> y <math>F</math>, para aplicar la regla de la mano derecha y determinar el vector Torque.</p> <p>6. Se presenta a los alumnos el mapa de torque y se analiza con ellos todo lo discutido.</p>
	<b>ACCIONES DEL ESTUDIANTE</b>
	<p>1.1 Los alumnos y el profesor discuten que fuerzas aplicaron y el hecho de si la fuerza que aplicaron es condición necesaria y suficiente para que ocurra la rotación.</p> <p>2.1 Los alumnos revisan que es lo que ocurre con las fuerzas que no producen rotación (de la tapa)</p>
	<p>4.1 Los alumnos hacen uso de sus lápices para visualizar los vectores <math>r</math> y <math>F</math>, y aplican la regla de la mano derecha, para visualizar el Torque.</p>
	
	<p>6.1 Los alumnos inician la resolución de problemas usando todo el tiempo este mapa como apoyo.</p>

## Continuación...

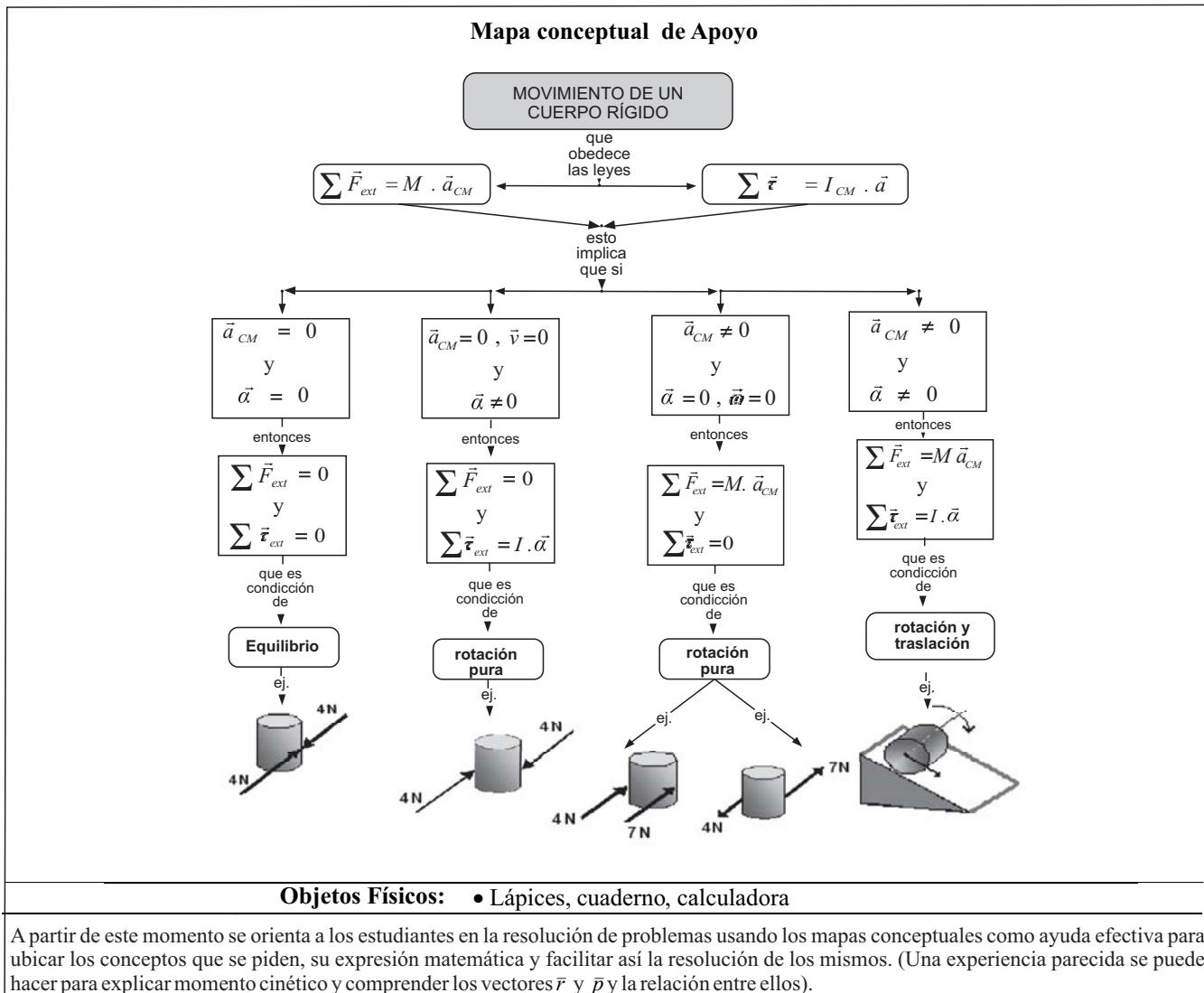


<b>Objetos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Palitos de madera, lápices, cuadernos, calculadora.</li> </ul>	
<b>ACCIONES DEL PROFESOR</b>	
<b>Segunda Ley de Newton para rotación en torno a un eje fijo</b>	<p><b>ACCIONES DEL ESTUDIANTE</b></p> <p>1. Se explica la segunda ley de Newton para la rotación de un CR en torno a un eje fijo.</p> <p>1.1 En este caso los alumnos construyen modelos elementales para simular los CR que aparecen en las figuras de los problemas a resolver.</p> <p></p> <p>2. Una vez concluida la introducción de los tópicos de este tema de CR, se inicia la resolución de problemas.</p> <p>2.1 Inician el cálculo de momentos de inercia, torque y aceleraciones angulares. En todo momento se apoyan en los mapas de torque y momento de inercia para la resolución de los problemas.</p>
<b>Mapa conceptuales de Apoyo</b>	<p><b>Objetos Físicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa de Torque</li> <li>• Mapa de Momento de inercia</li> <li>• Palitos de madera, Lápices, Esferas de anime (macizas y huecas), Tubos de papel, Cilindros macizos de papel.</li> </ul>

Continuación...

Movimiento de un cuerpo rígido	ACCIONES DEL PROFESOR	ACCIONES DEL ESTUDIANTE
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se les pide a los alumnos que escojan un objeto cualquiera (ej. un cuaderno de tapas duras o su calculadora) para simular que es un CR.</li> <li>2. El profesor pide a los alumnos que empujen, con un dedo índice, el CR de manera que solo rote. Se les pregunta acerca de la razón por la que ocurrió la rotación.</li> <li>3. El profesor aclara que en este caso la fuerza aplicada por el dedo está generando un torque (Obviamente se les pide a los alumnos que desprecien las fuerzas de roce y atribuyan el efecto de lo que ven a esta fuerza).</li> <li>4. Se pide a los alumnos que ahora provoquen una rotación de sentido contrario a la anterior, se les pide que comparan ambas situaciones y que expliquen por qué las rotaciones son contrarias.</li> <li>5. Se les pide que ahora empujen el CR utilizando simultáneamente los dedos índices de manera que estos estén siempre paralelos a la mesa y ubicados donde ellos consideren conveniente y de este modo lograr que: (a) solo se traslade; (b) solo de vueltas (rote); (c) ni se traslade, ni rote; (d) rote y se traslade.</li> <li>6. El profesor aclara que en todos los casos cada dedo está aplicando una fuerza y también se está generando un torque.</li> <li>7. A continuación se les pide dibujar un esquema para cada uno de los casos que muestre la manera y el sitio donde aplicaron las fuerzas.</li> <li>8. Se pide a los alumnos que integren las relaciones específicas que funcionan en cada uno de los cuatro casos estudiados, en cuanto a las Leyes de Newton y el tipo de movimiento observado, en busca de lo que tienen en común.</li> <li>9. Se entrega a los alumnos el mapa que explica el movimiento de un CR.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Los alumnos empujan con su dedo el CR y observan el sentido de la rotación. Se espera que en este caso, los alumnos concluyan que la rotación se debe al torque aplicado.</li> <li>4.1 Los alumnos reflexionan sobre el sentido de ambas rotaciones.</li> <li>4.2 Para explicar en cada caso el sentido (signo) de la rotación, los alumnos realizan la sustitución del dedo con el que aplicaron la fuerza por un lapicero simulando de esta manera al vector Fuerza (F), y representan con otro lapicero al vector <math>r</math> (desde el punto de rotación hasta donde esta aplicada F).</li>  <li>4.3 Revisan los vectores <math>r</math> y <math>F</math>, aplican la regla de la mano derecha, para visualizar el vector torque.</li> <li>4.4 Se espera que los alumnos concluyan que el sentido en la rotación se debe al sentido (signo) del torque aplicado.</li> <li>5.1 Los alumnos empujan con sus dedos el CR y observan los diferentes movimientos que experimenta el CR</li>  <li>6.1 Los alumnos revisan a qué se debe que el CR experimente rotación, traslación, equilibrio o la combinación de rotación y traslación.</li> <li>7.1 Los alumnos realizan la actividad y con el profesor analizan cada una de las situaciones observadas (casos estudiados), se espera que logren diferenciar los efectos provocados por fuerzas, torques y por la combinación de fuerzas y torques.</li> <li>8.1 Los alumnos realizan, para cada uno de los casos de estudio, un diagrama de cuerpo libre y aplican la segunda Ley de Newton en la translación y en la Rotación, según sea el caso.</li> <li>9.1 Los alumnos revisan sus anotaciones y las comparan con el mapa entregado.</li> </ol>

Continuación...



## RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Una vez diseñada la estrategia se puso en práctica, durante los semestres 2010-1 y 2010-3, con 90 alumnos regulares pertenecientes a dos secciones del curso de Física I.

Se usaron las siguientes técnicas de recolección de información:

• **Observación participante** de lo que sucedía en las clases. Esta observación le permitió a la investigadora principal influir con sus intervenciones, modificando de esta manera los sucesos que ocurrían (Martínez, 2004), mientras se desarrollaba el tema y en la resolución de situaciones problemáticas. Estos sucesos se plasmaron mediante un registro continuo y acumulativo (**reporte**

**de la investigadora**) de lo que acontecía en el aula de clase. Se siguió un protocolo que incluía aspectos pedagógicos relacionados con la funcionalidad, versatilidad y la innovación de la estrategia. (ej. motivación, dinamismo, interés, dificultades surgidas, grado de comprensión de la analogía con el objeto físico y su manipulación).

**Observación no participante**, por parte de expertos en contenidos y en desarrollo de habilidades cognitivas. Estas observaciones se realizaron de forma eventual durante el desarrollo de una clase, al inicio de cada tópico de rígidos. Las observaciones de lo sucedido en el aula fueron plasmadas en un **protocolo de registro de observación no participante** (Figura 2).

Protocolo de Registro de Observación no Participante			
Semestre:	Tema:	Nº de estudiantes:	
Objetivo de la actividad:		Tiempo de Duración:	
<p>El profesor permite que los alumnos se familiaricen con el material de apoyo:</p> <p>Los alumnos hacen uso recurrente de los mapas conceptuales, durante el desarrollo de la clase o durante la resolución de problemas.</p> <p>El uso de los materiales de apoyo (mapas conceptuales) por parte del profesor se hace de manera adecuada:</p> <p>Las situaciones planteadas por el profesor le permite al alumno relacionarse con los contenidos abordados:</p> <p>Los ejemplos utilizados por el profesor pueden ser visualizado por los alumnos mediante el uso de modelos físicos elementales:</p> <p>El uso de modelos físicos elementales por parte de los estudiantes es de fácil manejo para ellos:</p> <p>Los ejemplos utilizados se aproximan a la realidad y pueden ser modelados fácilmente por los estudiantes mediante el uso de los recursos disponibles en el aula.</p> <p>Las actividades planificadas les permite a los estudiantes participar activamente en la construcción de su conocimiento:</p> <p>las actividades planificadas promueven un clima ameno de motivación en los alumnos</p> <p>Durante el desarrollo de las actividades se promueve el trabajo colaborativo y el compromiso de los estudiantes con su aprendizaje:</p> <p>Las actividades planificadas planificadas están orientadas a permitirle al estudiante el aprendizaje de manera autónoma:</p>			
OBSERVACIONES GENERALES:			

**Figura 2.** Protocolo de Registro de observación no participante utilizado

Además se realizaron ocasionalmente **registros de audio** de la interacción del profesor y los alumnos mientras se aplicaba la estrategia.

A partir de estas observaciones y de los registros se fue modificando la estrategia con el objeto de adaptarla a los requerimientos o necesidades de los estudiantes, a fin de superar las dificultades que se presentaron.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se realizó la transcripción de los registros de audio de la interacción profesor y alumnos, y se realizó el análisis correspondiente. Adicionalmente, se hizo una revisión detallada de la información recabada en el protocolo de registro de observación no participante. De igual forma, la información registrada en el reporte de la investigadora fue debidamente analizada al finalizar cada sesión y se fueron plasmando las reflexiones de lo ocurrido.

De esta revisión de la información se elaboró una tabla en la que resumían los aspectos más relevantes relacionados con la funcionalidad, versatilidad y la innovación de la estrategia, entre los que se destacan la motivación, dinamismo, interés, dificultades surgidas, grado de comprensión de la analogía con el objeto físico y su manipulación.

Seguidamente, se resumen algunos aspectos significativos encontrados:

- El uso de objetos sencillos, durante el desarrollo de las clases les facilitó a los alumnos la comprensión del tema de rígidos y les permitió percibir los fenómenos físicos que se estudiaban.

*“ya lo vi, ya lo vi! Es que coloqué mal la punta del lapicero. Claro! si así esta la fuerza y así la r... el torque da hacia abajo y el cuaderno gira en el sentido de las agujas del reloj...”* (registro en audio de comentario de un estudiante).

- La manipulación de objetos organizados por ellos para simular un cuerpo rígido les proporcionó a los alumnos la visión tridimensional del cuerpo rígido y la comprensión de los fenómenos que ocurren cuando éste es sometido a la acción de fuerzas y torques.

*“Ya veo porque rota la lata en el sentido de las agujas, en Y, es que como estoy empujando la varilla, así la fuerza es negativa, y como r es negativo cuando hago i cruz k el torque me da negativo en Y, por eso es en el sentido de las agujas del reloj..., pero si ahora empujo la varilla de este lado...”* (comentario de un alumno en el Reporte de la Investigadora).

- Los mapas elaborados por el profesor fueron utilizados por los alumnos a lo largo de las actividades planificadas para el aula.

*“como necesito el momento de inercia en x, lo que hago es buscar en el mapa el momento de inercia*

*del disco y la varilla y aplicando Steiner, ya lo tengo...ah pero hay que sumarle el de esta masa puntual..."* (comentario de una alumna en el Reporte de la Investigadora)

- El trabajo en el aula con los mapas conceptuales les permitió a los alumnos familiarizarse más rápidamente con los conceptos involucrados en el tema de rígidos. No solo fueron usados los mapas conceptuales como material de apoyo por parte del profesor, los alumnos los usaban para buscar conceptos que no recordaban y especialmente como formularios inteligentes para la resolución de los problemas propuestos.

*"me acordaba de cómo giraba el cuaderno cuando yo lo empujaba y es lo mismo que hay en el mapa con los barrilitos, Ahí se ven las fórmulas depende de cómo se aplique la fuerza y ayuda a resolver problemas"* (comentario en clase de una alumna registrado en el protocolo de observación no participante).

## CONCLUSIONES

- La estrategia del uso de los mapas conceptuales estáticos y la manipulación de objetos/modelos físicos elementales para favorecer el aprendizaje del tema de rígidos, facilita la construcción del conocimiento desde el punto de vista conceptual y experimental. Esta estrategia ha sido incorporada por la mayoría de los profesores de la UNET al trabajo habitual de Física I y es lo suficientemente flexible como para ser modificada en función de las necesidades de los alumnos.
- La estrategia se ha ido ajustando a medida que se descubren en los ensayos con los alumnos, nuevos caminos para facilitar el aprendizaje del tema de rígidos.
- Los mapas conceptuales por ser una ayuda visual, son una herramienta poderosa para facilitarle a los alumnos de Física I la comprensión general de todos los temas de la asignatura, en especial del tema de dinámica rotacional y la relación entre los conceptos involucrados.
- Se ratifica lo encontrado por Ramírez y Sanabria (2004) en el sentido que al combinar, en una sola estrategia, el uso de los mapas conceptuales con la manipulación de objetos físicos se le facilita al alumno la transición de lo abstracto a lo concreto.
- La manipulación de objetos físicos facilita a los estudiantes la visualización tridimensional de los cuerpos rígidos y la interpretación de sus movimientos,

cuando estos son sometidos a la acción de fuerzas y de torques. Además estimulan la creatividad en los alumnos para asociar objetos que les permitan simular el cuerpo rígido de un problema determinado de Física.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASPÉE, M. La Metacognición en los Tiempos del Caos. Tesis Doctoral. Universidad Santa María. San Cristóbal. 2003.
- ASPÉE, M.; RAMÍREZ, M; SANABRIA, I, y TÉLLEZ, N. Una Estrategia Instruccional para el Aprendizaje de la Física mediante Mapas Conceptuales Estáticos y Dinámicos. En memoria del XIX Encuentro Nacional y V Internacional de Investigadores en Educación, ENIN, del 14 al 16 de Noviembre. Santiago de Chile. 2007.
- MARTÍNEZ, M. Ciencia y Arte en la Metodología Cualitativa. México: Trillas. 2004.
- NOVAK, J. y GOWIN, B. Aprendiendo a Aprender. Barcelona: Martínez Roca. 1988.
- RAMÍREZ, M. Desarrollo de habilidades cognitivas en docentes universitarios: en la búsqueda de un camino para su comprensión y mejoramiento. Tesis Doctoral. Universidad Santa María. San Cristóbal. 2003.
- RAMÍREZ, M. El Mapa Conceptual como Herramienta Heurística para Facilitar el Aprendizaje. San Cristóbal: Fondo Editorial de la UNET. 2005.
- RAMÍREZ, M. y SANABRIA, I. El Mapa Conceptual como Elemento Fundamental en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Física a Nivel Universitario. Retrieved December 03, 2004, from University of West Florida, Institute for Human and Machine Cognition Web site: <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-086.pdf>. 2004.
- RAMÍREZ, M.; ASPÉE, M.; SANABRIA, I, y TÉLLEZ, N. Using Concept Maps and Gowin's Vee to Understand Mathematical Models of Physical Phenomena. En: Afamasaga, K (Ed.), Concept Mapping in Mathematics, pp. 189-216. New York: Springer. 2009.
- ROWNTREE, D. Educational Technology. Londres: Harps and Row Publishers. 1976.
- SANABRIA, I. y RAMÍREZ, M. Una Estrategia de Aprendizaje para Integrar Teoría y Laboratorio de Física I mediante los Mapas Conceptuales y la V de Gowin. Retrieved December 03, 2004, from University of West Florida, Institute for Human and Machine Cognition Web site: <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-092.pdf>. 2004.

# Triplete de Ca II como calibrador de los parámetros atmosféricos $T_{\text{eff}}$ , Log (g), [Fe/H]

(Ca II triplet of calibrator of atmospheric parameters  $T_{\text{eff}}$ , Log (g), [Fe/H])

Molina, Ramón

Laboratorio de Investigación en Física Aplicada y Computacional  
 Decanato de Investigación, Universidad Nacional Experimental del Táchira  
 San Cristóbal, estado Táchira, República Bolivariana de Venezuela  
 Correo electrónico: [rmolina@unet.edu.ve](mailto:rmolina@unet.edu.ve)

## RESUMEN

En el presente trabajo se analizó espectroscópicamente una muestra de 84 estrellas cuyos tipos espectrales se encuentran entre B8 y K6, y sus clases de luminosidades son III y V, respectivamente. Los espectros estelares de la muestra identificada han sido tomados de la librería de Valdés *et al.* (2004). A partir de los anchos equivalentes (EW) de las líneas de NaID (5889-95 Å), H $\alpha$  (6562 Å) y las líneas del triplete del Ca II (8498 Å, 8542 Å, 8662 Å), se re-calcularon los parámetros atmosféricos estelares ( $T_{\text{eff}}$ , Log (g) y [Fe/H]), usando una fuente homogénea de parámetros atmosféricos tomada de Prugniel y Soubiran (2004). El método usado en el análisis permite determinar con precisión los parámetros atmosféricos para las dos clases de luminosidades en estudio. Concluimos que el triplete de Ca II presenta sensibilidad a la temperatura efectiva y a la metalicidad y, muy poca dependencia a la gravedad superficial en la muestra total de estrellas.

**Palabras Clave:** Parámetros atmosféricos estelares -  $T_{\text{eff}}$ , Log (g), [Fe/H].

## ABSTRACT

In this paper a sample of 84 stars were analyzed spectroscopically, whose spectral types are between B8 and K6, and luminosity classes III and V, respectively. The stellar spectra of the sample identified have been taken from the library of Valdés *et al.* (2004). From the equivalent widths (EW) of lines of Na ID (5889-95 Å), H $\alpha$  (6562 Å) and triplet lines of Ca II (8498 Å, 8542 Å, 8662 Å), is re-calculated atmospheric parameters stellar ( $T_{\text{eff}}$ , Log (g) and [Fe/H]) using a homogeneous source of atmospheric parameters taken from Prugniel y Soubiran (2004). The method used in the analysis allows determining precisely the atmospheric parameters for the two luminosity classes under study. We conclude that the Ca II triplet shows sensitivity to effective temperature and metallicity and it has a slight dependence on surface gravity in the total sample of stars.

**Key Words:** Stellar atmospheric parameters -  $T_{\text{eff}}$ , Log (g), [Fe/H]

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han realizados diversos trabajos para obtener, de manera empírica, los parámetros atmosféricos estelares a partir de estudios fotométricos (Di Benedetto 1998, Alonso *et al.* 1999), así como también a través de fuentes provenientes de espectros estelares (Jones *et al.* 1984, Carter *et al.* 1986, Alloin y Bica 1989, Díaz *et al.* 1989, Zhou 1991, Mallik 1994, 1997, Katz *et al.* 1998, Soubiran *et al.* 1998, Molina y Stock 2004). Desde el punto de vista espectroscópico, las líneas del triplete del CaII (8498 Å, 8542 Å, 8662 Å), son las características más importantes del espectro IR de la mayoría de las estrellas. Varios estudios detallados realizados por Cenarro *et al.* (2001a, 2001b, 2002) que involucra dicha característica espectral, revelan su dependencia con los parámetros fundamentales y donde las funciones obtenidas de sus respectivas calibraciones fueron implementadas en modelos de síntesis de poblaciones estelares (Vazdekis *et al.* 2003). Recientemente, Battaglia *et al.* (2007) usando espectros de baja resolución analizaron la dependencia del triplete de CaII con la metalicidad correlacionando los anchos equivalentes (EW) de 129 estrellas del brazo rojo de las gigantes en dos galaxias esferoidales enanas (Sculptor y Fornax Dsphs), con datos provenientes de la literatura. Dichos autores calibran la relación CaT – [Fe/H] sobre cúmulos globulares y concluyen que ésta puede ser aplicada en estrellas del brazo rojo de las gigantes en poblaciones estelares dentro del rango de  $-2.5 < [\text{Fe}/\text{H}] < -0.5$  dex.

El objetivo de este trabajo, es la de derivar un conjunto de relaciones funcionales que permita determinar de manera precisa los parámetros atmosféricos estelares ( $T_{\text{eff}}$ ,  $\log(g)$  y  $[\text{Fe}/\text{H}]$ ). Para este propósito, se ha empleado un mayor rango en tipos espectrales (B8 - K6) y una muestra homogénea de que contiene 65 estrellas enanas y 19 estrellas gigantes, del total de la muestra en estudio. Esta fue obtenida a partir de la base de datos de Prugniel y Soubiran (2004). El

método utilizado para el análisis fue el empleado por Stock y Stock (1999), salvo que aquí se dispuso de un mayor rango en el tipo espectral como en la clase de luminosidad, puesto que en trabajo previo (Molina y Stock 2004), el análisis estuvo limitado solamente al estudio de estrellas gigantes con tipo espectral K y M.

## 2. Muestra Estelar

Los espectros estelares utilizado en este estudio, se obtuvieron de la base de datos de Valdés *et al.* (2004). Los parámetros atmosféricos presentes en dicha fuente para cada una de las estrellas provienen de la recopilación de diferentes autores, con diferentes escalas en su determinación. No obstante, debido a las inhomogeneidades en dichos parámetros atmosféricos, los resultados obtenidos por dichos autores, al parecer, son poco satisfactorios.

Con el fin de obtener un mejor resultado, se utilizó la fuente de Prugniel y Soubiran (2004), cuyos objetos estelares poseen coincidencia en 65 estrellas enanas con tipos espectrales B8 – K6 y, 19 estrellas gigantes con tipos espectrales B9 – K2 (Tabla 1), con respecto a la muestra total. Aún cuando el número de estrellas coincidentes es muy reducido, es posible obtener una precisión aceptable en la estimación de los parámetros atmosféricos estelares, dentro del rango seleccionado. En la tabla 1, se muestran los rangos de los parámetros atmosféricos utilizados en este trabajo.

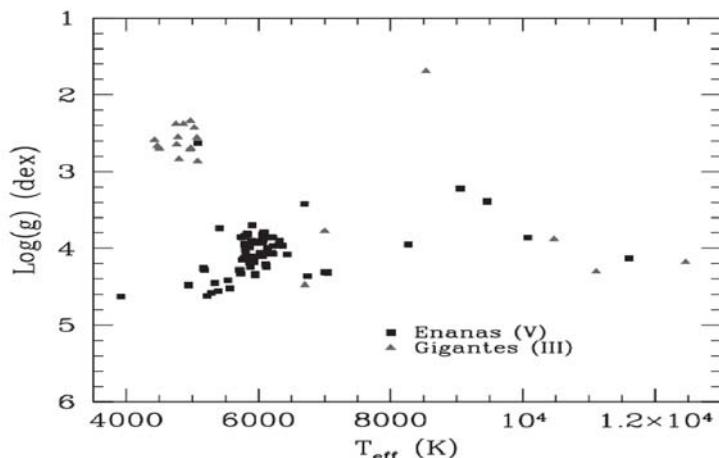
En la figura 1, se muestra el comportamiento para el total de estrellas identificadas en la fuente de Prugniel y Soubiran (2004), a través de la relación  $\log(g)$  vs  $T_{\text{eff}}$ . Por otro lado, en este trabajo se estudiaran por separado las estrellas enanas y las estrellas gigantes, identificadas en la muestra (Tabla 2). En dicha tabla, además del nombre del objeto, se indica el tipo espectral, los anchos equivalentes medidos de las líneas de absorción (las líneas de Ca II han sido corregidas por contaminación del hidrógeno) y los parámetros atmosféricos estelares identificados en la fuente de Prugniel y Soubiran (2004).

**Tabla 1.** Parámetros atmosféricos estelares usados en el presente trabajo.

Número de estrellas	Tipo Espectral	Rango de Temperatura Efectiva (K)	Rango de Gravedad Superficial (dex)	Rango de Metalicidad (dex)
N				
65	B8V – K6V	11602 - 3919	2.63 – 4.63	(-2.21) – (+0.64)
19	B9III–K2III	12461 - 4428	1.69 – 4.48	(-1.47) – (+0.51)

**Tabla 2.** Objetos estelares, tipos espectrales, anchos equivalentes y parámetros atmosféricos de la muestra utilizada en este trabajo.

Nombre HD	Tipo Espectral	Eqw NaID (Å)	Eqw H $\alpha$ (Å)	Eqw CaII1 (Å)	Eqw CaII2 (Å)	Eqw CaII3 (Å)	Eqw CaIIT (Å)	T <sub>eff</sub> (K)	Log g (dex)	[Fe/H] (dex)
358	B8 V	0.3	4.2	1.2	1.6	2.5	5.3	11602	4.13	0.24
79469	B9 V	0.2	5.7	1.0	1.5	2.8	5.3	10067	3.86	-0.50
220825	A0 V	0.2	6.0	0.8	1.4	2.9	5.1	9459	3.39	0.44
97633	A2 V	0.3	5.7	1.1	2.1	3.5	6.7	9056	3.22	-0.23
11636	A5 V	0.7	5.7	1.4	2.3	3.1	6.8	8268	3.95	0.07
78362	A5 V	1.0	5.1	1.3	1.9	2.2	5.4	6697	3.42	0.64
33256	F2 V	0.6	3.2	1.0	2.3	1.7	5.0	6224	3.97	-0.33
91752	F2 V	0.5	3.7	0.9	2.4	1.9	5.2	6324	3.90	-0.12
128167	F2 V	0.5	3.9	0.8	1.9	1.7	4.4	6439	4.08	-0.38
164259	F2 V	0.7	4.2	1.0	2.4	2.3	5.7	7029	4.31	-0.23
13555	F5 V	0.7	3.2	1.2	2.6	2.3	6.1	6195	3.86	-0.27
33608	F5 V	1.1	3.4	1.5	3.1	2.5	7.1	6364	3.96	0.12
87147	F5 V	0.5	3.4	1.2	2.8	2.3	6.3	6213	3.85	-0.04
94028	F5 V	0.5	3.0	0.7	1.8	1.5	4.0	5957	4.35	-1.39
106516	F5 V	0.7	3.1	0.8	2.1	1.7	4.6	6116	4.23	-0.70
134083	F5 V	0.6	3.7	1.0	2.6	2.1	5.7	6745	4.36	-0.09
4813	F6 V	0.9	3.1	1.1	2.7	1.9	5.7	6042	4.08	-0.18
43318	F6 V	0.5	3.4	1.2	2.7	2.4	6.3	6086	3.79	-0.17
89744	F6 V	0.8	3.4	1.1	3.0	2.2	6.3	6067	3.83	0.11
124850	F6 V	0.6	2.9	1.1	2.7	2.1	5.9	6136	3.85	-0.16
142860	F6 V	0.7	3.3	0.7	2.3	1.7	4.7	6133	4.00	-0.22
173667	F6 V	0.6	3.4	0.9	2.4	1.8	5.1	6299	3.96	-0.07
194598	F6 V	0.4	3.0	0.8	2.0	1.7	4.5	5955	4.33	-1.08
207978	F6 V	1.9	2.7	1.5	2.8	2.8	7.1	6213	4.06	-0.52
215648	F6 V	0.6	3.3	1.0	2.5	2.1	5.6	6252	3.90	-0.33
5015	F8 V	1.0	2.7	0.9	2.6	1.9	5.4	5949	3.91	-0.02
6755	F8 V	0.4	1.8	0.5	1.6	1.8	3.9	5087	2.63	-1.60
6920	F8 V	0.9	2.5	1.3	3.0	2.6	6.9	5910	3.70	-0.11
19994	F8 V	1.1	2.7	1.2	3.0	2.2	6.4	5982	3.92	0.09
22484	F8 V	0.9	2.6	0.9	2.6	1.9	5.4	5892	3.90	-0.12
30562	F8 V	1.2	2.7	1.5	3.3	2.8	7.6	5791	3.94	0.17
43947	F8 V	1.0	2.5	1.0	2.5	2.1	5.6	5932	4.18	-0.32
70110	F8 V	1.3	2.8	1.2	2.9	2.3	6.4	5828	3.81	0.03
107213	F8 V	1.0	3.1	1.4	3.1	2.0	6.5	6076	3.89	0.14
108954	F8 V	0.9	2.9	0.9	2.7	2.1	5.7	5918	4.17	-0.17
114762	F8 V	0.7	2.8	0.7	2.0	1.6	4.3	5873	4.12	-0.67
115383	F8 V	1.2	2.8	1.1	2.9	2.3	6.3	5940	4.10	0.09
159307	F8 V	0.7	3.2	0.8	2.1	2.2	5.1	6154	4.07	-0.53
174912	F8 V	1.0	2.9	1.0	2.5	2.2	5.7	5884	4.24	-0.45
222368	F8 V	0.8	3.3	0.9	2.5	2.0	5.4	6050	3.91	-0.18
22879	F8 V	0.5	2.7	0.9	2.3	2.0	5.2	5862	4.19	-0.81
4307	G0 V	1.0	2.3	1.3	2.9	2.5	6.7	5745	3.85	-0.29
15335	G0 V	0.7	2.6	0.9	3.0	2.6	6.5	5803	3.84	-0.25
29645	G0 V	0.9	2.8	1.5	3.3	2.7	7.5	5917	3.92	0.07
41330	G0 V	1.0	2.8	1.3	3.0	2.4	6.7	5801	4.01	-0.22
55575	G0 V	0.7	2.8	1.3	2.8	2.2	6.3	5859	4.15	-0.36
95128	G0 V	1.4	2.8	1.3	3.3	2.6	7.2	5811	4.11	-0.03
160693	G0 V	1.0	2.6	1.2	2.7	2.2	6.1	5754	4.15	-0.51
165401	G0 V	1.2	2.7	1.1	2.3	2.0	5.4	5719	4.28	-0.49
201099	G0 V	0.6	2.9	0.9	2.3	1.8	5.0	5866	3.99	-0.47
210752	G0 V	0.8	2.8	1.1	2.5	2.1	5.7	5901	4.18	-0.64
10307	G2 V	1.4	2.4	1.4	3.2	2.6	7.2	5783	4.13	-0.03



**Figura 1.** Diagrama Luminosidad vs. Temperatura para un conjunto de estrellas enanas y gigantes utilizadas como calibradoras en el presente trabajo. Los cuadrados rellenos representan a las estrellas enanas mientras que los triángulos rellenos a las estrellas gigantes.

## MÉTODO

### 3.1 Medida de los anchos equivalentes

Los anchos equivalentes de las líneas de NaID (5889-95 Å), H $\alpha$  (6562 Å) y el triplete del Ca II (8498 Å, 8542 Å, 8662 Å), se obtuvieron siguiendo los mismos criterios utilizados en trabajos previos llevados a cabo por Molina y Stock (2004) y Molina *et al.* (2006). La presencia de estrellas de tipo espectral temprano que aparece en la muestra bajo estudio, hace que las líneas de H de la serie de Parchen (P) se encuentren mezcladas con las líneas del triplete de Ca II en estrellas con tipos espetrales F y G (Cenarro *et al.* 2001a). Con el fin de corregir esta situación, se miden los anchos equivalentes de las líneas de Parchen P17 (8467 Å), P14 (8598 Å), P12 (8750 Å) y, bajo un procedimiento similar al realizado por Cenarro *et al.* (2001a), se elimina la contribución del hidrógeno sobre las líneas individuales del triplete de Ca II.

El procedimiento mencionado arriba, permite correlacionar los anchos equivalentes de las líneas individuales Ca II1 (8498 Å), Ca II2 (8542 Å) y Ca II3 (8662 Å) con los anchos equivalentes de las líneas de Parchen P17, P14 y P12 para 22 estrellas con  $T_{\text{eff}} > 10000$  K. De esta manera, se construyen los nuevos anchos equivalentes de las líneas individuales del triplete de CaII, de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$\text{CaII1} = \text{Ca1} - (1.54 \pm 0.05) \text{ P17} \quad (1)$$

$$\text{CaII2} = \text{Ca2} - (0.76 \pm 0.01) \text{ P14} \quad (2)$$

$$\text{CaII3} = \text{Ca3} - (0.86 \pm 0.01) \text{ P12} \quad (3)$$

Por lo tanto, el ancho equivalente total corregido (Ca IIT) para el triplete de Ca II se obtiene a partir de las sumas de los anchos equivalentes de las líneas individuales de Ca II,

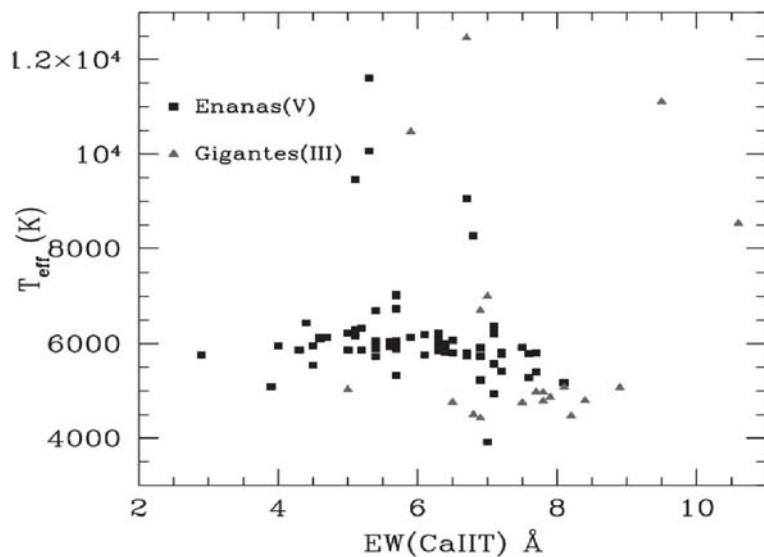
$$\text{Ca IIT} = \text{Ca II1} + \text{Ca II2} + \text{Ca II3} \quad (4)$$

En la figura 2 se observa la correlación del ancho equivalente total de Ca IIT con la temperatura efectiva para la muestra usada en la calibración.

### 3.2 Ajuste de los polinomios

Los parámetros atmosféricos estelares ( $T_{\text{eff}}$ , Log (g) y [Fe/H]) se determinan ajustando una series de polinomios cuyas variables independientes corresponden a los anchos equivalentes de las líneas de absorción de Na ID, H $\alpha$ , Ca II1, Ca II2, Ca II3 y Ca IIT. Posteriormente, se analiza la dependencia de los anchos equivalentes con los parámetros atmosféricos, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Se estudia por separado la dependencia del ancho equivalente total de Ca IIT con los parámetros atmosféricos,
- Se realizan combinaciones en los distintos ajustes con variables individuales o entre dos y tres variables independientes y,
- Estas combinaciones solo se aplicarán en aquellas variables con una dependencia real con los parámetros atmosféricos.



**Figura 2.** Relación entre la temperatura efectiva y los anchos equivalentes del triplete total de Ca IIIT para ambos tipos de estrellas (enanas y gigantes). Las primeras se representan mediante cuadrados llenos y las segundas con triángulos llenos.

La representación matemática de los ajustes lineales generales tiene la forma siguiente:

$$V = a_{00} + a_{01} X + a_{02} Y + a_{03} Z, \quad (5)$$

donde  $a_{ij}$  representan las constantes o los coeficientes a determinar, mientras que X, Y y Z corresponden a las variables independientes.

Para la determinación de las mejores constantes, se emplea un algoritmo que utiliza mínimos cuadrados. Dicho algoritmo realiza un ajuste inicial y descarta valores cuyos residuos estén por encima de 2.5 res, donde res, es el residuo de la data. El error de cada constante se calcula a partir de

$$\sigma_{aij}^2 = \sigma^2 S(i, j). \quad (6)$$

Aquí S(i, j) corresponde a la matriz diagonal y  $\sigma^2$  es el error cuadrático medio.

En la figura 3 se representa la dependencia de los anchos equivalentes de la línea de Balmer H $\alpha$  con la temperatura efectiva para la muestra de estrellas enanas y gigantes. En dicha figura, se observa una evidente separación de la muestra para dos rangos de temperaturas: uno ubicado entre 4000 – 8000 K y el otro entre 8000 – 12000 K.

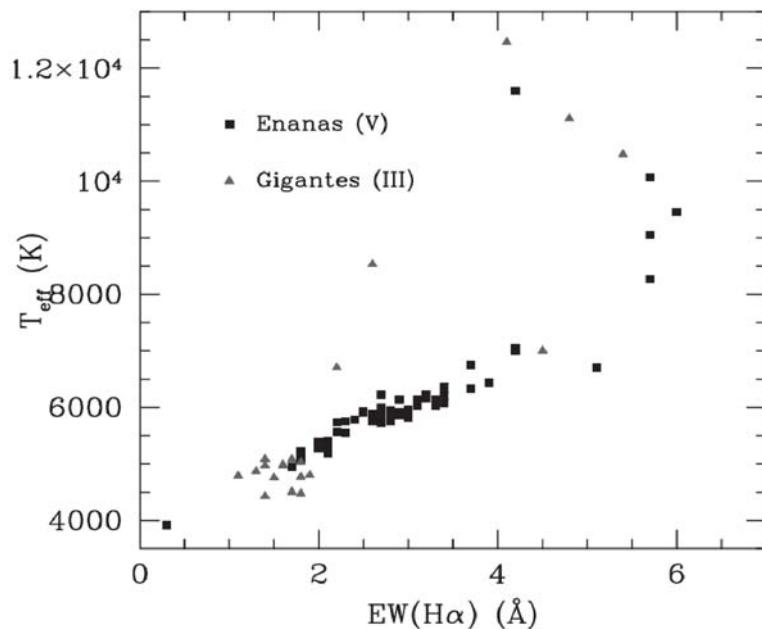
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Temperatura efectiva

En esta sección se hace un análisis del comportamiento de los anchos equivalentes de las líneas de NaID, H $\alpha$ , Ca II1, Ca II2, Ca II3 y Ca IIIT como función de la temperatura efectiva.

#### 4.1.1 El triplete total del Ca IIIT como indicador de la temperatura efectiva

De acuerdo a la relación entre el ancho equivalente total corregido (Ca IIIT) y la temperatura efectiva, se observa una ligera dependencia entre ambos parámetros (tanto para las estrellas enanas como en las estrellas gigantes), en particular, para los rangos de  $T_{\text{eff}} > 8000$  K y  $T_{\text{eff}} < 8000$  K. Esta dependencia puede ser observada en la Figura 4. En ambas muestras, el número de estrellas para  $T_{\text{eff}} > 8000$  K es muy reducido y presentan una mayor dispersión, es decir, para las estrellas enanas su valor es de 784 K y en las estrellas gigantes de 1208 K. En cuanto al rango de  $T_{\text{eff}} < 8000$  K, la desviación estándar en las estrellas enanas alcanza un valor de 260 K y en las estrellas gigantes es de 213 K, respectivamente.



**Figura 3.** Relación entre la temperatura efectiva y el ancho equivalente de la línea de Balmer H $\alpha$ . Los símbolos que representan a las estrellas enanas y gigantes son similares a los expresados en las figuras 1 y 2.

En la figura 4, se observa que las estrellas enanas y gigantes representadas con cuadrados abiertos corresponden a las estrellas que poseen residuos mayores a  $1\sigma$ . Por ejemplo, para el rango de  $T_{\text{eff}} < 8000$  K, un grupo de 6 estrellas enanas (HD 6755; HD 166620; HD 134083; HD 164259; HD 78362; HD 88230) quedan fuera de la incertidumbre calculada, mientras que para las estrellas gigantes quedan fuera un total de 2 estrellas (HD 2628; HD 111812). Estas dos últimas estrellas gigantes se puede ver representadas en la figura 1 dentro del rango de las estrellas enanas, lo cual pudiera ser un indicativo de que los valores de sus temperaturas efectivas y gravedades superficiales no han sido determinados satisfactoriamente, o en su defecto, ambos objetos han sido mal clasificados.

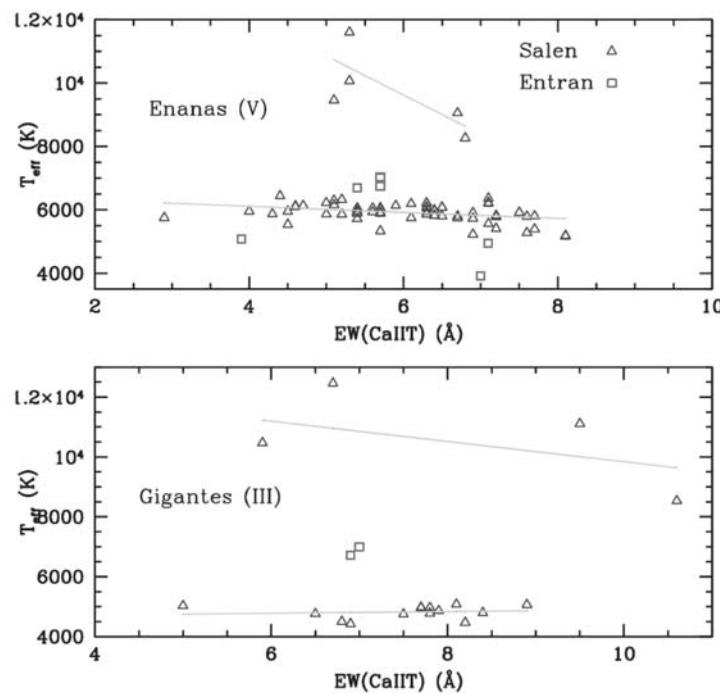
#### 4.1.2 Combinaciones entre una o mas variables independientes

En esta sección se analizan las líneas individuales restantes (Na I D, H $\alpha$ , Ca III, Ca II 2, Ca II 3) como función de la temperatura efectiva. En la figura 5 se muestra la relación de la temperatura efectiva con respecto al ancho equivalente de la línea de Balmer H $\alpha$  para las estrellas enanas (panel superior) y gigantes (panel inferior). Las líneas rectas representan los mejores ajustes aplicados para ambas muestras. Los símbolos que representan a las estrellas enanas y gigantes son similares

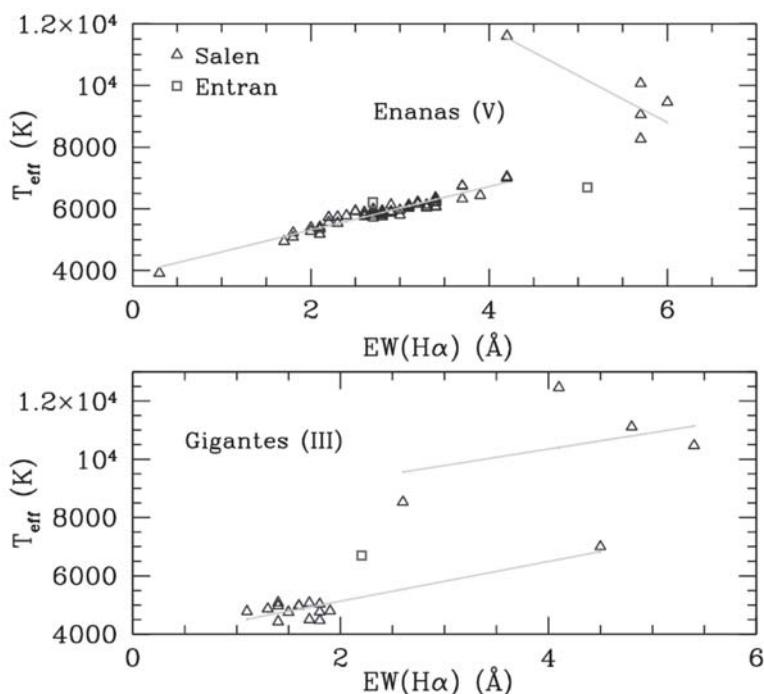
a lo expresado en la figura 4.

Históricamente, la línea de Balmer H $\alpha$  ha sido utilizada como un indicador de la temperatura efectiva y la gravedad, así como también como una guía para la clasificación espectral, según el Sistema MK (Morgan y Keenann). En este sentido, se observa del ajuste aplicado para las estrellas enanas, que la temperatura efectiva puede ser recuperada con gran precisión (una desviación estándar de 135 K) para la mayoría de la estrellas enanas, excepto para HD 207978 ( $3\sigma$ ) y 78362 ( $6\sigma$ ). En cuanto a las estrellas gigantes, la determinación de su temperatura efectiva no alcanza la precisión conseguida (como se hizo para las estrellas enanas), puesto que la desviación estándar es muy grande (265 K).

Como complemento en las tablas 3 y 4 se muestran los distintos ajustes aplicados para dos rangos de temperatura efectiva ( $> 8000$  K y  $< 8000$  K), utilizando una variable independiente en la que se incluyen las líneas individuales de Na I D, H $\alpha$  y Ca II y el triplete total de Ca II T en estrellas enanas (Tabla 3) y gigantes (Tabla 4). Dichas tablas contienen las características espetrales utilizadas en los ajustes, el número de estrellas que entra (aquellas estrellas que poseen residuos menores a  $1\sigma$ ) o salen (aquellas estrellas que poseen residuos mayores a  $1\sigma$ ), los coeficientes o las constantes del polinomio lineal con sus respectivas incertidumbres ( $a_{01}$  y  $a_{02}$ ) y la desviación estándar de cada ajuste.



**Figura 4.** Relación entre la temperatura efectiva y el ancho equivalente del triplete total del Ca II T. Las líneas rectas representan los ajustes lineales aplicados a la muestra de estrellas enanas y gigantes. Los triángulos abiertos representan las estrellas que sirven como calibradoras en los ajustes empleados, mientras que los cuadrados abiertos pertenecen a las estrellas que poseen una dispersión mayor a  $1\sigma$ .



**Figura 5.** Representan la relación de la temperatura efectiva como función del ancho equivalente de la línea de Balmer H $\alpha$ . Las líneas y los distintos símbolos que representan a las estrellas enanas y gigantes son similares a los expresados en la figura 4.

**Tabla 3.** Coeficientes de los polinomios con una variable independiente para la temperatura efectiva en estrellas enanas.

Especie	Número entra	Número sale	T <sub>eff</sub> > 8000 K		
			a <sub>01</sub> ± σ (K)	a <sub>02</sub> ± σ (K)	σ <sub>total</sub> (K)
NaID	5	0	11049 <sub>±</sub> 759	-3733 <sub>±</sub> 1883	1000
H <sub>α</sub>	5	0	17909 <sub>±</sub> 2059	-1517 <sub>±</sub> 378	688
CaII1	5	0	11547 <sub>±</sub> 2711	-1616 <sub>±</sub> 2361	1210
CaII2	5	0	14217 <sub>±</sub> 1614	-2470 <sub>±</sub> 870	852
CaII3	5	0	17673 <sub>±</sub> 2303	-2682 <sub>±</sub> 771	756
CaIIT	5	0	17026 <sub>±</sub> 2241	-1234 <sub>±</sub> 376	784
T <sub>eff</sub> < 8000 K					
NaID	49	11	6218 <sub>±</sub> 30	-293 <sub>±</sub> 18	124
H <sub>α</sub>	58	2	3904 <sub>±</sub> 62	706 <sub>±</sub> 21	135
CaII1	54	6	6294 <sub>±</sub> 109	-336 <sub>±</sub> 93	262
CaII2	55	5	6634 <sub>±</sub> 125	-261 <sub>±</sub> 45	263
CaII3	49	11	6212 <sub>±</sub> 139	-110 <sub>±</sub> 62	202
CaIIT	54	6	6495 <sub>±</sub> 130	-96 <sub>±</sub> 21	260

**Tabla 4.** Coeficientes de los polinomios con una variable independiente para la temperatura efectiva en estrellas gigantes.

Especie	Número entra	Número sale	T <sub>eff</sub> > 8000 K		
			a <sub>01</sub> ± σ (K)	a <sub>02</sub> ± σ (K)	σ <sub>total</sub> (K)
NaID	4	0	11500 <sub>±</sub> 603	-1309 <sub>±</sub> 590	871
H <sub>α</sub>	4	0	8081 <sub>±</sub> 2829	567 <sub>±</sub> 618	1251
CaII1	4	0	12537 <sub>±</sub> 1502	1038 <sub>±</sub> 787	1127
CaII2	4	0	12683 <sub>±</sub> 1764	-823 <sub>±</sub> 659	1149
CaII3	4	0	11773 <sub>±</sub> 5969	-338 <sub>±</sub> 1720	1407
CaIIT	4	0	13220 <sub>±</sub> 2539	-338 <sub>±</sub> 319	1208
T <sub>eff</sub> < 8000 K					
NaID	13	2	5255 <sub>±</sub> 247	-250 <sub>±</sub> 141	155
H <sub>α</sub>	14	1	3766 <sub>±</sub> 124	680 <sub>±</sub> 65	265
CaII1	13	2	4813 <sub>±</sub> 802	8 <sub>±</sub> 566	215
CaII2	13	2	5031 <sub>±</sub> 798	-60 <sub>±</sub> 234	213
CaII3	13	2	4295 <sub>±</sub> 768	198 <sub>±</sub> 283	198
CaIIT	13	2	4601 <sub>±</sub> 982	30 <sub>±</sub> 131	213

El grado de incertidumbre en la determinación de la temperatura efectiva, se puede mejorar combinando las líneas individuales entre sí, siempre y cuando se tome en cuenta los criterios establecidos en la sección 3.2. Estas combinaciones se llevaron a cabo en este trabajo y los valores obtenidos se muestran en las tablas 5, 6, 7 y 8. En dichas tablas, se representan las mejores las

combinaciones llevadas a cabo con dos y tres variables independientes, lo cual permitió derivar la temperatura efectiva para las estrellas enanas y gigantes. Las etiquetas (R1, R2 y R3) están enumeradas siguiendo el orden de la especie atómica señalada en las Tablas 3 y 4. Por ejemplo: NaID = 1, H<sub>α</sub> = 2, Ca II1 = 3, Ca II2 = 4, Ca II3 = 5 y Ca IIT = 6.

**Tabla 5.** Coeficientes de los polinomios con dos variables independientes en temperatura efectiva para las estrellas enanas.

R1	R2	$a_{00} \pm \sigma_{00}$ (K)	$a_{01} \pm \sigma_{01}$ (K)	$a_{02} \pm \sigma_{02}$ (K)	$\sigma_{\text{total}}$ (K)	N <sub>entra</sub>	N <sub>sale</sub>
1	2	4117 ± 93	-44 ± 16	650 ± 25	131	58	2
1	3	6064 ± 87	-298 ± 21	154 ± 70	207	56	4
1	4	6402 ± 125	-282 ± 21	-69 ± 29	128	52	8
1	5	6054 ± 125	-289 ± 20	79 ± 50	208	56	4
1	6	6057 ± 126	-292 ± 21	29 ± 19	209	56	4
2	3	3845 ± 97	709 ± 22	58 ± 45	153	59	1
2	4	3819 ± 126	713 ± 23	24 ± 24	135	58	2
2	5	3617 ± 119	721 ± 22	117 ± 33	148	59	1
2	6	3743 ± 123	716 ± 22	25 ± 12	151	59	1
3	4	6652 ± 127	120 ± 129	-318 ± 76	263	55	5
3	5	6336 ± 155	-298 ± 138	-38 ± 86	262	54	6
4	5	6540 ± 132	-393 ± 78	205 ± 99	259	55	5

**Tabla 6.** Coeficientes de los polinomios con dos variables independientes en temperatura efectiva para las estrellas gigantes.

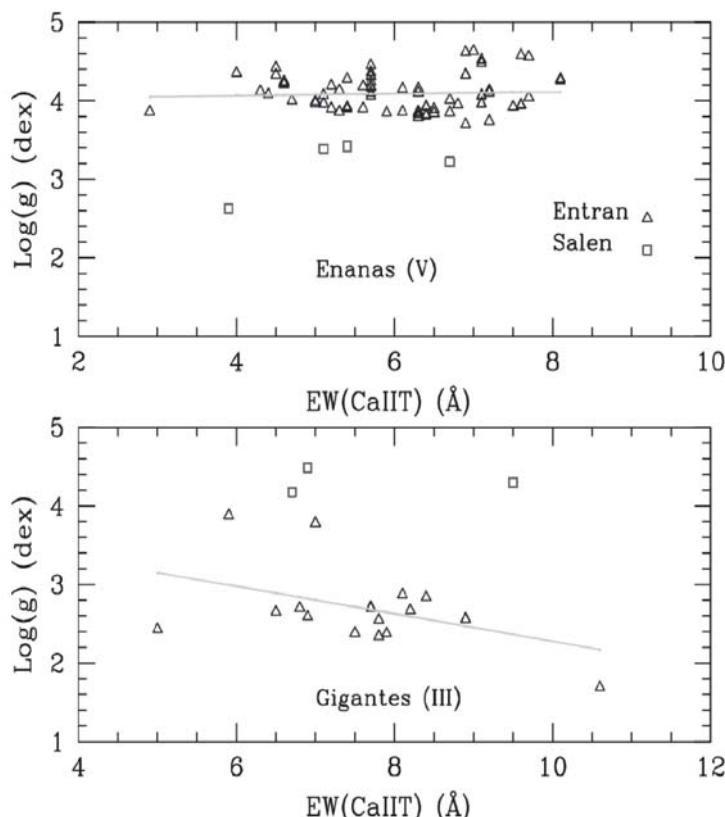
R1	R2	$a_{00} \pm \sigma_{00}$ (K)	$a_{01} \pm \sigma_{01}$ (K)	$a_{02} \pm \sigma_{02}$ (K)	$\sigma_{\text{total}}$ (K)	N <sub>entra</sub>	N <sub>sale</sub>
1	2	4379 ± 196	-265 ± 72	581 ± 86	218	14	1
1	3	4734 ± 515	-333 ± 125	473 ± 457	128	14	1
1	4	4682 ± 762	-330 ± 190	206 ± 186	138	13	2
1	5	4681 ± 629	-260 ± 137	221 ± 216	123	13	2
1	6	4553 ± 764	-316 ± 155	108 ± 111	124	13	2
2	3	4030 ± 347	691 ± 66	-201 ± 312	265	14	1
2	4	3824 ± 528	676 ± 77	-15 ± 177	265	14	1
2	5	2847 ± 230	672 ± 44	363 ± 156	177	13	2
2	6	3345 ± 453	693 ± 66	53 ± 76	261	14	1
3	4	4944 ± 706	151 ± 486	-111 ± 268	212	13	2
3	5	4493 ± 885	-284 ± 643	273 ± 194	191	13	2
4	5	6025 ± 498	-1240 ± 170	1172 ± 225	330	13	2

**Tabla 7.** Coeficientes de los polinomios con tres variables independientes en temperatura efectiva para las estrellas enanas.

R1	R2	R3	$a_{00} \pm \sigma_{00}$ (K)	$a_{01} \pm \sigma_{01}$ (K)	$a_{02} \pm \sigma_{02}$ (K)	$a_{03} \pm \sigma_{03}$ (K)	$\sigma_{\text{total}}$ (K)	N <sub>e</sub>	N <sub>s</sub>
1	2	3	4078±102	-51±18	648±25	46±44	130	58	2
1	2	4	3965±125	-59±17	649±24	62±25	128	58	2
1	2	5	3774±117	-52±17	661±27	152±34	143	59	1
1	2	6	3968±120	-58±17	649±24	28±11	128	58	2
2	3	4	3777±128	712±23	-188±78	118±46	132	58	2
2	4	5	3627±117	716±21	-103±62	173±47	146	59	1
3	4	5	6554±136	59±132	-413±91	194±103	259	55	5

**Tabla 8.** Coeficientes de los polinomios con tres variables independientes en temperatura efectiva para las estrellas gigantes.

R1	R2	R3	$a_{00} \pm \sigma_{00}$ (K)	$a_{01} \pm \sigma_{01}$ (K)	$a_{02} \pm \sigma_{02}$ (K)	$a_{03} \pm \sigma_{03}$ (K)	$\sigma_{\text{total}}$ (K)	$N_e$	$N_s$
1	2	3	4114 $\pm$ 286	-324 $\pm$ 85	542 $\pm$ 97	306 $\pm$ 242	212	14	1
1	2	4	3500 $\pm$ 406	-369 $\pm$ 79	360 $\pm$ 88	284 $\pm$ 118	198	14	1
1	2	5	3554 $\pm$ 263	-270 $\pm$ 58	569 $\pm$ 79	318 $\pm$ 81	174	14	1
1	2	6	3497 $\pm$ 332	-342 $\pm$ 68	582 $\pm$ 82	135 $\pm$ 43	187	14	1
2	3	4	3724 $\pm$ 534	750 $\pm$ 102	-418 $\pm$ 459	150 $\pm$ 198	260	14	1
2	4	5	3233 $\pm$ 219	700 $\pm$ 37	-598 $\pm$ 292	513 $\pm$ 80	144	13	2
3	4	5	5692 $\pm$ 498	740 $\pm$ 357	-1346 $\pm$ 219	1043 $\pm$ 187	306	14	1

**Figura 6.** Relación entre los anchos equivalentes del triplete total de Ca IIT con la gravedad superficial para la muestra general de estrellas enanas y gigantes. Las líneas y los distintos símbolos que representan ambas muestras son similares a los empleados en la figura 4.

## 4.2 Gravedad Superficial

### 4.2.1 El triplete total de Ca IIT como indicador de la gravedad superficial

Con el fin de estudiar mejor las correlaciones entre la gravedad superficial y los anchos equivalentes, se emplea el triplete total de Ca IIT como un indicador de la luminosidad para las estrellas enanas y gigantes en la región IR, tal como lo señala Jones *et al.* 1984.

En la figura 6 se representa la relación entre la gravedad superficial y el ancho equivalente del triplete total de Ca IIT en estrellas enanas y gigantes. En el panel superior de la figura 6, se observa que el Ca IIT presenta muy poca sensibilidad en las estrellas enanas, mientras que para las estrellas gigantes (panel inferior), dicho indicador muestra una mayor dependencia pero con una gran dispersión ( $\sigma = 0.42$  dex, siendo el dex una unidad logarítmica). Con esto se demuestra la poca sensibilidad que presenta esta característica espectral con la gravedad, tal como lo señala Idiart *et al.* 1997.

#### 4.1.2 Combinaciones entre una o mas variables independientes

En la determinación de la gravedad superficial se emplean los anchos equivalentes de las líneas de NaID, H $\alpha$ , Ca II1, Ca II2 y Ca II3 para las estrellas enanas y gigantes medidas en este estudio. Un ajuste lineal conllevaría a la recuperación de la gravedad superficial para ambas muestras (tabla 9). En la tabla 9, se representan los coeficientes o las constantes de los polinomios empleados para la determinación de la gravedad superficial en estrellas enanas y gigantes para aquellas líneas que presentan una fuerte dependencia con la gravedad.

En la tabla 9 se observa que la gravedad superficial de las estrellas enanas analizadas, presenta una fuerte dependencia solo con las líneas de NaID y H $\alpha$ , de manera que una combinación entre ambas variables conduce a la obtención de una relación funcional de la siguiente forma:

$$\text{Log (g)} = (4.34 \pm 0.09) + (0.06 \pm 0.02) * \text{EW (NaID)} + (-0.11 \pm 0.02) * \text{EW (H}\alpha\text{)}, \quad (7)$$

en donde la dispersión alcanzada por este ajuste es de  $s_{12} = 0.21$  dex.

Por el contrario, en el caso de las estrellas gigantes en donde se observa una fuerte dependencia entre las líneas H $\alpha$  y Ca II2, se encuentra que la gravedad superficial puede ser recuperada a partir de la siguiente relación:

$$\text{Log (g)} = (1.12 \pm 0.26) + (0.46 \pm 0.04) * \text{EW (H}\alpha\text{)} + (0.22 \pm 0.06) * \text{EW (Ca II2)}, \quad (8)$$

y se alcanza una dispersión de  $s_{24} = 0.14$  dex.

#### 4.3 Metalicidad

##### 4.3.1 El triplete total de Ca IIT como indicador de la metalicidad

En esta sección se analiza la dependencia de la metalicidad (la cual se define como la diferencia logarítmica entre la abundancia relativa de hierro de una estrella en estudio y la abundancia relativa de hierro de una estrella estándar o patrón como el Sol) de las estrellas enanas y gigantes con los anchos equivalentes del triplete total del Ca IIT. Esta dependencia ya había sido observada en trabajos previos desarrollado por Díaz *et al.* (1989) y Cenarro *et al.* (2002). La relación entre el triplete total de Ca IIT y la metalicidad puede ser observada en la figura 7.

Se observa de la figura 7 que el triplete total de Ca IIT presenta sensibilidad a la metalicidad en estrellas enanas. Un número importante de este tipo de estrellas salen de ajuste aplicado sobre todo aquellas estrellas pobres en metal ( $[\text{Fe}/\text{H}] \leq -0.80$  dex), lo cual puede ser consecuencia de que la muestra ha sufrido calibraciones sucesivas. Por el contrario, la muestra de estrellas gigantes presenta una ligera dependencia a la metalicidad.

**Tabla 9.** Coeficientes de los polinomios con una variable independiente para la gravedad superficial en estrellas enanas y gigantes

Especie	Estrellas Enanas		Coeficientes de polinomios		
	Número entra	Número sale	$a_{01} \pm \sigma$ (dex)	$a_{02} \pm \sigma$ (dex)	$\sigma_{\text{total}}$ (dex)
NaID	61	4	$3.97 \pm 0.02$	$0.10 \pm 0.01$	0.19
H $\alpha$	64	1	$4.53 \pm 0.06$	$-0.15 \pm 0.02$	0.22
Estrellas Gigantes					
NaID	14	1	$3.51 \pm 0.18$	$-0.47 \pm 0.11$	0.46
H $\alpha$	11	4	$2.04 \pm 0.06$	$0.36 \pm 0.03$	0.15
CaII1	12	3	$3.31 \pm 0.44$	$-0.41 \pm 0.26$	0.44
CaII2	12	3	$5.50 \pm 0.46$	$-0.81 \pm 0.08$	0.25
CaII3	13	2	$1.26 \pm 0.49$	$0.57 \pm 0.17$	0.48
CaIIT	12	3	$4.03 \pm 0.70$	$-0.18 \pm 0.18$	0.42

**Tabla 10.** Coeficientes de los polinomios con una variable independiente para la metalicidad en estrellas enanas y gigantes.

Especie	Número entra	Número sale	ESTRELLAS ENANAS		
			$a_{01} \pm \sigma_{01}$ (dex)	$a_{02} \pm \sigma_{02}$ (dex)	$\sigma_{\text{total}}$ (dex)
NaID	59	6	-0.24 $\pm$ 0.03	0.06 $\pm$ 0.02	0.27
H $\alpha$	59	6	-0.12 $\pm$ 0.08	-0.01 $\pm$ 0.03	0.28
CaII1	54	11	-0.88 $\pm$ 0.07	0.65 $\pm$ 0.06	0.18
CaII2	57	8	-1.42 $\pm$ 0.14	0.45 $\pm$ 0.05	0.18
CaII3	59	6	-0.81 $\pm$ 0.13	0.28 $\pm$ 0.06	0.26
CaIIT	55	10	-1.41 $\pm$ 0.13	0.21 $\pm$ 0.02	0.16
ESTRELLAS GIGANTES					
NaID	14	1	-0.08 $\pm$ 0.10	0.00 $\pm$ 0.06	0.24
H $\alpha$	14	1	-0.29 $\pm$ 0.07	0.10 $\pm$ 0.03	0.20
CaII1	14	1	-0.22 $\pm$ 0.18	0.10 $\pm$ 0.12	0.24
CaII2	13	2	0.64 $\pm$ 0.18	-0.20 $\pm$ 0.05	0.17
CaII3	14	1	-0.43 $\pm$ 0.26	0.13 $\pm$ 0.09	0.23
CaIIT	14	1	0.11 $\pm$ 0.33	-0.02 $\pm$ 0.04	0.24

**Tabla 11.** Coeficientes de los polinomios con dos variables independientes para el índice de metalicidad en estrellas enanas.

R1	R2	$a_{00} \pm \sigma_{00}$ (dex)	$a_{01} \pm \sigma_{01}$ (dex)	$a_{02} \pm \sigma_{02}$ (dex)	$\sigma_{\text{total}}$ (dex)	N <sub>e</sub>	N <sub>s</sub>
3	4	-1.44 $\pm$ 0.11	-0.14 $\pm$ 0.11	0.52 $\pm$ 0.05	0.16	54	11
3	5	-1.00 $\pm$ 0.10	0.59 $\pm$ 0.07	0.08 $\pm$ 0.05	0.19	55	10
4	5	-1.42 $\pm$ 0.16	0.45 $\pm$ 0.06	0.01 $\pm$ 0.04	0.18	51	9

**Tabla 12.** Coeficientes de los polinomios con dos variables independientes para el índice de metalicidad en estrellas gigantes.

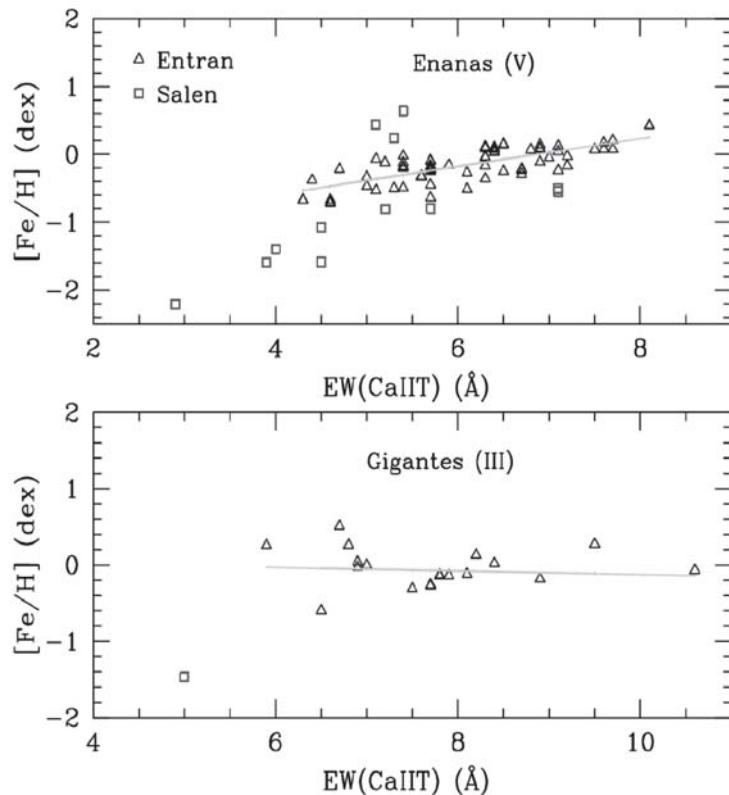
R1	R2	$a_{00} \pm \sigma_{00}$ (dex)	$a_{01} \pm \sigma_{01}$ (dex)	$a_{02} \pm \sigma_{02}$ (dex)	$\sigma_{\text{total}}$ (dex)	N <sub>e</sub>	N <sub>s</sub>
3	4	0.39 $\pm$ 0.23	0.24 $\pm$ 0.11	-0.24 $\pm$ 0.07	0.20	14	1
3	5	-0.43 $\pm$ 0.27	0.02 $\pm$ 0.14	0.12 $\pm$ 0.11	0.23	14	1
4	5	0.22 $\pm$ 0.33	-0.18 $\pm$ 0.07	0.12 $\pm$ 0.08	0.21	14	1

#### 4.3.2 Combinaciones entre una o mas variables independientes

Observando los resultados en la tabla 10, el índice de metalicidad en las estrellas enanas que son objeto de estudio en este trabajo, parece tener una alta sensibilidad para los anchos equivalentes de las líneas individuales del triplete de Ca II, en particular, para Ca II1 y Ca II2. Por el contrario, este índice es ligeramente moderado a los anchos equivalentes de la línea de Ca II3. El ajuste lineal

aplicado usando el triple de Ca IIT en la muestra de enanas, determina satisfactoriamente un índice de metalicidad dentro del rango de -0.72 a 0.43 dex. Fuera de este rango, sus valores no son confiables.

En cuanto a las estrellas gigantes objeto de estudio en este trabajo, la sensibilidad del índice de metalicidad con el ancho equivalente para las líneas individuales de Ca II es bastante débil, salvo para a línea de Ca II2 cuya sensibilidad es mayor, respecto al total de las líneas medidas. En cuanto a la línea de NaID y la línea de



**Figura 7.** Relación entre los anchos equivalentes del triplete total de Ca IIT con el índice de metalicidad para la muestra general de estrellas enanas y gigantes. Las líneas y los distintos símbolos que representan ambas muestras son similares a los empleados en la figura 4.

Balmer H $\alpha$ , su relación con el índice de metalicidad es prácticamente nula.

Para las estrellas enanas y gigantes las combinaciones que involucran dos o más variables se encuentran limitadas solamente a los anchos equivalentes de las líneas individuales de Ca II. Los valores de los coeficientes o constantes para los ajustes obtenidos a través del método aplicado se encuentran reflejados en las tablas 11 y 12, respectivamente.

Las combinaciones que involucran los anchos equivalentes de las tres líneas individuales de Ca II simultáneamente pueden ser escritas por separado, así para las estrellas enanas la relación funcional

$$[\text{Fe}/\text{H}] = (-1.40 \pm 0.14) + (-0.11 \pm 0.13) * \text{EW}(\text{Ca II})$$

$$\text{II1} + (0.52 \pm 0.05) * \text{EW}(\text{Ca II2}) + (-0.04 \pm 0.05) * \text{EW}(\text{Ca II3}). \quad (9)$$

La desviación estándar para recuperar la metalicidad en las enanas es del orden de  $\sigma_{345} = 0.16$  dex. Por otra parte, para las estrellas gigantes la relación funcional posee la forma

$$[\text{Fe}/\text{H}] = (-3.51 \pm 0.44) + (0.45 \pm 0.07) * \text{EW}(\text{Ca II1}) + (-0.53 \pm 0.17) * \text{EW}(\text{Ca II2}) + (0.96 \pm 0.15) * \text{EW}(\text{Ca II3}). \quad (10)$$

La desviación estándar con la que se recupera la metalicidad en las estrellas gigantes es del orden de  $\sigma_{345} = 0.23$  dex.

## CONCLUSIONES

Se analizó por separado la muestra de estrellas enanas y gigantes, con la finalidad de observar la sensibilidad de los anchos equivalentes de las líneas espectrales medidas, con los parámetros fundamentales ( $T_{\text{eff}}$ ,  $\log(g)$  y  $[\text{Fe}/\text{H}]$ ). De esta manera, se estudió el comportamiento de las líneas individuales de Na ID,  $\text{H}\alpha$ , Ca II1, Ca II2 y Ca II3, así como también el triplete total de Ca IIT con el fin de investigar la dependencia de estas líneas con los parámetros atmosféricos estelares, tales como la temperatura efectiva ( $T_{\text{eff}}$ ), gravedad superficial ( $\log(g)$ ) y la abundancia de metal ( $[\text{Fe}/\text{H}]$ ). Así tenemos:

1.- Temperatura efectiva. La dependencia con este parámetro físico se lleva a cabo dentro de dos rangos posibles de temperatura ( $T_{\text{eff}} > 8000 \text{ K}$   $T_{\text{eff}} < 8000 \text{ K}$ ), debido al comportamiento de la muestra total con respecto al conjunto de características espectrales medidas.

a)  $T_{\text{eff}} < 8000 \text{ K}$ . Las líneas espectrales NaID y  $\text{H}\alpha$ , presentan mayor sensibilidad a este parámetro atmosférico. Las líneas individuales de Ca II (1 y 2) y el triplete total de Ca IIT presentan mayor dispersión para el grupo de estrellas e

nanas. Un comportamiento similar para el total de líneas espectrales estudiadas se presenta en el grupo de gigantes.

b)  $T_{\text{eff}} > 8000 \text{ K}$ . El número de estrellas enanas y gigantes es muy reducido y, la recuperación a través de los distintos ajustes para el total de líneas de absorción medidas no conlleva a resultados satisfactorios, ya que existe una gran dispersión entre los datos medidos. Este hecho, por supuesto, conduce a que los ajustes aplicados generen resultados con poca confiabilidad.

2.- Gravedad Superficial. La dependencia con la gravedad superficial se analizó para todo el rango de temperatura efectiva. En el caso de las estrellas enanas, solo los anchos equivalentes de las líneas de Na ID y  $\text{H}\alpha$  son las que presentan una mayor dependencia a la gravedad superficial. Para las estrellas gigantes, todas las líneas individuales de Ca II presentan sensibilidad a la gravedad superficial, en particular la línea de Ca II2. De las líneas de Balmer, solo  $\text{H}\alpha$  es la más sensible a la gravedad superficial en esta muestra de estrellas.

3.- Índice de metalicidad. para las estrellas enanas, el índice de metalicidad en estrellas enanas no parece tener dependencia con las líneas de Na ID y  $\text{H}\alpha$ . No obstante,

las líneas individuales de Ca II dependen fuertemente de este parámetro. En estrellas gigantes, se mantiene la independencia con la línea Na ID y sólo las líneas  $\text{H}\alpha$ , Ca II1, Ca II2 y Ca II3 presentan una ligera dependencia con dicho índice. En el caso del triplete total de Ca IIT, su mayor sensibilidad se observa solo en las estrellas enanas. No sucede lo mismo para la muestra de gigantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLOIN, D.; BICA, E. A comparative study of Na I and Ca II infrared lines in stars, star clusters and galaxy nuclei – an alternative to the dwarf-enriched population, *Astronomy and Astrophysics*. 217:57. 1989.
- ALONSO, A.; ARRIBAS, S.; MARTÍNEZ-ROGER, C. The effective temperature scale of giant stars (F0 – K5). II. Empirical calibration of Teff versus colours and  $[\text{Fe}/\text{H}]$ , *Astronomy and Astrophysics Supplement*. 140:261. 1999.
- BATTAGLIA, G.; HELMI, A.; TOLSTOY, E.; IRWIN, M. Kinematic analysis of the Sculptor Dwarf spheroidal Galaxy, *ASP Conference Series*, 34:273. 2007.
- CARTER, D.; VISVANATHAN, N.; PICKELS, A. The dwarf star content of elliptical and lenticular galaxies, *Astrophysical Journal*. 311: 637. 1986.
- CENARRO, A.; CARDIEL, N.; GORGAS, J.; PELETIER, R.; VAZDEKIS, A.; PRADA, F. Empirical calibration of the near-infrared Ca II triplet. I. The stellar library and index definition, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 326:959. 2001a.
- CENARRO, A.; GORGAS, J.; CARDIEL, N.; PEDRAZ, S.; PELETIER, R.; VAZDEKIS, A. Empirical calibration of the near-infrared Ca II triplet. II. The stellar atmospheric parameters, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 326:981. 2001b.
- CENARRO, A.; GORGAS, J.; CARDIEL, N.; VAZDEKIS, A.; PELETIER, R. Empirical calibration of the near-infrared Ca II triplet. III. Fitting functions, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 329:863. 2002.
- DI BENEDETTO, G. Towards a fundamental calibration of stellar parameters of A, F, G, K dwarfs and giants, *Astronomy and Astrophysics*. 339:858. 1998.
- DÍAZ, A.; TERLEVICH, E.; TERLEVICH, R. Near-IR features in late type stars. Their relation with stellar atmosphere parameters, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 239:325. 1989.

- IDIART, T.; THEVENIN, F.; DE FREITAS PACHECO, J.; The infrared CaII triplet as a metallicity indicator of stellar populations, *Astromical Journal*, 113:1066.1997.
- JONES, J.; ALLOIN, D.; JONES, B.; The infrared Ca II triplet. A luminosity indicator for stellar populations synthesis, *Astrophysical Journal*. 283:457.1984.
- KATZ, D.; SOUBIRAN, C.; CAYREL, R.; ADDA, M.; CAUTAIN, R. On-line determination of stellar atmospheric parameters  $T_{\text{eff}}$ ,  $\log g$ ,  $[\text{Fe}/\text{H}]$  from ELODIE echelle spectra. I. The method, *Astronomy and Astrophysics*. 338: 151. 1998.
- MALLIK, S. The Ca II triplet lines in cool stars, *Astronomy and Astrophysics Supplement*. 103:279. 1994.
- MALLIK, S. The Ca II triplet lines as diagnostics of luminosity, metallicity and chromospheric activity in cool stars, *Astronomy and Astrophysics Supplement*. 124:359. 1997.
- MOLINA, R.; STOCK, J. Determination of stellar atmospheric parameters from the near-IR region, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*. 40: 181. 2004.
- MOLINA, R.; STOCK, J.; STOCK, J.; MARIN, Z.; VILLARREAL, L. Quantitative spectral classification. 20nálisis of K-M giants stars in the visible and near-IR region, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica, Serie de Conferencias*. 25: 105. 2006.
- PRUGNIEL, PH.; SOUBIRAN, C. New release of the ELODIE library, *arXiv:astro-ph/0409214*. 2004.
- SMITH, M. Microturbulence in A stars as derived from line profiles, *The Astrophysical Journal*. 182: 159. 1973.
- SOUBIRAN, C.; CAYREL, R.; PERRIN, R.; BIENAYME, O.; FRIEL, E.; COUPRY, M. A kinematical and chemical probe of the Galaxy, *Astrophysics and Space Science Library*. 212: 219. 2007.
- SOUBIRAN, C.; KATZ, D.; CAYREL, R. On-line determination of stellar atmospheric parameters  $T_{\text{eff}}$ ,  $\log g$ ,  $[\text{Fe}/\text{H}]$  from ELODIE echelle spectra. II. The library of F5 to K7 stars, *Astronomy and Astrophysics Supplement*. 133: 221. 1998.
- STOCK, J.; STOCK, J. Quantitative Stellar Spectral Classification, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*. 35: 143. 1999.
- VALDÉS, F.; GRUPTA, R.; ROSE, J.; SINGH, H.; BELL, D. Indo-US library of Coude feed stellar spectra, *Astrophysical Journal Supplement Series*, 152:251. 2004.
- VAZDEKIS, A.; CENARRO, A.; GORGAS, J.; CARDIEL, N.; PELETIER, R. Empirical calibration of the near-infrared Ca II triplet. IV. The stellar populations synthesis models, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 340:1317. 2003.
- ZHOU, X. The near-IR Na I doublet and Ca II triplet in the late-type stars and the determination of the stellar atmosphere parameters, *Astronomy and Astrophysics*. 248: 367. 1991.

## Índice acumulado

Vol.

1

1987

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Efectos de tratamientos químicos y físicos en la germinación de kudzu tropical. ( <i>Pueraria phaseloides</i> Benth)	3
- Pérez, A.	
Estudio de la <i>Fasciola hepatica</i> en el Estado Táchira, Venezuela. Incidencia y prevalencias en la zona sur del estado Táchira.	14
- Perruolo, G.; Perdomo, E. y Silva, J.	
Coleópteros Coprófagos y Necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) del estado Táchira, Venezuela.	20
- Havranek, D.	
Utilización de la Cachaza líquida preservada en la alimentación de cerdos en crecimiento y acabado.	23
- Bautista, O.	
Nuevo Tripanosoma de peces de agua cálidas en Venezuela. ( <i>Protozoa kinetoplastida</i> ).	32
- Perruolo, G.	
Algunas consideraciones sobre Paja Cabezona o Maciega ( <i>Paspalum virginatum</i> L.)	36
- Pérez, L.; Pacheco, J.	
Catálogo de los Scarabaeidae (Coleoptera) Coprófagos y Necrófagos, del estado Táchira, Venezuela.	39
- Blanco, J.	
Diseño y Construcción de un tubo de Calor.	47
- Nieto, O. y Salcedo, R.	
Ánalisis experimental de esfuerzos en una cámara de combustión de combustible sólido.	54
- Bortone, C.	
Evaluación preliminar del factor "C" en la ecuación universal de pérdidas de suelo bajo diferentes prácticas de manejo en el cultivo del cafeto.	67
- Useche, R. y Méndez, J.	
El Potasio en los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar en el Valle de Ureña, Edo. Táchira.	76
- Gamboa, J.; Núñez, J.; Gamboa, M.	
Estudio de la calidad de la miel de abeja comercializada en la Ciudad de San Cristóbal, Edo. Táchira, Venezuela.	82
- Casanova, R.	

Vol.

2

1988

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Respuesta del Corocillo <i>Cyperus rotundus</i> L. a la aplicación directa de glicofosfato sobre tubérculo.	3
- Pérez, L.	
<i>Culicoides</i> (Diptera: Ceratopogonidae) del estado Táchira, Venezuela. Parte I.	17
- Perruolo, G.	
Leguminosas que incrementan el valor nutritivo de algunos pastizales del estado Táchira.	21
- Vera, A.	
Datos ecológicos para <i>Coloides castanea</i> (Coleoptera: Scarabaeidae: Hybosoridae).	31
- Havranek, D.	
Catálogo de los Scarabaeidae (Coleoptera) Coprófagos y Necrófagos del estado Táchira, Venezuela Parte II.	39
- Blanco, J.	
Fraccionamiento del Azufre en algunos suelos pertenecientes al bosque seco montano bajo del estado Táchira, Venezuela.	49
- Gamboa, J.; Chacón, L.; Gamboa, M.	
Adaptación informacional en la abeja doméstica <i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae).	55
- Tapia, O.; Valderrama, N.	
Eficiencia del riego de la caña de azúcar en el área Ureña - San Antonio.	65
- Torras, S.	
Facilidad para la instalación de una planta productora de carbón activado.	77
- Torres, A. y Zambrano, L.	
Algunos Scarabaeinae neotropicales nuevos o pocos conocidos.	85
- Martínez, A.	
Odontata del estado Táchira.	91
- De Marmels, J.	
Aplicación en edafología del paquete estadístico BMDP. 1: Transformación del Superfosfato triple en dos suelos del estado Táchira.	113
- López, A.	

Vol.

3

1989

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Método heurístico para obtener soluciones básicas a los problemas de transporte en programación lineal.	5
- Porras, R.	
Caracterización morfológica de algunas especies de <i>Algubo</i> , existentes en Maracay, estado Aragua. Venezuela.	15
- Acevedo, R.	
Efecto de la materia orgánica en la solubilidad de la roca fosfórica.	19
- Reyes, I.; Gamboa, J.	
Prevalencia por Geoelmintos en escolares de San Cristóbal, estado Táchira, Venezuela.	27
- Molina, A.	
Manejo de un Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiencia.	35
- Barbosa, C.	
Evaluación de dos fungicidas sistémicos para el control de la Roya del Cafeto.	41
- Escobar, C. y Bustamante, E.	
Prevalencia de <i>Stefanurus dentatus</i> en cerdos sacrificados en el matadero de San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela.	47
- Morales, O.	
Morfometría de abejas africanizadas en el estado Táchira, Venezuela.	51
- Perruolo, G.	
Coleópteros, coprófagos y necrófagos (Scarabaeidae, Silphidae) atraídos a cebos, en bosques venezolanos.	55
- Havranek, D.	
Estrategia de defensa de la colmena de abejas <i>Apis mellifera</i> , L. (Hymenoptera: Apidae).	65
- Tapia, O.	

Vol.

4

1990

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Enfermedades parasitarias de las abejas <i>Apis mellifera</i> L. en el estado Táchira, Venezuela.	2
- Casanova, R. y Perruolo, G.	
Enfermedades parasitarias de las abejas <i>Apis mellifera</i> L. en el estado Táchira, Venezuela.	12
- Casanova, R. y Perruolo, G.	
Efecto residual a nivel de invernadero de tres rocas fosfóricas del estado Táchira, Venezuela, usando maíz ( <i>Zea mays</i> L.) como planta indicadora.	29
- López, A.; Casanova, E.; Chacón, L.; Paz, M.; Guerrero, J.	
Sensibilidad artística y vocación.	49
- Mora, P.	
Bionomía de la fauna Anophelica en Socopó, estado Barinas, Venezuela.	60
- Perruolo, G.; Briceño, J.; Briceño, R.; Carter, K.; Gascón, L.; Mazzarri, M.; Segovia, L.; Vizcarrondo, J.; Zerpa, N.	
Respuesta de la gallinas ponederas a niveles variables de energía-proteína en la unidad avícola de la UNET.	73
- Romero, I.	
Separación mecánica y manual de carne y residuos en peces de agua dulce <i>Hoplosternum littorale</i> y <i>Hoplias malabaricus</i> .	82
- Sánchez, H.	

Índice acumulado

Vol.  
5  
1991

Vol.  
6  
1992

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Diseño y construcción de un fundidor extractor de cera de abejas ( <i>Apis mellifera</i> L.)	1	Tres métodos para controlar la Palomilla de la cera, <i>Galleria mellonella</i> L., en panales almacenados de cera de abejas.	15
-Báez, F.; Méndez, H.; Casanova, R.; Méndez, J.		-Casanova, R.	
Ánalisis micobiológico del queso pasteurizado.	11	Escarabajos ( <i>Coleoptera. Scarabaeidae</i> ) Coprófagos y Necrófagos atraídos a cebos en el estado Táchira, Venezuela.	17
-Carreño, M.		-Havranek, D.	
Identificación de algunos virus de la caraota ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) por métodos serológicos y plantas indicadoras en algunos cultivos en el estado Táchira.	25	Configuración histórica del espacio regional y estrategias para su desarrollo.	27
-Durán, F.		-Martens, J.	
Comportamiento a nivel de invernadero del Biofertilizante PHS frente a otras fuentes de fósforo usando maíz ( <i>Zea mays</i> L.).	37	El Género <i>Pteridium</i> ( <i>Polypodiaceae</i> ) en el estado Táchira, Distribución geográfica y comentarios de interés.	41
-López, A.; Paz, M.; Chacón, L.; Guerrero, J.		-Pérez, L.; Pacheco, J.	
Evaluación de la efectividad agronómica residual a nivel de invernadero del biofertilizante PHS usando maíz ( <i>Zea mays</i> L.) como cultivo indicador.	45	Inventario del nivel de motivaciones de las necesidades de logro, afiliación y poder en los productores de El Nula, estado Apure, Venezuela.	51
-López, A.; Paz, M.; Chacón, L.; Guerrero, J.		-Thielen, J.	
La matemática No-Determinista y la derivación en espacio topológico.	53	Pruebas de patogenicidad de <i>Fusarium</i> sp. en plantas de tomate.	67
-Mirabal, R.		-Vásquez, R.	
Distribución geográfica de las garrapatas que atacan al ganado en el estado Táchira, Venezuela.	61		
-Perruolo, G.; Morales, O.; Sánchez, J.			
Adaptación informacional de la abeja <i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae) Parte II.	71		
-Tapias, O.; Balderrama, N.			
Caracterización del proceso de cromado sobre una base metálica.	89		
-Duque, L.; Contreras, J.			
Diseño y construcción de un prototipo de la máquina de fatiga rotativa.	90		
-Barrios, J.; Duque, H.			

Vol.  
7  
1993

Vol.  
9(1)  
1997

(Edición Especial)

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Toxicidad del Néctar de la planta <i>Ryania speciosa</i> Valh (Flacourtiaceae), sobre abejas <i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae).	5	Anatomía / Morfología	1
-Casanova, R.; Olivares, B.; Mendoza, C.		Biotecnología / Genética	29
Estructura del Capital total tangible y su relación con la rentabilidad en fincas ganaderas de doble propósito en los municipios García de Hevia y Panamericano del estado Táchira, Venezuela.	13	Docencia	44
-Díaz, F.		Ecología	46
Detección y determinación de taninos en Pulpa de Café secada al ambiente.	23	Etnobotánica	72
-González, N.; Ramírez, J.; Aldana, J.; Clifford, M.		Fisiología / Fotoquímica	76
Incidencia e impacto económico de la despigmentación en un rebaño Brahman registrado.	33	Jardín Botánico	96
-Montoni, D.; Chacón, M.; Mago, M.		Taxonomía / Sistemática	103
El aprendizaje cooperativo y el autoconcepto académico: sus efectos sobre el rendimiento en estudiantes universitarios.	41		
-Pernia, I.			
Distribución geográfica de los Murciélagos (Mammalia: Quiropteros) en el estado Táchira.	51		
-Perruolo, G.; Morales, O.			

## Índice acumulado

Vol.  
9(2)  
1997

Vol.  
10(1)  
1998

(Edición Especial)

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Gestión educativa en el jardín botánico de Caracas: Un modelo de aula abierta. - <b>Tecenvi, A.</b>	1
Taxonomía y Biodiversidad. - <b>Aristigueta, L.</b>	4
El nicho ecológico vegetal: de la fotosíntesis al hiperespacio. - <b>Farías, M.</b>	8
Taller: Permisología e información sobre fitodiversidad en Venezuela (Workshop: Permission Policy and Information on Phytodiversity in Venezuela). - <b>Gaviria, J.; Zambrano, O.; Silva, A.; Castellanos, E.; Ruiz, Th.; De Martino, G. y Sánchez, I.</b>	13
La selva de bejucos ejemplo de bosque natural inestable de la Guayana Venezolana: Avance de Investigación. - <b>Hernández, L.</b>	16
Proyecto libro rojo de las plantas de Venezuela. - <b>Llamazas, S. y Rojas, F.</b>	21
Análisis de las técnicas utilizadas en el estudio fenológico de la vegetación. - <b>Ortiz, R.</b>	24
Presentación y conservación de especies en el palmetum del jardín botánico de Caracas, Venezuela. - <b>Stauffer, F.</b>	30
Jardines Botánicos, conservación de la biodiversidad y política ambiental venezolana. Advertencia necesaria. - <b>Trujillo, B.</b>	34
Corredores ecológicos en los andes de Venezuela - <b>Yerena, E.</b>	42

(Edición Especial)

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Bolívar y la Religión Católica. - <b>Ballesteros, L.</b>	29
El sistema socio-económico de Bolívar. - <b>Carrillo, T.</b>	31
Bolívar, política, y ética. - <b>Chávez, A.</b>	35
Bolívar y autonomía universitaria. - <b>Díaz, T.</b>	39
Origen de la sociedad bolivariana - <b>Higuera, G.</b>	43
Bolívar y el poder moral - <b>Labarca, P.</b>	55
Bolívar universitario - <b>Lombardi, A.</b>	77
Bolívar escritor ante el espejo de la crítica - <b>Mora, P.</b>	79
Fundamentos para una charla sobre Bolívar en cuanto que escritor - <b>Paredes, P.</b>	87
Bolívar y la unidad hispanoamericana - <b>Rodríguez, L.</b>	89
Los andinos en el marco de la identidad nacional la independencia por estos Lares - <b>Sandoval, M.</b>	91
Bolívar en San Cristóbal - <b>Villamizar, I.</b>	95

Vol.  
8(1)  
1999

Vol.  
8(2)  
1999

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

Comportamiento Agro-Ecológico del <i>Pteridium aquilinum</i> , en el estado Táchira, Venezuela. - <b>Pérez, L.; Pacheco, J.</b>	5
Una respuesta para la Reforma de la Academia de las Universidades - <b>Ramírez, O.</b>	19
Distribución geográfica de <i>Pieridae</i> (Insecta: Lepidóptera) en el estado Táchira, Venezuela. - <b>Rey, F.</b>	37
Inventario de las plantas Medicinales del estado Táchira, Venezuela. - <b>Vera, A.</b>	55

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

Utilización del ramio ( <i>Bohemeria nivea</i> ) en la alimentación de conejos en crecimiento y engorde. - <b>Bautista, O. y Zambrano, L.</b>	5
Valores en educación superior y su jerarquía de valores en un grupo de estudiantes, universidad nacional experimental del Táchira - <b>Bortone, R.</b>	23
Evaluación del ingrediente activo coumafos para el control de <i>Varroajacobsoni</i> en colonias con cría de abejas africanizadas ( <i>Apis mellifera L.</i> ), ubicadas en el municipio montes, estado Sucre -Venezuela. - <b>Casanova, R.; Barrios, L.; Mendoza, C.</b>	45
Relación entre las abejas <i>Apis mellifera L.</i> y la planta "fruta aguacero" <i>Ryania speciosa</i> valth., en el Parque Nacional Mochima, municipio Sucre, Estado Sucre, Venezuela. - <b>Casanova, R.</b>	55
Densidad estelar hacia el polo sur galáctico - <b>Molina, R.; Stock, J. y Ontiveros E.</b>	63
Fluctuación poblacional de <i>lutzomyia</i> spp. (diptera: psychodidae) en zonas endémicas de leishmaniasis en el estado Táchira, Venezuela. - <b>Perruolo, G.; Moncada, A. y Tapia, O.</b>	75

Vol.  
12(1)  
2000

Vol.  
12(2)  
2000

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Evolución del comportamiento "Grooming" contra <i>Varroa jacobsoni</i> (acarid:dermanicidae) en abejas africanizadas ((Hymenoptera:apidae) en el estado Táchira-Venezuela - Casanova, R.; Hevia, A.	1	Bledo ( <i>Amaranthus spp</i> ) como ingrediente en dietas para conejos en crecimiento y engorde. - Bautista, E.; Barrueta, H.	1
Nueva especie de <i>Leptospaeria</i> Venezolana. - García, E.	11	Daños causados a <i>Varroa jacobsoni</i> (acarid:dermanicidae) por comportamiento "grooming" de abejas africanizadas (Hymenoptera:apidae) - Casanova, R.	19
Caracterización florística de las parroquias Coquivacoa y Olegario Villalobos del municipio Maracaibo, Estado Zulia. - Rey, F.	19	Crecimiento y fertilidad post-parto de hembras mestizas lecheras en un rebaño del norte del estado Táchira, Venezuela. - García, J.	29
Clasificación automática de espectros estelares tomados con prisma objetivo - Molina, R.	39	Fisonomía de la vegetación y especies vegetales de interesa picola, de altos de Paramillo. San Cristóbal, estado Táchira. Venezuela. - Tapia, O.	61
Supervivencia de <i>Boophilus microplus</i> en pastizales del estado Táchira, Venezuela - Perruolo, G.	53		
Induce de especificidad de la abeja <i>Apis mellifera scutella</i> Latreille, en diferentes meses del año. - Tapia, O.; Monsalve, J.	73		
Comportamiento de la roya del cafeto ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berk & Br.) sobre nueve líneas de catimor en la finca Tuquerena, Rubio, estado – Táchira. - Vivas, A.; Barragán, G.	93		

Vol.  
13(1)  
2001

Vol.  
14(1)  
2002

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Categorías de la identidad corporativa de las instituciones universitarias - Márquez, I.	1	Evaluación de la producción de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) y ajo porro ( <i>Allium ampeloprasum</i> ) asociados a la cobertura vegetal muerta con un mínimo manejo agronómico - Contreras, O. y Moreno, F.	1
Aplicación de redes neuronales en espectros estelares - Molina, R.; Rosales, M.	13	Florae herbariorum tachirense N° 1: nomina acanthaceae. - García, E.; Tapia, O.; Monsalve, G.; Marcano, E.; Acuña, E.	11
Evaluación colorimétrica de 28 muestras de miel de abejas <i>Apis mellifera</i> L., provenientes de siete zonas de vida del estado Táchira - Mendoza, L.; Casanova, R.	27	Caracterización taxonómica de la biótica liquénica del jardín botánico del Táchira, San Cristóbal. Edo. Táchira. Venezuela. - García, M.	26
Estudio morfológico de <i>Sclerotium cepivorum</i> Berk, agente causal de la pudrición blanca del ajo - Moreno, I.; Acevedo, R.	51	Caracterización y actividad antimicrobiana del aceite esencial de las hojas de <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl) A. Gray. - González, N.; Sánchez, F.; Usabilaga, A.	45
Uso de recursos localmente disponibles para la construcción de nidos artificiales de abejas sin aguijón (Meliponinae) - Moreno, F.; Cardozo, A.	71	Validación de un biosensor para la detección de mastitis a través de la conductividad eléctrica. - Zambrano, S.; Acosta, F.; Contreras, C.	55
Plan de manejo para la conservación de las abejas sin aguijón (Meliponinae) en explotaciones madereras. Caso explotaciones del sur del estado Portuguesa. - Moreno, F.; Díaz, L.; Cardozo, A.	79		
Dinámica poblacional de <i>Culicoides insignis</i> (Diptera:ceratopogonidae) en el estado Táchira. Venezuela - Perruolo, G.	95		
Tendencia de vuelo de la abeja <i>Apis mellifera scutellata</i> Latreille. (Hymenóptera:apidae) hacia diferentes sectores geográficos en Altos de Paramillo – Jardín Botánico del Táchira, San Cristóbal – estado Táchira - Tapia, O.	113		

## Índice acumulado

Vol.  
14(2)  
2002

Vol.  
15(1)  
2003

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Estudio comparativo de las soluciones analítica y numérica para la conducción de calor bidimensional en el estado estable en una pared compuesta - Arévalo, R.	1	Una infraestructura para la difusión de conocimiento en las PYME - Carpio, M.; Pérez, L.	1
Medidor de flujo basado en el principio de disipación de calor - Contreras, C.; Rodríguez, J.; Di Sipio, R.; Tarazona, J.; Contreras, J.	11	Evaluación de parámetros sanguíneos indicadores de metabolismo energético y proteico en hembras Brahman, en la Hacienda Santa Rosa, estado Táchira. Venezuela - Mora, R.; Moreno, C.	11
Automatización de un sistema híbrido: tres tanques y un surtidor. Parte I: Ingeniería Conceptual e Ingeniería Básica. - Montilla, M.	24	Análisis de proantocianidinas en commelinaceae en el Estado Táchira. Venezuela - Arnaude, O.; González, N.	41
La investigación en la carrera de arquitectura-UNET: Elementos para su análisis. - Vivas, F.	43	Evaluación de la inseminación instrumental y la fecundación natural medida a través de la efectividad de postura en abejas reinas ( <i>Apis mellifera</i> ) - Carvajal, C.; Ochoa, A.; Casanova, R.; Cárdenas, A.	49
		Reporte de caso de infección por adenovirus bovino tipo 3 asociado a <i>micoplasma Boris</i> en la zona norte del estado Táchira - Moreno, C.	61

Vol.  
15(2)  
2003

Vol.  
16(1)  
2004

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Identificación de patógenos causales de diarrea en terneros en la zona norte del estado Táchira. Venezuela - Mora, R.; Moreno, C.	1	Estimación del volumen ventricular izquierdo usando algoritmos genéticos - Bravo, A.	1
El proceso de preincubación en el modelo de incubación UNET. - González, L.	9	Sistema de información decisión de la unidad de admisión de la Universidad Nacional Experimental del Táchira. Venezuela. - Marrero, C. y Moreno, T.	7
Concentraciones minerales en suero sanguíneo de hembras bovinas Brahman en una finca del sur del estado Táchira, Venezuela. - Depablos, L.; Moreno, C	17	Nueva calibración de un método de clasificación estelar - Molina, R.	17
Comportamiento productivo y reproductivo de búfalas Murrah en tres explotaciones lecheras del estado Táchira. Venezuela. - Zambrano, R.; Contreras, R.	35	Establecimiento de un plan estratégico prospectivo para la proyección turística del estado Táchira, Venezuela. - Madriz, D.; Ramírez, B.	24
Evaluación de la efectividad de la postura en abejas reinas de genotipo italiano <i>Apis mellifera ligustica</i> y genotipo africanoizado <i>Apis mellifera</i> L. - Ochoa, H.; Carvajal, G.; Casanova, R.; Cárdenas, I.	45	Normalización y estandarización del protocolo para propagación <i>in vitro</i> de mora de castilla ( <i>rubus glaucus</i> ) - Solórzano, C.; Linares, S.; Marante, R.	44
		Disolución <i>in vitro</i> de fosfatos por hongos del género <i>penicillium</i> aislados de suelos del yacimiento fosfático "Monte Fresco", estado Táchira, Venezuela. - Valduz, Z. y Reyes, I.	51

Vol.  
16(2)  
2004

Vol.  
17(1)  
2005

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
El poder político y el poder militar en Venezuela -Porras, C.	72	Implementación del método Simplet en un programa de elementos finitos basados en volúmenes de control -Torres, M.; Reyes, M.; Escalante, H.	1
Pulpa de café ecológica ensilada con melaza en dietas para conejos ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) destetados -Bautista, O.; Álvarez, I.; Barrueta, H.	84	Potencialidades productivas del estado Táchira, Venezuela. -Madriz, D.; Ruiz, B.; Castillo, E.; Niño, L.; Márquez, M.; Parra, M.	11
Efecto del ácido oxálico en el control de <i>varroa destructor</i> ( <i>acari:dermanicidae</i> ) en colonias de abejas africanizadas <i>Apis mellifera</i> (hymenoptera:apidae). -Casanova, R.; Uzátegui, F.; Bracho, R.; Albaracín, L.; Grad, N.; Perruollo, G.; Tapias, O.	94	Uso de patentes para la determinación de tendencias tecnológicas. Caso de estudio: nanotecnología. -Amador, B.	33
Crecimiento y edad al primer celo de novillas mestizas Holstein levantadas en módulos de pastoreo con suplementación -García, A.	104	Amaranthaceae del herbario Juan José Pacheco de la Universidad del Táchira, Venezuela -Monsalve, J.; Tapias, G.; Acuña, E.; Zapata, S.	51
Caracterización físico – química en quesos blancos semiduros no pasteurizados, expeditidos en la zona norte del estado Táchira -Colmenares, M.; Zambrano, M.; Galiano, S.	118	Evaluación del efecto de dos programas de fertilización sobre el comportamiento de pasto estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> ) en el período de lluvias en una finca comercial -Castellanos, L.; Chacón, C. y Moreno, A.	71
Crecimiento y edad al primer celo de novillas mestizas Holstein levantadas en módulos de pastoreo con suplementación -García, A.	104	Valor nutritivo del pasto <i>Brachiaria humidicola</i> (rendle) schweick a diferentes edades en condiciones de bosque seco tropical -Rodríguez, N.	89

Vol.  
17(2)  
2005

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Nodulación de quinchoncho <i>cajanus cajan</i> por rizobios disolventes de fosfatos de calcio aislados de leguminosas del estado Táchira -Reyes, I.; Alcedo, Y.	90	Concentración de nitrógeno ureico en leche (nul) bovina durante la lactancia en una finca al norte del estado Táchira -Moreno, C.; Mora, R.; Amaya, F.; Olivares, R.	1
Caracterización microbiológica y vida útil de la cuajada ácido láctico obtenida a partir de leche pasteurizada -Rivas, F.; Zambrano, M.; Galiano, S.	100	Detección de <i>listeria</i> spp. en quesos blancos semiduros comercializados en San Cristóbal estado Táchira -Carrillo, L. y Zambrano, M.	9
Caracterización bromatológica de la cuajada láctica obtenida a partir de leche pasteurizada -Zenini, S.; Galiano, S.; Zambrano, M.	115	Asociación de cultivos hortícola de hoja ( <i>Lactuca sativa</i> , <i>Allium ampeloprasum</i> y <i>Coriandrum sativum</i> ) con uso de cobertura vegetal muerta -Carrillo, L. y Zambrano, M., Moreno, F.; Contreras, O. y Bracho, B.	18
Utilización de la pulpa de café ecológica ensilada y deshidratada en la alimentación de conejos <i>Oryctolagus cuniculus</i> en crecimiento y engorde -Barrueta, E.; Enderson, CH.; Bautista, O.	125	Efecto de la polinización artificial en el cuajado de frutos de la guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.) en la zona norte del Estado Táchira -Porras, D.; Briceño, W. y Molina, A.	25
Sustentabilidad y educación ambiental para docentes de educación básica y diversificada utilizando indicadores ambientales en la cuenca del río Táchira - Venezuela -Sánchez, F.; Reyes, I.	133	SGA-V: implementación en VHDL'93 de un algoritmo genético simple -Niño, J.; Amaya, J.	31
Sistema de adquisición dedicado a la obtención de señales cardiovasculares utilizando el computador como herramienta de monitoreo y registro -Granda, F.	145	Diagnóstico gerencial de la PYME tachirense. zonas Puente Real-La Ermita y Santa Ana-Rubio-Capacho -Madriz, R.; Castillo, P.; E.; Márquez, G.; Niño, M.; L.; Molina, M.; Moreno, M.; Quiroz, V.; Y.	41
El recurso humano en la PYME del estado Táchira -Cardozo, N.; Infante, C.; Pérez, F.; Ugueto, M.	157	Diagnóstico de la pequeña y mediana empresa manufacturera del estado Táchira bajo la norma COVENIN 1980-89 -Márquez, G.; Niño, M.; L.; Madriz, R.; Castillo, P. M.	55
Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado de san cristóbal edificaciones públicas y esenciales, lapso 1900-1945 -Casanova, B.	65	Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado de san cristóbal edificaciones públicas y esenciales, lapso 1900-1945 -Casanova, B.	65
Adobe: técnica constructiva, confort y ambiente -Useche, I.; Durán, J.	74	Adobe: técnica constructiva, confort y ambiente -Useche, I.; Durán, J.	74
La vivienda indígena en el Táchira, respuesta constructiva y ambiental -Villanueva, L.	89	La vivienda indígena en el Táchira, respuesta constructiva y ambiental -Villanueva, L.	89
Residuos sólidos: propuestas ecotecnológicas para la industria de la construcción -Useche, I.; Martínez, A.; Suárez, N.; Contreras, J.; Zapata, J.	98	Residuos sólidos: propuestas ecotecnológicas para la industria de la construcción -Useche, I.; Martínez, A.; Suárez, N.; Contreras, J.; Zapata, J.	98

## Índice acumulado

Vol.  
18(2)  
2006

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Diseño de cartilla para la construcción de un modelo de vivienda en los páramos tachirenses - Delgado, D.; Useche, I.	103
Aproximación inicial a las implicaciones ambientales del crecimiento residencial, municipio Independencia, Estado Táchira - Durán, J.	110
Concepto de renovación urbana en la planificación del área central de San Cristóbal - Pérez de M., T.	117
Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado de San Cristóbal edificaciones públicas y esenciales, lapso 1900-1945 - Casanova, B.	125
La bioclimática como herramienta en la intervención de edificaciones patrimoniales: "El Balcón de Bolívar" - Sánchez, S.; Ramírez, S.	134
Planificación ergo deterioro ambiental en México - Cabrera, V.; Tenorio, L.; Luna, J.	143
Arquitectura y desarrollo - Mosquera, J.	152
Implementación de materiales didácticos de apoyo para la enseñanza y aprendizaje del idioma inglés - Cañas, L.	162
Propiedades fractales de patrones de crecimiento en el modelo DLA mediante automatas celulares - González, J.; Rivera, H.; Tucci, K.	173
Herramienta para el procesamiento y visualización de la señal EEG - Guillén, B.; Timaure, R.; Cuadros, J.	181
capacidades tecnológicas de la pyme del sector textil del ESTADO Táchira - Amador, B.; Bautista, G.	193
Proceso de implantación de las nuevas tendencias de mantenimiento en procesos productivos - Zambrano, S.; Leal, S.	181
Simulación computacional de la hidrodinámica del flujo incompresible a través de un codo - Torras, S.; Torres, M.; Escalante, H.; Rosales, W.	212

Vol.  
19(2)  
2007

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Clasificación espectral cuantitativa. redes neuronales artificiales en el análisis de estrellas gigantes K-M. Molina, R.	80
Evaluación de fluidos refrigerantes no perjudiciales al medio ambiente Salerno, D.	87
Implementación de laboratorios de instrumentación y control a distancia Chacón, R.	95
Algoritmo para la resolución de problemas numéricos con satisfacción de restricciones Rodríguez, D.	105
La intención de crear empresas de los estudiantes de la UNET próximos a graduarse Labarca, I.; Pérez, L.	111
Desarrollo de un microbot móvil autónomo Andrickson, J.; Yáñez, J.	120
Ánálisis de incertidumbre para una placa orificio según el método de COLEMAN - STEELE Alvarado, M.; Méndez, D.; Torres, M.; Escalante, H.; Rosales, W.	127
Alienación, neoliberalismo y derechos humanos Weky, L.; Balbo, J.	133
Mejoras en la calidad de la producción artesanal del bloque hueco de concreto (BHC) Villanueva, L.	140

Vol.  
19(1)  
2007

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Variables de medición del impacto socioeconómico de la implementación de sistemas fotovoltaicos autónomos Fumo, N.; Villamizar, P.	1
Comunicación entre InTouch® de Wonderware® y el PIC16F877 Contreras, C.; Contreras, A.; Peñaranda, N.	7
Revisión documental exploratoria sobre los factores que inciden en el proceso innovativo de la pyme manufacturera venezolana Márquez, A.; Ruiz, B.	15
Construcción de un equipo para la instalación del armamento del helicóptero AS532 COUGAR Laya, A. 1; Bustamante, J. 2; Duran, D. 2; Hernández, J. 2.	25
Implementación del protocolo DNP3.0 para una unidad de monitoreo de variables eléctricas de potencia Contreras, C.; Zambrano, U.	33
El sector panadero, una alternativa de desarrollo para el Estado Táchira Cardozo, N.; Infante, C.; Pérez, F. y Ugueto, M.	38
Prevalencia de <i>Balantidium coli</i> (ciliophora:bursidae) en cerdos del matadero municipal de San Cristóbal Estado Táchira Venezuela Bonilla, M.; Perruolo, G.	50
Evaluación del proceso de polinización de algunos cultivos comerciales y estimación del rendimiento frutícola Salamanca, G.1; Casanova, R. 2; Osorio, M.	58
Nivel de preparación hacia la red de las alcaldías venezolanas, en su función administrativa como prestadora de servicios públicos Núñez, E.	69
Flora y vegetación de bosques húmedos montanos bajos del Parque Nacional Chorro el Indio. Táchira. Venezuela Monsalve, J1. Zapata, S2. Tapia, G3. Acuña, E4.	79

Vol.  
20(1)  
2008

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Clasificador difuso neuronal aplicado a casos de enfermedades hepatobiliarias representadas por datos con patrones solapados Chacón, J.; Volcanes, R.; Lameda, C.	1
Características de experiencias en redes interpresariales de pyme's del estado Táchira Cardozo, N.; Pérez, F. y Ugueto, M.	11
Diseño básico de un ciclo rankine con fluido orgánico para una estación de flujo petrolera Velázquez, L.; Torres, M.; Rodríguez, P.; Escalante, H.; Rosales, W.	23
Cuadro de mando integral en los procesos gerenciales de la empresa compañía anónima de administración y fomento eléctrico (CADAFE) Cabeza, María A.; Cabeza, María E.	32
Propuesta para el mejoramiento de la calidad de la enseñanza en la asignatura ingeniería de la producción I Márquez, M. y Niño, L.	41
El control metacognitivo y los mapas conceptuales para facilitar la comprensión de estructuras conceptuales complejas Ramírez de M., M.; Aspée, M.; Sanabria, I.; Tellez, N.	51
Los barrios de ranchos en el eje Palmira-San Josecito. rol urbano García, N.	62
Madurez vocacional y perfil de valores humanos en estudiantes universitarios que se cambian de especialidad Bortone, R.	72

Vol.  
20(2)  
2008

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Metodología para el análisis dinámico de válvulas cardíacas artificiales usando el método de los volúmenes finitos <b>Torres, M.; Reyes, M.; Escalante, H.; Rosales, W.</b>	73
Gestión de recursos humanos por competencias, camino para el direccionamiento estratégico de empresas. caso de estudio <b>Cardozo, N.; Ugueto, M.; Infante, C.</b>	79
Biodiversidad asociada con el género <i>lymnaea</i> lamarck 1801 ( <i>lymnaeidae:pulmonata:gastropoda</i> ), en los andes venezolanos <b>Chacón-Ortíz, A., Guerrero, Ch. y Tovar-Rodríguez, W.</b>	87
Culicoides travassosi forattini, 1957 (diptera:ceratopogonidae):nueva especie para VENEZUELA <b>Perruolo, G.</b>	95
La aplicación de estrategias de aprendizaje, deducidas e inducidas, en la comprensión lectora de inglés: pregrado de ingeniería de la Universidad Nacional del Táchira <b>Cañas, L.</b>	99
Sistema estructural itinerante para la atención de desastres <b>Cánovas, J.; Marcano, M.; Villanueva, L; Rivas, N. y Murzi, H.</b>	106
Manual para la implementación de un sistema de gestión ambiental en mataderos municipales <b>Lara, M.; Cabeza, M.; Espinosa, C.</b>	117
SAN CRISTÓBAL: de la metrópoli imaginada a la metrópoli real <b>Mogollón, L.</b>	125

Vol.  
21(1)  
2009

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Caos colectivo en redes de pequeño mundo <b>González-Estévez, J.; Cosenza, M.</b>	1
Modelo de intercambio económico en una sociedad estratificada con interacciones locales <b>Herrera, J.; Cosenza, M.; Tucci, K.</b>	8
Auto-organización en redes AD-HOC <b>Albornoz, J.</b>	14
Coexistencia de temperaturas granulares diferentes en una capa granular fluidizada <b>Trujillo, L.; Roca J.; Sigalotti Di G. L.</b>	25
Estimación de la dimensión fractal en series de tiempo de la frecuencia cardíaca fetal <b>Ortega, J.; Infante, S.; González, X.</b>	35
Optimización de la conectividad de redes de mapas acoplados mediante un algoritmo genético <b>Estévez, R.; Tucci K.</b>	46
Efecto de la densidad de vehículos de transporte público en la fluidez del tráfico: un modelo autómata celular <b>Márquez, J.</b>	56
Emergencia de redes de pequeño mundo en sistemas coevolutivos de mapas caóticos acoplados <b>Chipia, M.; Cosenza, M.</b>	60

Vol.  
21(2)  
2009

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Modelado del desempeño de catalizadores de mo en hds de tiofeno empleando redes neuronales <b>Méndez, P.; Sánchez, N.; Calafat, A.</b>	61
Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de <i>lippia micromera schauer</i> que crece silvestre en el Estado Táchira. Venezuela <b>González de C. N.; Pallares, J.; Ramírez, T.; Alarcón, L. Velasco, J.; Usobilaga, A.</b>	69
Aspectos técnicos en las empresas productoras de piezas de fundición gris del Estado Táchira <b>Peña, M.; Fuentes, J.; Gallardo, J.</b>	76
Competencias genéricas del académico UNET: una herramienta de gestión del recurso humano <b>Cardozo, N.; Ugueto, M.; Infante, C.; Pérez, F.; Guerrero, Y.; Guerra, K.</b>	81
Simulación y análisis de flujo transversal a través de banco de tubos en línea usando el programa CFX <b>Díaz, M.; Guerrero, M.; Rojo, J.</b>	93
Diseño instruccional de la asignatura metodología de la investigación <b>Balbo, J.</b>	101
Efecto de <i>Trichoderma</i> spp. en el control de <i>Plasmodiophora brassicarum</i> en plantas de coliflor <b>Becerra, C. y Acevedo, R.</b>	107
Establecimiento del programa de transferencia de embriones en fresco en una finca del Estado Táchira Venezuela <b>Montilla, J. Maldonado, J. Urdaneta, A. García, J. Acosta, B.; Moreno, A. Olivares, R. Zambrano, R.</b>	115

Vol.  
22(1)  
2010

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
<b>AGROPECUARIA</b> Desarrollo de <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) en café pergamino con tres niveles de humedad, en condiciones de laboratorio <b>Salazar, M.; Reyes, J.; Vivas, A.; Sánchez, J.</b>	1
Caracterización microbiológica y físico química del fermento utilizado en la elaboración del pan andino en Venezuela <b>Vonasek, S.; Zambrano, M.</b>	9
Efecto de la fertilización química y orgánica en el rendimiento de mora ( <i>Rubus glaucus</i> Benth) <b>Briceño, W.; Omaña, R.</b>	17
<b>INDUSTRIAL</b> Modelado y simulación del funcionamiento de una celda de combustible PEM para uso automotriz <b>Posso, F.; Duque, W.</b>	25
Propuesta para la evaluación y mejoramiento de los métodos de trabajo en la PYME <b>Márquez, M.; Pérez, F.</b>	34
Diseño de bloques incompletos balanceados aplicando búsqueda Tabú <b>Rodríguez, D.</b>	43
Reingeniería del Sagaj para su ejecución en la Grid <b>Castro, J.; Casique, D.; Amaya, J.</b>	51
<b>EXACTAS</b> Identificación y evaluación de los impactos ambientales en el proceso de producción de etanol <b>Araujo, E.; Carrero, D.</b>	60

Vol.  
22(2)  
2010

Vol.  
23(1)  
2011

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
<b>AGROPECUARIA</b> Determinación de biomasa forrajera en residuos de cosecha de caña de azúcar ( <i>Saccharum</i> spp. híbrido) <b>Moreno, A.<sup>1</sup>; Cárdenas, L.; Zambrano, R.<sup>2</sup>; Darghan, E.<sup>1</sup>; Delgado, L.<sup>2</sup>; Montilla, J.<sup>2</sup></b>	68	<b>INDUSTRIAL</b> ¿Existe responsabilidad social en las universidades? <b>Infante, Cora</b> Propuesta de gestión para el financiamiento a corto plazo en la PYME metalmeccánica del municipio San Cristóbal del estado Táchira <b>Parra, Maira; Ruiz, Bianey; Madriz, Delia; Castillo, Elizabeth</b>	1 9
<b>INDUSTRIAL</b> Análisis de las capacidades locales de innovación en el estado Táchira <b>Márquez, Alexandra; Pérez, Laura</b>	74	<b>SOCIO HUMANÍSTICO</b> El área metropolitana de San Cristóbal. Aspectos demográficos y de división político-territorial <b>Mogollón, Ligia</b> Residuos de la construcción y nuevos componentes Constructivos-Ecomaterial <b>Zapata, José G.</b>	17 25
<b>EXACTAS</b> Actividad reproductiva de <i>Hypsiboas lanciformis</i> COPE, 1870 (AMPHIBIA:ANURA:HYLIDAE) en los andes de venezuela <b>Tovar-Rodríguez, William<sup>1</sup>; Chacón-Ortiz, Andrés<sup>1</sup> y De Jesús-Duran, Rosa<sup>2</sup></b> Determinación taxonómica del orégano silvestre y sus relaciones ecológicas en la minas de Lobatera - Táchira - Venezuela <b>Zapata, Yurli<sup>1</sup>; Tapia, Omar<sup>1</sup></b> Seroprevalencia de <i>Toxoplasma gondii</i> (protozoo: sarcocystidae) en cerdos del matadero de San Cristóbal Táchira Venezuela <b>Calderón, Yolimar<sup>1</sup>; Perruolo, Gustavo<sup>1</sup></b>	87	<b>AGROPECUARIA</b> Evaluación del comportamiento higiénico (CH) en poblaciones de abejas africanizadas <i>Apis mellifera</i> (L.) en Portuguesa-Venezuela <b>Casanova, O. Raúl; Cárdenas, Iván; Albaracín, Luis</b> Prevalencia y carga parasitaria de cultivos de cachamay ( <i>Colossoma macropomum</i> CUVIER, 1818 X <i>Piaractus brachypomus</i> CUVIER, 1818) <b>Ramírez-Mora, José Nobel<sup>1</sup>; Eslava-Mocha, Pedro René; Agudelo, Eddy</b>	31 36
<b>SOCIO HUMANÍSTICO</b> La casa – patio, variaciones tipológicas en los núcleos urbanos del Táchira, Venezuela <b>Casanova, Betania</b>	96	<b>EXACTAS</b> Mejora del proceso de destilación artesanal para la producción de etanol <b>Herrera, Juan Pablo.; Padilla, Victoria; Cárdenas, Mayrín; Carrero, Yvan; Alayón, Mario</b> Complejidad estadística en series temporales: aplicación a señales EEG <b>'Escalona-Morán, M.; Molina, L. A.; <sup>2</sup>Cosenza, M. G.</b> Influencia de la topología en la distribución de riqueza en un modelo determinista de intercambio económico <b><sup>1,2</sup>González-Estévez, J.; <sup>2</sup>Cosenza, M. G.; <sup>3</sup>López-Ruiz, R.; <sup>4,2</sup>Alvarez-Llamoza, O.</b>	46 53 61
	103		
	108		

Vol.  
23(2)  
2011

PÁGINA	
<b>INDUSTRIAL</b> Caracterización del proceso innovativo de las pequeñas y medianas empresas metalmeccánicas del estado Táchira <b>Márquez, Alexandra; Mora, Yurby</b>	69
Como toman decisiones los empresarios exitosos <b>Castillo, Elizabeth</b>	79
Modelado del efecto final del robot alacrane para el contacto con el suelo <b>García, Marcey<sup>1</sup>; Martínez, Jorge<sup>2</sup>; García-Cerezo, Alfonso<sup>3</sup></b>	88
Consideraciones para el fortalecimiento de las competencias emprendedoras en el estudiante UNET <b>Díaz, Manuel<sup>1</sup>; Madriz, Delia<sup>2</sup></b>	101
Marco integrador para el desarrollo de equipos de alto desempeño. Caso: unidad de investigación de la UNET <b>Uguedo, Martha y Cardozo, Neyda</b>	110
La generación de electricidad en zonas rurales de latinoamerica utilizando celdas de combustible <b>Posso, Fausto</b>	122
<b>EXACTAS</b> Efecto de los agroquímicos sobre las propiedades biológicas en suelos del estado Táchira <b>Ramírez, Tibisay; González, Nélida; Meza, María; Pallares, Johana</b>	132
<b>SOCIO HUMANÍSTICO</b> Política social en el IX plan de la nación y el plan de desarrollo económico – social 2001-2007 <b>Weky, Luis</b>	140
<b>AGROPECUARIA</b> Evaluación de la fertilización nitrogenada sobre oferta y composición química de pasto azul (setaria anceps) <b><sup>2</sup>Zambrano, Ramón; <sup>1</sup>Montoya, Betty; <sup>1</sup>Zambrano, Arlinda; <sup>2</sup>Moreno, Alejandro; <sup>2</sup>Montilla, Juan</b>	148

# INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

## 1. Generales

- 1.1. Originales e inéditos en las áreas científicas, humanísticas y tecnológicas.
- 1.2. La Revista Científica UNET se publicará periódicamente por lo menos en dos números y un volumen anual, y sus artículos podrán estar en los idiomas español o inglés.
- 1.3. Los originales no se podrán presentar posterior o simultáneamente a otra revista. Una vez recibido el material pasa a ser de exclusiva y definitiva propiedad de la Revista Científica UNET.
- 1.4. Los artículos deben ser enviados con una comunicación dirigida al Director de la Revista Científica UNET, en el que el autor responsable declare la conformidad por parte de los coautores y que el artículo enviado no ha sido publicado previamente.
- 1.5. El Comité Editorial de la Revista Científica UNET al aceptar la publicación no se hace responsable del contenido expresado en el trabajo publicado. Se acusará recibo, cuando así se solicite.
- 1.6. Aquellos originales que no se acojan a las condiciones indicadas en los requisitos de presentación que se ofrece a continuación, o que por su contenido no constituya una contribución científica original, serán devueltos al autor.
- 1.7. Los artículos deben ser presentados a doble espacio, letra tipo Times New Roman, 12 puntos, con todas las páginas y líneas enumeradas. El documento incluye texto, figuras, tablas y referencias bibliográficas, sin exceder las 20 páginas. Debe ser enviado en formato digital, ya sea en archivo Word (.doc), Portable Document File (.pdf) o Latex (.txt) sin restricciones de seguridad, y las imágenes deben ser presentadas en archivo JPG, en resolución de 300 dpi, para su posterior edición a ser considerados por la revista. Una vez aceptado el artículo se le solicitará el arte final con mayor resolución.

## 2. Requisitos de presentación

- 2.1. Los artículos científicos deberán contener los elementos que a continuación se indican: Portada, Resumen, Palabras Clave, Abstract, Key Words, Introducción, Materiales y Método, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimiento y Referencias Bibliográficas.
- 2.2. Los artículos científicos deberán presentarse escritos a doble espacio (excepto: Resumen, Abstract, Agradecimiento leyendas de figuras y tablas, y Referencias Bibliográficas, que serán transcritas a un solo espacio), con los siguientes márgenes: 4 cm sobre el borde izquierdo; 3 cm sobre la derecha, 4 cm en el superior y 3 cm por el inferior; tamaño carta, sin correcciones y con enumeración consecutiva.
- 2.3. La portada ha de incluir los siguientes datos: a.- El título del trabajo breve y específico, expresado en español (máximo de 15 palabras). b.- Apellido(s) y nombre(s) del(los) autor(es). c.- Dirección institucional completa del (los) autor(es) indicando además correo electrónico. d. Título del trabajo en inglés, con las mismas instrucciones del título en español. e. Resumen en español, en una sola cuartilla que no exceda un máximo de 250 palabras y seguidamente a un espacio de 3 a 5 palabras clave. f. Abstract (con iguales instrucciones que para el resumen en español), seguido por un espacio las palabras clave en inglés (Key Words). G. Título corto de encabezado, que no exceda las 5 palabras.
- 2.4. El encabezamiento de cada sección se escribirá en negritas en mayúsculas centradas en el texto.
- 2.5. Los encabezamientos subsiguientes y secciones se escribirán en negritas, en minúsculas (con la primera letra en mayúscula) y justificado a la izquierda.
- 2.6. Para las figuras, fotografías y gráficos debe usarse la denominación de Figura. Deben citarse apropiadamente en el texto, identificadas y enumeradas consecutivamente usando números arábigos. La leyenda debe ser concisa y descriptiva, debiendo colocarse debajo de la figura en negrita, tamaño 10 puntos.
- 2.7. Las tablas deberán estar enumeradas en forma consecutiva con número arábigo y se denominará Tabla. El encabezado debe ir sobre la tabla en negrita, tamaño 10 puntos. El autor podrá indicar en qué parte del texto aproximadamente deberán colocarse, pero nunca ser agrupadas al final del mismo.
- 2.8. Todas las tablas y figuras deberán ser referidas en el texto e ir acompañadas de leyendas explicativas, claras, Tabla (Ej. Tabla 1. Valores promedios de ....) y si es Figura (Ej. Figura 3. Dispositivo empleado para la ....).
- 2.9. Las tablas y gráficos deberán presentarse en Word. Los símbolos matemáticos deben ser muy claros y legibles. Los subíndices y supraíndices deben estar ubicados correctamente y las ecuaciones deben ser enumeradas en arábigo, colocadas entre paréntesis en el margen derecho. Las tablas configuradas en horizontal, deberán presentarse con la parte superior en el borde izquierdo, respetando los márgenes indicados en el apartado 2.2.
- 2.10. Las referencias bibliográficas deben ir en hojas separadas al final de cada trabajo, en forma consecutiva y ordenada alfabéticamente. En el texto debe citarse el apellido del autor y año [Ej. (Perruolo, 2008) si no forma parte del texto; pero si forma parte de este sería por ejemplo, Casanova (1999)]. Cuando se trata de dos autores debe citarse (González & Rodríguez, 2000). Cuando son más de dos autores deberá citarse (Barrio *et al.*, 2004).
- 2.11. Cuando una cita consiste en varias fuentes, deberá citarse en orden cronológico separados por punto y coma, por ejemplo (Casanova, 1999; Gonzalez & Rodríguez, 2000; Barrio *et al.*, 2004; Perruolo, 2008).
- 2.12. En caso de presentarse una cita con distintos autores que coincidan en el apellido deberá colocar la inicial del nombre, por ejemplo (González L., 2001; González Z., 2001).
- 2.13. Para la elaboración de las referencias bibliográficas deberán seguirse las siguientes normas: a.- Si se trata de revista o publicaciones periódicas: apellido(s) de autor(es) inicial del nombre (s), título del artículo, abreviatura de la revista, volumen (Número): páginas (initial y final), Año. b.- Si se trata de libros: Apellido(s) de autor(es) inicial del nombre(s), título del libro, Edición, lugar de publicación (ciudad), casa editora, paginación, Año. c.- Si se trata del capítulo de un libro: Apellido(s) de autor(es) inicial del nombre(s), Año, título del capítulo. En: apellido(s) e inicial del nombre(s), del editor del libro, título, edición, lugar de publicación, editora, página.
- 2.14. Las citas de fuentes electrónicas se reportan indicando: a.- Apellido(s) de autor(es) inicial del nombre (s). b.- Título del trabajo y c.- La denominación "Obtenido de Word Wide Wen Site. <http://www.>, las siglas del remitente.
- 2.15. Enumere en el margen izquierdo del manuscrito todas las líneas del texto, iniciando la numeración en la primera línea del resumen.
- 2.16. Se recomienda a los autores considerar las normas internacionales de nomenclatura para cada materia, así como los símbolos, unidades y abreviaturas usadas internacionalmente.

## 3. Disposiciones finales

- 3.1. Los trabajos deben ser enviados al: Editor Jefe de la Revista Científica UNET. Correo Electrónico: [rcunet@unet.edu.ve](mailto:rcunet@unet.edu.ve)
- 3.2. A los autores remitentes de los trabajos que cumplen con la normativa prevista en esta, se les notificará la recepción de los mismos.
- 3.3. Los artículos serán sometidos a arbitraje para su publicación. Se debe enviar por escrito de 3 a 5 posibles personas, conocedoras del tema a tratar respectivamente.
- 3.4. El Comité Editorial remitirá una correspondencia oficial de aceptación cuando los árbitros así lo determinen, indicándose la fecha de recepción, aceptación y ubicación relativa en la Revista Científica UNET.
- 3.5. En caso de correcciones, el Comité Editorial remitirá al primer autor una copia en formato digital por correo electrónico para las correcciones que fueren necesarias, teniéndose que ser devueltas en un lapso no mayor de 15 días hábiles.
- 3.6. El (los) autores recibirán 10 ejemplares de la revista en que se haya incluido su(s) artículo(s).

# RULES FOR THE AUTHORS

## 1. Generals

- 1.1. The UNET Scientific Magazine will consider for publication works related to the basic and applied sciences, the humanistic sciences and to all the branches of engineering.
- 1.2. Articles consisting of investigation results and upgrades, whenever they are unpublished, will be received, with a maximum of 20 pages.
- 1.3. The original versions in Spanish may be sent by national or foreign authors, the latter may be residents or not in Venezuela.
- 1.4. The originals cannot be sent to another magazine afterwards or simultaneously. Once received, the material becomes sole right and definite property of the UNET Scientific Magazine.
- 1.5. The text signed by more than one author is accepted with the presumption that all authors have revised and approved the original correspondent.
- 1.6. The Editorial Committee of the Scientific Magazine UNET when accepting the publication is not responsible for the content expressed in the published work, nor for the possible loss of the original, reason why the Committee advises the author to preserve a copy of the manuscript, both text and illustrations. Receipt will be acknowledged, when requested.
- 1.7. Originals that will not follow the above conditions, or the instructions to follow, and that will not represent an original scientific contribution will be returned to the author.
- 1.8. The original must be accompanied by three readable copies and all the pages should be typed or printed, using some of the following word processors: Word. Written to a single column, with New Times Roman 12 points font, numbered. The number of pages must include text, figures, charts and bibliographical references. Also, it should include a 3½ disk, with the work to be published.

## 2. Presentation Requirements

- 2.1. The scientific articles to be published can contain the following elements: Cover, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion of Results, Conclusions, thank you notes and Bibliographical References.
- 2.2. The scientific articles should be written double spaced (except: the Abstract, thank you notes and Bibliographical References that will be written single spaced), with the following margins: 4 cm on the left border, 2.5 cm on the right, 4 cm on the top, 3 cm on the bottom; letter-sized page, single faced, without corrections and with serial numerations.
- 2.3. The cover must include the following information: a- The title of the work, brief and specific, written in Spanish (with a maximum of 15 words.). b- Last name, initial of the second last name and initial of the first name. Same for the other authors (if applicable), c- complete institutional address of the authors indicating postal address, fax, telephone and electronic mail.
- 2.4. A Spanish Summary with a maximum extension of 250 words in a single paragraph and subsequently to a space, key words in a quantity of 3 at 5.
- 2.5. The title of the work in English should consist of a faithful and exact translation of the title in Spanish, with the same instructions for this last one. Next, and to a space the Abstract (with the same instructions as for the title), the key words in a single paragraph and subsequently separated by a space (Key Words) in English.
- 2.6. The heading of each section will be written in boldfaces, uppercased and lower-cased centered in the text.
- 2.7. The headings of subsequent sections will be written boldfaced, in uppercase and lowercase, to the left of the text.
- 2.8. Figures, Photographs and Graphics should be designated as Figure.
- 2.9. Charts and figures will be referenced in the text and accompanied by explanatory legends, located at the top part for Charts (E.g. Chart 1. Mean Values of....) and in the bottom if it is a Figure (E.g. Figure 3. Device used for....).
- 2.10. Charts and graphics will be presented in Word, Harvard Graphics or Excel, to a maximum size of 15x15 cm wide. The pictures will be in black and white with a maximum of 9.5 cm wide, printed in brilliant, well contrasted and clear paper. The pictures will be identified (for technical reasons do not write on the reverse of the pictures). In the case of microphotographs, point out the increase to which it has been taken.
- 2.11. Mathematical symbols should be very clear and readable. Sub-indexes and supra-indexes should be located correctly and the equations should be numbered with Arabic numbers, placed between parenthesis in the right margin.
- 2.12. Bibliographical references should go in separated pages at the end of each work, arranged in a sequenced form and alphabetically ordered. In the text, references should be cited as follows: author's last names and year (E.g. (Casanova, 1999), if the citation goes within the text, it should be cited as follows: For example: The consumption percápita of honey in Táchira State detected by Casanova (1999) was of.....).
- 2.13. For the elaboration of bibliographical references the following norms should be followed: a. - Magazines or periodic publications: author's last name (s), initial of first name (s), each author separated by coma, title of the article, abbreviation of the magazine's name, magazine's volume, number of pages of the article, year. b. - Books: Author's last name, initial of first name(s), title of the book, Edition, publication place (city), publisher, and page number, year. c. - Chapter of a book: Author's last name, initial of first name, year, title of the chapter. In: last name(s) of author(s), initial of the first name, editor of the book, title, edition, publication place, publisher and page.
- 2.14. Citation of electronic sources are reported as: a. - Last name(s) of authors, initial of the first name. b. - Title of the work and c. - Denomination "Obtained from the World Wide Web Site: <http://www>, the sender's initials.
- 2.15. Citations such as "unpublished observations", "personal communication" and "work in press" (that are not in our printing), should not be included in the list of references.
- 2.16. Authors are recommended to consider the international rules of nomenclature as well as the symbols, units and abbreviations used internationally.

## 3. Final Dispositions

- 3.1. Works should be sent to: Chief editor of the Magazine. Address: Avda. Universidad. Paramillo. Apartado 436. Decanato de Investigación UNET. San Cristóbal, Táchira-Venezuela. Electronic address: website: <http://investigacion.unet.edu.ve> E-mail: [rcunet@unet.edu.ve](mailto:rcunet@unet.edu.ve)
- 3.2. Remittent authors of works that fulfill the requirements will be notified by official communication date of reception.
- 3.3. Articles will be subjected to arbitration for their publication.
- 3.4. Referees will receive, revise and remit the articles to the Editorial Committee with the respective observations.
- 3.5. The Editorial Committee will send official correspondence of acceptance when the referees determine this way, indicating the publication date and relative location in the Scientific Magazine UNET.
- 3.6. In case of corrections, the Editorial Committee will send to the first author a copy and the disk for the corrections necessary to be made. The author should return it within 15 working days.
- 3.7. The authors will receive a copy of the magazine in which their article is included, together with 10 separated papers of the published article.

---

## COMITÉ DE ARBITROS

**José Orteaga**

Universidad de Carabobo - Venezuela

**Robert Álvarez**

Universidad del Zulia - Venezuela

**María Julia Gilabert de Brito**

INIA - Venezuela

**Augusto Maldonado Delgado**

Universidad de los Andes - Táchira - Venezuela

**Anamaría Font**

Universidad Central de Venezuela - Venezuela

**Aura Adriana Delgado**

Universidad de Carabobo - Venezuela

**Pedro Sergio Urquijo Torres**

Universidad Autónoma de Mexico - Mexico

**Rafael Thimann**

Universidad Ezequiel Zamora - Venezuela

**Concetta Esposito de Díaz**

Universidad Centrooccidental  
Lisandro Alvarado - Venezuela

**Aurora Anzola Nieves**

Universidad Centrooccidental  
Lisandro Alvarado - Venezuela

**Elvira Carpintero**

Universidad Complutense - España

**Carolina Bessega**

Universidad Central de Venezuela - Venezuela

**José Pérez González**

Instituto Politécnico Nacional - Mexico

**Gustavo Gutiérrez**

Universidad Simón Bolívar - Venezuela

**Juan Carlos Villegas**

Universidad de Los Andes-Mérida - Venezuela

**Jenny Moreno Florez**

Universidad Pedagógica Experimental Libertador -  
Rubio-Venezuela

**Miguel Cabezas**

Universidad de Los Andes-Mérida-Venezuela

**María Carmen Alfaro Rodríguez**

Universidad de Sevilla - España

**Benjamin R. Sharifker**

Universidad Simón Bolívar - Venezuela

**Mercedes García García**

Universidad Complutense - España

---

ÓRGANO DIVULGATIVO DE LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN  
 DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA

SUMARIO

INDUSTRIAL

Propiedades mecánicas de la fundición gris producida por empresas del Táchira, Venezuela  
 Peña, Milexa<sup>1</sup>, Fuentes, José<sup>1</sup>, Gallardo, José<sup>2</sup>, Zapatero, José<sup>3</sup>

El trabajo académico del estudiante UNET. Impacto y pertinencia  
 Pérez, Freddy; Ugueto, Martha; Cardozo, Neyda

Diagnóstico gerencial de la microempresa manufacturera del estado Táchira, Venezuela  
 Márquez, Mervin; Madriz, Delia; Sierra, Maritza; Parra, Maira

Arquitectura de Automatización Basada en Holón Industrial  
 Andrickson, José<sup>[1]</sup>; Chacón, Edgar<sup>[2]</sup>. Amaya, Jhon<sup>[3]</sup>; Pabón, María<sup>[4]</sup>; Ramírez, Alba<sup>[1]</sup>

Ambiente organizacional en las unidades académicas de la UNET  
 Sánchez, Lilian; Guerra, Karina; Ugueto, Martha; Muñoz, Miguel; Cardozo, Neyda; Pérez  
 Freddy; Infante, Cora

Estudio comparativo de la influencia del abastecimiento de agua en las actividades económicas de la  
 Fría, Venezuela y Mairena del Aljarafe, España

Lara, Mayra<sup>1</sup>, Cárdenas, Ana<sup>1</sup>, Zambrano, Lisbeth<sup>1</sup>, Navarro, Jesus<sup>2</sup>

Mapas conceptuales y manipulación sensorial de modelos físicos elementales: una estrategia para la  
 enseñanza-aprendizaje de dinámica rotacional

Téllez, Neira<sup>1</sup>; Ramírez, María<sup>1</sup>; Sanabria, Irma<sup>1</sup>; Aspé, Mario<sup>1</sup>

Triplete de Ca II como calibrador de los parámetros atmosféricos  $T_{\text{eff}}$ ,  $\log(g)$ ,  $[\text{Fe}/\text{H}]$   
 Molina, Ramón

Identificación y evaluación de los impactos ambientales en el proceso de producción de etanol  
 Araujo, E.; Carrero, D.

PÁGINA

1

13

21

31

45

55

63

75

PAGE

SUMMARY

INDUSTRIAL

Mechanical properties of gray iron produced by casting industry in Táchira, Venezuela  
 Peña, Milexa<sup>1</sup>, Fuentes, José<sup>1</sup>, Gallardo, José<sup>2</sup>, Zapatero, José<sup>3</sup>

The academic work of student UNET. Impact and relevance

Pérez, Freddy; Ugueto, Martha; Cardozo, Neyda

Management diagnostic of manufacturing small enterprises of Tachira state-Venezuela  
 Márquez, Mervin; Madriz, Delia; Sierra, Maritza; Parra, Maira

Automation Architecture Based on Industrial Holón

Andrickson, José<sup>[1]</sup>; Chacón, Edgar<sup>[2]</sup>. Amaya, Jhon<sup>[3]</sup>; Pabón, María<sup>[4]</sup>; Ramírez, Alba<sup>[1]</sup>

Organizational Environment in the academic units of UNET

Sánchez, Lilian; Guerra, Karina; Ugueto, Martha; Muñoz, Miguel; Cardozo, Neyda; Pérez  
 Freddy; Infante, Cora

Comparative study of the influence of water supply in the economic activities of La Fría, Venezuela  
 and Mairena del Aljarafe, Spain

Lara, Mayra<sup>1</sup>, Cárdenas, Ana<sup>1</sup>, Zambrano, Lisbeth<sup>1</sup>, Navarro, Jesus<sup>2</sup>

A strategy for the teaching-learning of rotational dynamic using static concept maps and elementary  
 physical models

Téllez, Neira<sup>1</sup>; Ramírez, María<sup>1</sup>; Sanabria, Irma<sup>1</sup>; Aspé, Mario<sup>1</sup>

Ca II triplet of calibrator of atmospheric parameters  $T_{\text{eff}}$ ,  $\log(g)$ ,  $[\text{Fe}/\text{H}]$   
 Molina, Ramón

Identificación y evaluación de los impactos ambientales en el proceso de producción de etanol  
 Araujo, E.; Carrero, D.

1

13

21

31

45

55

63

75



ISSN1316-869X11C

Prohibida la reproducción total o parcial  
 del contenido en esta revista

<http://investigacion.unet.edu.ve>  
 Correo Electrónico: [rcunet@unet.edu.ve](mailto:rcunet@unet.edu.ve)

Revista Científica UNET  
 Depósito legal p.p 87-0343  
 ISSN:1316-869X11C  
 REVENCYT RVR001  
 FONACIT Reg 2006000001  
 LATINDEX CATALOGO