

Volumen 2, Número 5 — Octubre — Diciembre -2015

ISSN 2410-3454

Revista de  
Aplicaciones de la  
Ingeniería

**ECORFAN<sup>®</sup>**



## Indización

- Google Scholar
- Research Gate
- REBID
- Mendeley
- RENIECYT

## **ECORFAN-Bolivia**

### **Directorio**

#### **Principal**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

#### **Director Regional**

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. BsC

#### **Director de la Revista**

ESPINOZA-GÓMEZ, Éric. MsC

#### **Relaciones Institucionales**

TREJO-RAMOS, Iván. BsC

#### **Edición de Logística**

DAZA-CORTEZ, Ricardo. BsC

#### **Diseñador de Edición**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Aplicaciones de la Ingeniería, Volumen 2, Número 5, de Octubre a Diciembre -2015, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Bolivia. Loa 1179, Cd. Sucre. Chuquisaca, Bolivia. WEB: [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD, Co-Editor: IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. ISSN-En línea: 2410-3454 Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda. PhD, LUNA-SOTO, Vladimir. PhD, actualizado al 30 de Diciembre 2015.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

## **Consejo Editorial**

GALICIA-PALACIOS Alexander. PhD  
*Instituto Politécnico Nacional, México*

NAVARRO-FRÓMETA Enrique. PhD  
*Instituto Azerbaidzhan de Petróleo y Química Azizbekov, Rusia*

BARDEY, David. PhD  
*University of Besançon, Francia*

IBARRA-ZAVALA, Darío. PhD  
*New School for Social Research, U.S.*

COBOS-CAMPOS, Amalia. PhD  
*Universidad de Salamanca, España*

ALVAREZ-ECHEVERRÍA, Francisco. PhD  
*University José Matías Delgado, El Salvador*

BELTRÁN-MORALES, Luis Felipe. PhD  
*Universidad de Concepción, Chile*

BELTRÁN-MIRANDA, Claudia. PhD  
*Universidad Industrial de Santander- Colombia, Colombia*

ROCHA-RANGEL, Enrique. PhD  
*Oak Ridge National Laboratory, U.S.*

RUIZ-AGUILAR, Graciela. PhD  
*University of Iowa, U.S.*

TUTOR-SÁNCHEZ, Joaquín. PhD  
*Universidad de la Habana, Cuba*

VERDEGAY-GALDEANO, José. PhD  
*Universidad de Granada, España*

SOLIS-SOTO, María. PhD  
*Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia*

GOMEZ-MONGE, Rodrigo. PhD  
*Universidad de Santiago de Compostela, España*

ORDÓÑEZ-GUTIÉRREZ, Sergio. PhD  
*Université Paris Diderot-Paris, Francia*

ARAUJO-BURGOS, Tania. PhD  
*Universita Degli Studi Di Napoli Federico II, Italia*

SORIA-FREIRE, Vladimir. PhD  
*Universidad de Guayaquil, Ecuador*

FRANZONI-VELAZQUEZ, Ana. PhD  
*Instituto Tecnológico Autónomo de México, México*

OROZCO-GUILLÉN, Eber. PhD  
*Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, México*

QUIROZ-MUÑOZ, Enriqueta. PhD  
*El Colegio de México, México*

SALAMANCA-COTS, María. PhD  
*Universidad Anáhuac, México*

## **Consejo Arbitral**

MTT, PhD

*Universidad de Granada, España*

AH, PhD

*Simon Fraser University, Canadá*

AG, PhD

*Economic Research Institute - UNAM, México.*

MKJC MSc

*Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia*

MRCY, PhD

*Universidad de Guadalajara, México*

MEC, PhD

*Universidad Anáhuac, México*

AAB, PhD

*Universidad Autónoma de Sinaloa, México*

EDC, MSc

*Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México*

JRB, PhD

*Universidad Panamericana, México*

AGB, PhD

*Instituto de Biotecnología UNAM, México*

ACR, PhD

*Universidad Nacional Autónoma de México, México*

ETT, PhD

*CICATA-Instituto Politécnico Nacional, México*

FVP, PhD

GHC, PhD

JTG, PhD

MMG, PhD

*Instituto Politécnico Nacional-Escuela Superior de Economía, México*

FNU, PhD

*Universidad Autónoma Metropolitana, México*

GLP, PhD

*Centro Universitario de Tijuana, México*

GVO, PhD

*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*

IAA, MsC

*Universidad de Guanajuato, México.*

IGG, MsC

*Centro Panamericano de Estudios Superiores, México*

TCD, PhD

*Universidad Autónoma de Tlaxcala, México*

JCCH, MsC

*Universidad Politécnica de Pénjamo, México*

JPM, PhD

*Universidad de Guadalajara, México*

JGR, PhD

*Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México*

JML, PhD

*El Colegio de Tlaxcala, México*

JSC, PhD

*Universidad Juárez del Estado de Durango, México*

LCL Ureta, PhD

*Universidad de Guadalajara, México*

MVT, PhD

*Instituto Politécnico Nacional, México*

MLC, PhD

*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, México*

MSN, PhD

*Escuela Normal de Sinaloa, México*

MACR, PhD

*Universidad de Occidente, México*

MAN, MsC

*Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, México*

MTC, PhD

*Instituto Politécnico Nacional -UPIICSA, México*

MZL, MsC

*Universidad del Valle de México, México*

MEC, PhD

*Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México*

NGD, PhD

*UDLA Puebla, México*

NAL, MsC

*Universidad Politécnica del Centro, México*

OSA, PhD

*Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos, México*

OGG, PhD

*Universidad Autónoma Metropolitana, México*

PVS, PhD

*Universidad Politécnica de Tecámac, México*

MJRH, PhD

*Universidad Veracruzana, México*

SCE, PhD

*Universidad Latina, México*

SMR, PhD

*Universidad Autónoma Metropolitana, México*

VIR, PhD

*Instituto Mexicano del Transporte, México*

WVA, PhD

*Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, México*

YCD, PhD

*Centro Eleia, México*

ZCN, MsC

*Universidad Politécnica de Altamira, México*



## Presentación

ECORFAN, es una revista de investigación que publica artículos en las áreas de: Aplicaciones de la Ingeniería.

En Pro de la Investigación, Enseñando, y Entrenando los recursos humanos comprometidos con la Ciencia. El contenido de los artículos y opiniones que aparecen en cada número son de los autores y no necesariamente la opinión del Editor en Jefe.

Como primer artículo está *Sensores de corriente aplicados al ahorro de energía en iluminación* por JAMAICA-GONZÁLEZ, Alejandro, ORTEGA-ZERTUCHE, J. Gerardo, GUERREO-ORDAZ Salvador, CONDE-SALINAS, David con adscripción en la *Universidad Tecnológica de Querétaro*, como segundo artículo está *Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz* por MONTALBAN-LOYOLA, Edith, ARENAS-BERNAL, Erika Josefina, TALAVERA-RUZ Marianela, MAGAÑA-IGLESIAS, Rocío Edith con adscripción en la *Universidad Tecnológica de Querétaro*, como tercer artículo está *Estrategias de metalectura en Alumnos universitarios* por MORALES-AVILEZ José Cruz con adscripción en la *Universidad Tecnológica de Querétaro*, como cuarto artículo está *Diseño hacia el Mantenimiento* por SALAS, Alejandro con adscripción en la *Universidad Tecnológica de Querétaro*, como quinto artículo está *La formación dual como una estrategia para obtener mayores aprendizajes significativos y favorecer la competitividad. Una indagación exploratoria sobre elementos y contextos* por TALAVERA-RUZ Marianela, MAGAÑA-IGLESIAS, Rocío Edith, ARENAS-BERNAL, Erika Josefina, MONTALBÁN-LOYOLA, Edith con adscripción en la *Universidad Tecnológica de Querétaro*, como sexto artículo está *Terotecnología: Generadora de riqueza y fiabilidad en la industria- experiencia en la industria* por FLORES-PALACIOS, Alejandro con adscripción en la *Universidad Tecnológica de Querétaro*, como séptimo artículo está *acondicionamiento de Señal de un TRPI vía labview mediante Callendar Van Dusen* por JAMAICA-GONZÁLEZ, Alejandro, ORTEGA-ZERTUCHE, Gerardo, GUERREO-ORDAZ, Salvador, CONDE-SALINAS, David con adscripción en la *Universidad Tecnológica de Querétaro*.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Sensores de corriente aplicados al ahorro de energía en iluminación</b> JAMAICA-GONZÁLEZ, Alejandro, ORTEGA-ZERTUCHE, J. Gerardo, GUERREO-ORDAZ, Salvador, CONDE-SALINAS, David	224-229
<b>Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz</b> MONTALBAN-LOYOLA, Edith, ARENAS-BERNAL, Erika Josefina, TALAVERA-RUZ, Marianela, MAGAÑA-IGLESIAS, Rocío Edith	230-238
<b>Estrategias de metalectura en Alumnos universitarios</b> MORALES-AVILEZ, José Cruz	239-253
<b>Diseño hacia el Mantenimiento</b> SALAS, Alejandro	254-260
<b>La formación dual como una estrategia para obtener mayores aprendizajes significativos y favorecer la competitividad. Una indagación exploratoria sobre elementos y contextos</b> TALAVERA-RUZ, Marianela, MAGAÑA-IGLESIAS, Rocío Edith, ARENAS-BERNAL, Erika Josefina, MONTALBÁN-LOYOLA, Edith	261-270
<b>Terotecnología: Generadora de riqueza y fiabilidad en la industria- experiencia en la industria</b> FLORES-PALACIOS, Alejandro	271-277
<b>Acondicionamiento de Señal de un TRPI vía labview mediante Callendar Van Dusen</b> JAMAICA-GONZÁLEZ, Alejandro, ORTEGA-ZERTUCHE, Gerardo, GUERREO-ORDAZ, Salvador, CONDE-SALINAS, David	278-282
Instrucciones para Autores	
<i>Formato de Originalidad</i>	
<i>Formato de Autorización</i>	

## Sensores de corriente aplicados al ahorro de energía en iluminación

JAMAICA-GONZÁLEZ, Alejandro, ORTEGA-ZERTUCHE, J. Gerardo, GUERREO-ORDAZ, Salvador, CONDE-SALINAS, David

*Universidad Tecnológica de Querétaro, Av. Pie de la cuesta #2501, División Industrial, Unidad Nacional, Querétaro, Qro., México C.P. 76148.*

Recibido Marzo 21, 2015; Aceptado Septiembre 24, 2015

### Resumen

En la Universidad Tecnológica de Querétaro se trabaja constantemente en el impulso al desarrollo sustentable, una muestra de ello son las acciones que contribuyan con el ahorro de energía eléctrica. Si bien las principales actividades orientadas al ahorro de energía se centran en la sustitución de luminarias, el desperdicio de energía asociado al mal uso que se da a la iluminación, representa un factor significativo que afecta los costos del servicio, con la finalidad de mermar la dependencia del factor humano para el control de encendido y apagado de la iluminación, se propone el diseño e instalación de un Tablero Inteligente Básico Para Ahorro de Energía en Iluminación, cuyo principal elemento es un detector de corriente que permita identificar a distancia cuando el sistema de iluminación se encuentra en estado de encendido, siendo una variable más fácil de manejar e integrar a la programación del tablero automático.

**Sensor, Iluminación, ahorro.**

### Abstract

In the Technological University of Queretaro working constantly in promoting sustainable development, an example of this, are the actions that contribute to saving electricity. While the main activities aimed at saving energy is focused on replacing fixtures, energy waste associated with the misuse gives lighting represents a significant factor affecting service costs, with the aim of reducing the dependence on human factor for the on-off control of lighting, design and installation of a BASIC SMART BOARD FOR ENERGY SAVING LIGHTING proposed, whose main element is a current detector that identifies away when the lighting system is on-state, one easier to manage and integrate programming board automatic variable.

**Sensor, lighting, saving.**

**Citación:** JAMAICA-GONZÁLEZ, Alejandro, ORTEGA-ZERTUCHE, J. Gerardo, GUERREO-ORDAZ, Salvador, CONDE-SALINAS David. Sensores de corriente aplicados al ahorro de energía en iluminación. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. 2015, 2-5: 224-229

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: ajamaica@uteq.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La estrategia principal del programa institucional de ahorro de energía se centra en la sustitución de luminarias de baja eficiencia por otras de mayor eficiencia, sin embargo con base en un monitoreo en ciertas áreas, se puede observar el gran desperdicio de energía, generado por el mal uso de la iluminación, en particular aulas vacías que tienen las luminarias encendidas.

En el estudio realizado se observa que al día permanecen en promedio tres salones con la luz encendida y sin actividad durante 2 horas, lo cual genera un desperdicio económico así como una afectación al medio ambiente. Actualmente por parte del cuerpo académico de Mantenimiento Industrial se está desarrollando un tablero que merme la dependencia del factor humano para el encendido y apagado del sistema de iluminación de aulas, uno de las variables que reconoce el estado del sistema (on/off), es la corriente (Amperes) que demanda los circuitos de alumbrado, si bien existen tableros inteligentes que brindan la protección, monitoreo y control de los sistemas de iluminación mediante, se limita a un control de tiempo y no de estado. El circuito aquí propuesto tendrá la capacidad de integrarse fácilmente al tablero automático, además su versatilidad en su programación, podría ser una opción para ejecutar otras funciones.

## Desarrollo

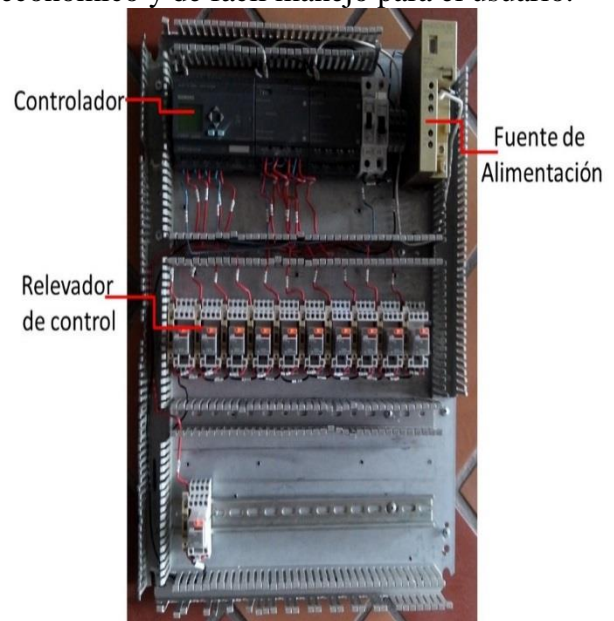
### Introducción

Dentro de la Universidad Tecnológica de Querétaro, se trabaja en el ahorro de energía; un área de oportunidad para disminuir los costos por concepto de energía eléctrica, es la iluminación, con las tecnologías actuales la estrategia principal es la simple sustitución por modelos más eficientes.

Un ejemplo de ello es la sustitución de T12, que es un tipo de luminaria que consume 39 watts a T5 o T5 led, que consumen entre 20 y 28 watts respectivamente.

Sin embargo, se evidencio en un estudio que el elemento humano es un gran factor que propicia el desperdicio de energía, por lo que, con base en el marco de sustentabilidad, se pretende disminuir la dependencia.

Actualmente se desarrolla un tablero eléctrico (Fig.-1) para el control del encendido y apagado automático de la infraestructura dedicada a la iluminación, con la cualidad de adaptarse fácilmente a la instalación actual así como interactuar con sensores de presencia y de medición, el prototipo se centra en hacerlo económico y de fácil manejo para el usuario.



**Figura 1**

Uno de los elementos que genera un alto costo en la inversión, es el uso de sensores de corriente de detección indirecta con salida a relevador (Relay), este componente está diseñado principalmente para la medición, ya que puede ajustar el disparo del Relay de acuerdo a un valor deseado, lo cual excede las necesidades del prototipo. (Fig.-2)

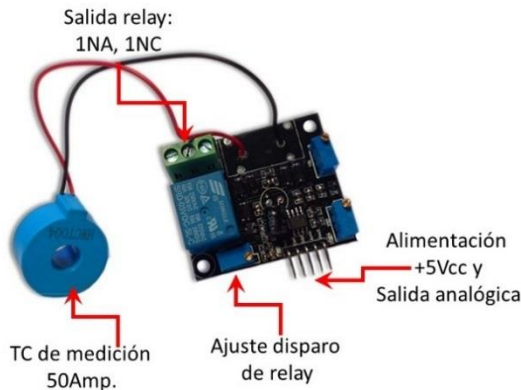


Figura 2

Evaluación de Desperdicio

Como parte de la sustentación del proyecto, se consideró el análisis de desperdicio de energía que se realizó en el edificio “F”, en el mes de Febrero del año en curso. A continuación se presenta dicho análisis.

Impacto energético

Para saber el desperdicio de energía que existe en la universidad, se decidió que por 30 horas durante 5 días, se analizarían los salones de la planta baja y los de la planta alta, que conforman el edificio F, tomando en cuenta que la luminaria no es la misma, se realizó el estudio que se presenta en la tabla 1.0

Planta Alta						
Días / horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total Salones
13hr	1	0	0	0	0	1
14hr	0	0	0	0	0	0
15hr	1	1	1	1	0	4
16hr	0	0	1	0	1	2
17hr	0	0	0	0	0	0
18hr	0	0	0	0	0	0
<b>Total Hrs al día</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	

De 30 horas analizadas en una semana 7 horas fueron desperdicio, por lo tanto:  
 Si 30 hrs = 100 % analizado, 7 Hrs = 23.5% de DESPERDICIO  
 Equivalente a 1 Hr 24min AL DÍA de 7 salones encendidos con lampara T5x28Watts

Planta baja						
Dias / horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total Salones
13hr	0	0	0	0	0	0
14hr	0	1	0	1	0	2
15hr	1	1	1	0	1	4
16hr	0	0	0	2	0	2
17hr	0	0	0	1	0	1
18hr	1	1	1	0	0	3
<b>Total Hrs al día</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	

De 30 horas analizadas en una semana 12 horas fueron desperdicio, por lo tanto:  
 Si 30 hrs = 100 % analizado, 12Hrs = 36% de DESPERDICIO  
 Equivalente a 1Hr AL DÍA de 12 salones encendidos con lampara T12x39w

Tabla 1.0 Análisis de desperdicio

Con la información obtenida se evaluó el impacto energético y económico, que dio como resultado la justificación para buscar alternativas de mejora.

Justificación

El presente proyecto forma parte de una serie de actividades orientadas al ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en iluminación, asociadas al programa de ahorro de energía de la institución.

Aprovechar los medios humanos y materiales disponibles en la institución, para la generación de tecnología orientada a optimizar el recurso económico requerido en los proyectos institucionales.

Se avanza en el cumplimiento del marco de Universidad Sustentable.

Objetivo General

Este proyecto tiene como objetivo el diseñar e integrar los componentes necesarios para desarrollar un circuito electrónico que realice la función de los sensores de corriente pero a un menor costo a los utilizados originalmente.

Metodología

Se realizó una investigación de campo con la finalidad de identificar tecnologías que pudieran ser utilizadas en sustitución de los sensores de corriente.

Se experimentó con circuitos alternos, se evaluaron en lo operacional, lo económico y en su capacidad de adaptabilidad a las necesidades. A partir de la experimentación, se desarrolló e implemento un prototipo, se evaluó y ajusto su operación.

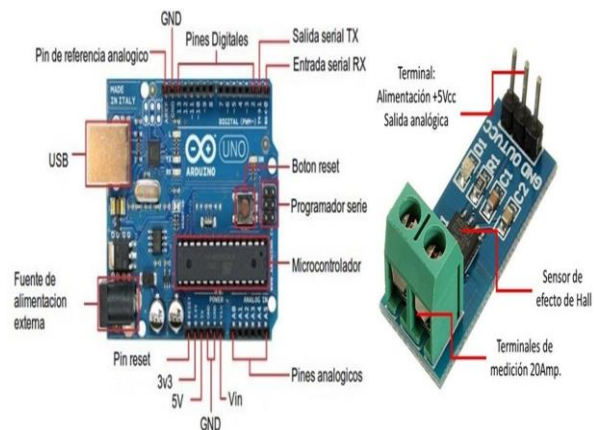
## Diseño

El prototipo se centra en el uso de una tarjeta Arduino, la cual es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida, por su sencillez y bajo costo permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación. Se programa en el ordenador para que la placa controle los componentes electrónicos.

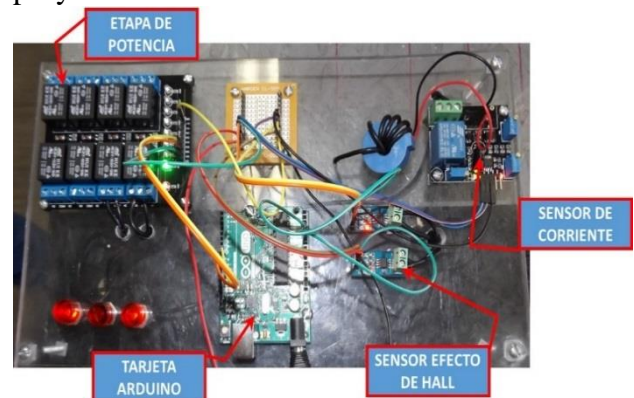
La tarjeta Arduino facilita la interacción con elementos periféricos (Fig.-3), de los cuales se obtiene información, posteriormente esta es procesada de acuerdo a un programa definido.

El ACS712 es un sensor basado en el efecto hall, puede brindar mediciones precisas para corriente alterna. El ACS712 entrega voltaje analógico que varía linealmente de acuerdo con la corriente censada. Es Compatible con cualquier microcontrolador incluyendo el Arduino



**Figura 3**

En una primera etapa se realizaron pruebas de operación con un prototipo (Fig.-4), que si bien era limitado en su capacidad de elementos a controlar, sus funciones y programación serian la misma para el circuito proyectado.



**Figura 4**

Este prototipo permitió identificar áreas de mejora, en especial en la conectividad y en el programa propuesto.

El sensor de corriente de efecto hall, se conecta en serie con la intensidad requerida por los circuitos de iluminación, detecta los cambios de frecuencia así como de amplitud de la corriente eléctrica, convirtiendo la señal censada en una contraparte analógica, la cual es detectada por la tarjeta Arduino, la experimentación previa identifico al cambio de frecuencia, como la variable sujeta de procesar.

El programa se divide en tres etapas:

✓ *Declaración de variables (Fig.- 5).*

```
long rango=1;
long ultimamedicion;
int ciclo=0;
int cambiodeciclo=0;
int picodetension;
int valledetension=1023;
long contadorvisualizacion;
long contadorciclo;
int ledPin=8; // Pin 8
int ledPin1=7; // Pin7
long rango1=2;
long ultimamedicion1;
int ciclo1=0;
int cambiodeciclo1=0;
int picodetension1;
int valledetension1=1023;
long contadorvisualizacion1;
long contadorciclo1;
```

Figura 5

✓ *Detección de cambio de frecuencia (Fig.- 6).*

```
Serial.print(" Hz=");
Serial.println(contadorciclo1);
if(contadorciclo1<63)//
{
digitalWrite(ledPin1,HIGH);
} else {
digitalWrite(ledPin1,LOW);
}

rango1=(1+((picodetension1-valledetension1)/5)); // SE CALCULA EL RANGO MÁS ADECUADO PARA LA SEÑAL, CON EL F
contadorvisualizacion1=micros(); // SE ASIGNA A LA VARIABLE CONTADORVISUALIZACIÓN EL TIEMPO EN MICROSEGUNDOS
picodetension1=sensorValue1; // SE ASIGNA A LA VARIABLE PICODETENSÓN EL VALOR DE LA TENSIÓN LEIDA POR EL PUER
valledetension1=sensorValue1; // SE ASIGNA A LA VALLEDETENSIÓN EL VALOR DE LA TENSIÓN LEIDA POR EL PUERTO ANAL
contadorciclo1=0; // SE PONE A CERO LOS CICLOS CONTADOS O HERCIOS.
```

```
if (sensorValue1 >= ( ultimamedicion1+rango1 ) // La salida 2 pasa a 1 logico si la tensión medida en la entrada a
{
ultimamedicion1 = sensorValue1; // SE ASIGNA A LA VARIABLE ULTIMAMEDICION EL VALOR LEIDO POR LA ENTRADA ANALÓGI
ciclo1=1;
```

Figura 6

✓ *Disparo de salidas digitales hacia una etapa de potencia (Fig.-7).*

```
Serial.begin(9600);
pinMode(A0, INPUT);
pinMode(ledPin,OUTPUT);
pinMode(A1, INPUT);
pinMode(ledPin1,OUTPUT);

void loop() {

long sensorValue = analogRead(A0);
long sensorValue1= analogRead(A1);

if (micros())>contadorvisualizacion+1000000
{
Serial.print(" Hz=");
Serial.println(contadorciclo);
if(contadorciclo<63)//
{
digitalWrite(ledPin,HIGH);
} else {
digitalWrite(ledPin,LOW);
}
rango=(1+((picodetension-valledetension)/5));
contadorvisualizacion=micros();
picodetension=sensorValue;
```

Figura 7

### Integración de elementos

A la par que se desarrolló el programa, se fueron integrando lo elementos en una platina de acrílico (Fig.- 8):

- Tarjeta Arduino Mega.
- Etapas de potencia de 4 y 8 salidas digitales
- Conectividad a sensores de efecto hall

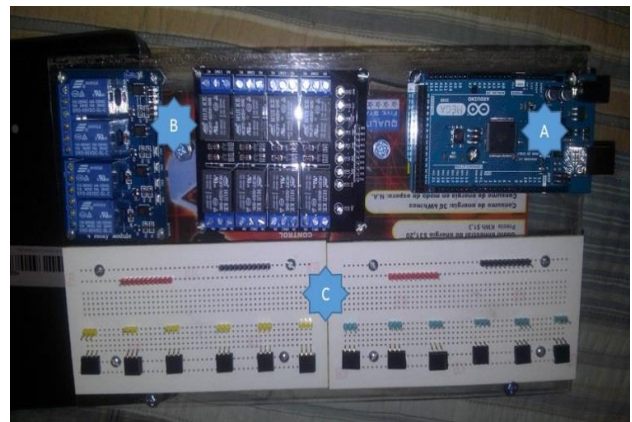
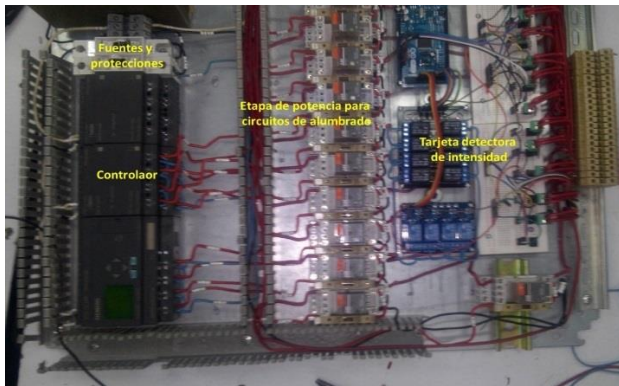


Figura 8

Posteriormente se integró al tablero (Fig.-9) para el cual fue diseñado, se realizaron pruebas de funcionamiento y corrección de fallas asociadas al programa y a la conectividad.



**Figura 9**

## Proyección

El proyecto se concluyó con la instalación del prototipo Tablero Inteligente Básico Para Ahorro de Energía en Iluminación, el circuito detector de corriente resultó ser fácil de integrar y versátil, ya que mediante software se pueden realizar acondicionamiento de las señales de una manera simple, lo que lo hace una alternativa viable para que opere como el controlador maestros del tablero.

Cabe mencionar que se instaló un medidor de energía tipo tarifa, con el fin de saber el ahorro y compararlo entre un edificio que cuenta con el sistema y otro que es dependiente del factor humano, por lo que se tendrán que tomar cada mes las mediciones que este equipo arroje.

## Resultados

La combinación de la tarjeta Arduino y el sensor ACS712, en conjunto con una etapa de potencia, son una alternativa viable que permitirá la sustitución de los sensores, disminuyendo en más del 40% del costo, con la ventaja de disminuir espacio así como la versatilidad que permite en tener un componente configurable.

Durante el desarrollo del prototipo, se pudo evidenciar que las funciones de la tarjeta Arduino, pudiera ser una alternativa para ser usada como un controlador general, se sugiere experimentar en este sentido.

## Conclusiones

Como se comentó, existen equipos que pudieran realizar funciones semejantes a este prototipo, sin embargo con la gran desventaja de su costo, una vez que nuestro equipo esté operando y se obtengan los primeros resultados, podremos contar con el marco de referencia que nos permita tomar decisiones para su uso cotidiano y/o bien pensar en otra alternativa que permita la automatización orientada a la no dependencia del factor humano para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en iluminación.

## Referencias

Mecatronicatip. Recuperado el 02 de Junio de 2014, de Mecatronicatip:  
[http://www.mecatronicatip.com/e107\\_files/downloads/cursobasmtiptoshi.pdf](http://www.mecatronicatip.com/e107_files/downloads/cursobasmtiptoshi.pdf)

Mes-sigma.net. Recuperado el 03 de Junio de 2014, de Mes-sigma.net:  
<http://www.mes-sigma.net/Cursos/images/Sensores%20Capacitivos.pdf>

Mes-sigam.net. Recuperado el 02 de Junio de 2014, de Mes.sigma.net:  
<http://www.mes-sigma.net/Cursos/images/Sensores%20Ultrasonicos.pdf>

Microautomación. Recuperado el 02 de Junio de 2014, de Microautomación:



## Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz

MONTALBAN-LOYOLA, Edith, ARENAS-BERNAL, Erika Josefina, TALAVERA-RUZ, Marianela, MAGAÑA-IGLESIAS, Rocío Edith

*Universidad Tecnológica de Querétaro, Av. Pie de la cuesta #2501, División Industrial, Unidad Nacional, Querétaro, Qro., México C.P. 76148.*

Recibido Junio 18, 2015; Aceptado Octubre 14, 2015

### Resumen

La experiencia de aplicación que en este trabajo se expone, refiere a la herramienta AMEF (Análisis del Modo y Efecto de Falla potencial) en el caso de una empresa en el estado de Querétaro, México, proveedora de importantes clientes del sector automotriz. Ante ciertos requerimientos de calidad, se indica implementar la identificación de fallas potenciales; lo que implicó, en este caso particular, enfocar no sólo las competencias supuestas, por parte de los agentes implicados; sino también aspectos organizacionales y de capacitación al área operativa. Esto mismo sugiere las posibilidades para orientar el AMEF como un documento vivo en la línea, que además de prevenir posibles rechazos, también permita el desarrollo de alternativas hacia la mejora y la innovación, por parte de los responsables de la calidad durante el proceso, como de los responsables de su aseguramiento en otras áreas de la empresa.

**AMEF, Modo Potencial de fallo, Efecto Potencial de fallo, interfaces organizacionales, investigación participativa.**

### Abstract

Application experience in this paper, we discuss relates to the FMEA tool (Mode and Effect Analysis of potential Falla) in the case of a company in the state of Queretaro, Mexico, provider of major automotive customers. To certain quality requirements, it outlined implement the identification of potential failures; which he meant, in this particular case, focusing not only the supposed powers by stakeholders; but also organizational and training aspects to the operational area. This also suggests the possibilities to guide the FMEA as a living document in the line, which helps prevent future denials, also allows the development of alternatives to the improvement and innovation, by those responsible for quality during the process, as of those responsible for their assurance in other areas of the company.

**FMEA, Fault Potential, Potential Effect of failure, organizational interfaces, participatory research mode.**

**Citación:** MONTALBAN-LOYOLA, Edith, ARENAS-BERNAL, Erika Josefina, TALAVERA-RUZ, Marianela, MAGAÑA-IGLESIAS, Rocío Edith. Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería 2015, 2-5: 230-240

Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La aplicación de herramientas de mejora continua en las industrias del sector automotriz, constituye una actividad indispensable, en razón de las alianzas y compromisos entre proveedores y clientes, por estar a la altura de las expectativas de calidad, competitividad y rentabilidad.

El estado de Querétaro, México, en los últimos años se ha caracterizado por el auge de la industria automotriz y, particularmente, de las empresas manufactureras que transforman hule y plástico.

El caso que se refiere aquí, respecto a una industria proveedora en el sector automotriz, surge de su necesidad e interés de atender índices de rechazo por parte de un importante cliente, localizados en una línea de producción de pedales.

Ante la problemática, se sugiere la aplicación de la herramienta AMEF y, asimismo se hace oportuna la intervención de dos profesoras de la Universidad Tecnológicas de Querétaro, en convenio de *Estancia tecnológica*, para fines de aplicación y desarrollo pertinente del conocimiento académico.

El proceso de intervención mediante la aplicación del AMEF implicó el diseño de instrumentos de sondeo, síntesis de causas, sensibilización y capacitación en el área de mandos medios y área operativa; con el propósito de hacer del AMEF un “documento vivo” en la línea de producción que, como punto de partida, genere alternativas de prevención actualizadas, pero que también desarrolle el talento humano hacia enfoques de mejora continua.

Referir un “documento vivo” es optar por un proceso de actualización constante, que no sólo aporte elementos de resolución.

Sino también elementos de evolución, porque es accesible a las contribuciones y a las actualizaciones constantes de quienes lo usan, lo aplican o lo alimentan con información. (Montes, 2016).

El AMEF, resulta ser un registro sistemático y disciplinado de observaciones y consideraciones, orientadas a “identificación y evaluación de fallas potenciales de un producto o proceso, junto con el efecto que provocan éstas, con el fin de establecer prioridades y decidir acciones para reducir las posibilidades de rechazo y, por el contrario, favorecer la confiabilidad del producto o proceso”. (Reyes, 2007).

La frecuencia, la severidad y los efectos son los conceptos que caracterizan las fallas y para ello es que se incluyen herramientas estadísticas, que sustentan la toma de decisiones que en un plazo determinado pueden favorecer la eficiencia de los procesos. En este caso, se considera la experiencia traducida en conocimiento a través de planes de control e instrucciones de trabajo. En este sentido es que se atiende no sólo como una herramienta para reducir el riesgo de defecto y rechazo, sino también como una guía efectiva para los operadores.

El nombre de AMEF tiene su origen en las siglas de su nombre en español, que proviene de su nombre en el idioma inglés (Potential Failure Mode And Effect Analysis).

Considera como clientes, tanto al usuario final (cliente externo) como la siguiente operación o fase del proceso (cliente interno).

Cuando se habla de Modo Potencial de fallo, se hace referencia a la forma en que un producto/servicio o un proceso pueda fallar.

Se conoce como Efecto Potencial de fallo a la consecuencia que pueda traer consigo la ocurrencia de un modo de fallo, tal y como las experimentaría el cliente.

Los antecedentes del AMEF se remontan al auge de la industria militar durante la II Guerra Mundial y posteriormente a su implementación y sistematización en la industria aeroespacial en los años sesenta.

En mayo de 1991 el Comité de requerimientos de Calidad para proveedores de GM, FORD Y CHRYSLER identificó algunas herramientas incluyendo el AMEF, que podían ser benéficas para la estandarización (QS 9000). En diciembre de 1992 el grupo AIAG completo el manual de referencia del AMEF. Para inicios de 1993 se aprobó el manual de referencia y se procedió a entrenar e implantar los AMEF como parte del PPAP (Proceso de Aprobación para Partes de Producción).

Hoy en día, el AMEF es utilizado sistemáticamente dentro de todas las empresas del ramo automotriz y todas las relacionadas con ella; proveedores y sub proveedores. Tiene entre sus objetivos mostrar por un lado el grado de “optimización” y de “minuciosidad” requeridos para alcanzar la creación de valor en un producto específico. Es por eso que, dentro de una de las industrias más competidas a nivel mundial, como es la industria automotriz, debido a que representa uno de los productos más complejos e ilustrativos de la innovación tecnológica en nuestros tiempos.

El auge de la industria automotriz en México, propició que muchas industrias se posicionaran para satisfacer necesidades específicas de este ramo.

Este es el caso de la industria del plástico; un industria relativamente joven, considerando que durante de sus primeros 50 años el enfoque estuvo en la investigación y el desarrollo, y sus siguientes tres décadas enfocadas, hasta la fecha, al aprovechamiento y optimización de sus procesos.

La empresa del caso que aquí se refiere, es una empresa proveedora de la industria automotriz dedicada a la producción de partes de hule y plástico. Se estableció en el año 2005 en el estado de Querétaro y desde entonces se propone eficientar sus procesos, métodos y herramientas a fin de mantener las alianzas con sus principales clientes, cumpliendo con sus expectativas de calidad.

Es precisamente uno de sus clientes quien lo incentiva a la implementación actualizada de la herramienta AMEF en una línea de pedales, cuyos indicadores se reservan por motivos de confidencialidad.

La sugerencia del cliente y la oportunidad de la asesoría externa a cargo de dos profesoras de la División Industrial, de la Universidad Tecnológica de Querétaro, generaron una experiencia de aplicación que a continuación se expone; desde el diagnóstico de las competencias de los agentes implicados en la aplicación, hasta las incidencias en el proceso de validación e implementación.

## **Desarrollo**

Las bases de aplicación de una herramienta como el AMEF contemplan una serie de actividades sistemáticas que parten de la asignación del equipo encargado de realizar el análisis y los registros pertinentes, así como de la delimitación del proceso o producto en el que se aplicará.

En este caso, el AMEF se enfocó al proceso de una línea de producción de pedales.

Los agentes determinados por la empresa fueron:

- Operarios de la línea
- Supervisor
- Capacitador
- Ingeniero de procesos involucrados en la línea de producción del número de parte del análisis.

En la propuesta se definieron cuatro etapas, estableciendo el procedimiento de trabajo mencionado a continuación:

- 1.-Identificar las posibles causas a través de un cuestionario del por qué el AMEF existente no se implementaba en la línea.
- 2.-Estructurar un Diagrama de Ishikawa con las causas detectadas a través del cuestionario.
- 3.-Diseñar e impartir un taller de la herramienta de AMEF, para capacitar al personal involucrado, en cada uno de los tres turnos que trabaja la línea de producción.
- 4.-Elaborar una propuesta de AMEF actualizada.
- 5.-Presentar la propuesta para su validación e implementación.

### **1.-Identificar las posibles causas del por qué el AMEF existente no se implementaba en la línea de pedales.**

A manera de hipótesis se consideró un nivel de competencia presente en los agentes involucrados, para lo cual se propuso un diagnóstico que permitiera reconocerlo como posible causa de la no implementación del AMEF existente.

De acuerdo con Martínez-Lugo (2014), los sistemas de gestión de la calidad en las organizaciones dependen en buena medida de ciertas competencias laborales; sin embargo, es necesario todo un diseño de gestión que integre a su red de procesos los niveles de conocimiento y aplicación necesarios.

Para este caso, en particular, y atendiendo la prioridad señalada, se diseñó un cuestionario dirigido al personal de la línea de producción de pedales, en los tres turnos.

Por otra parte y en referencia al mismo autor, la solución de ciertos problemas y especialmente la aplicación e implementación de herramientas de mejora supone interfaces de tipo organizacional que inciden de manera significativa en los resultados tangibles e intangibles; entre ellos la misma necesidad de integración entre áreas y miembros del equipo colaborativo, así como el nivel de conciencia de calidad respecto a los procesos y los productos.

### **2.-Elaboración de un diagrama de Ishikawa para sintetizar posibles causas en relación con la capacidad para implementar el AMEF existente.**

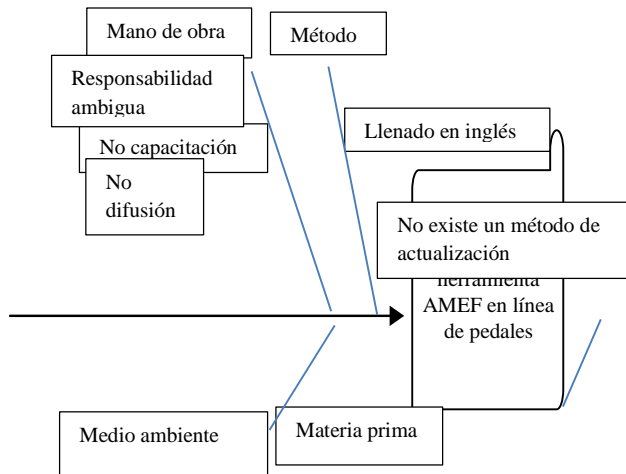
El diagrama de Ishikawa es una herramienta para establecer el origen de causas que generan desviaciones en las etapas críticas del proceso. En este caso, se utilizó la información proporcionada por los cuestionarios, así como una revisión documental de las inconformidades de los clientes. Se agruparon en las siguientes categorías: materia prima, mano de obra, medio ambiente, método.

a. Medio ambiente: Enlista las causas probables relacionadas con factores ambientales y laborales como por ejemplo: alta temperatura y humedad en las áreas de trabajo, ambiente laboral, prácticas de seguridad operacional, etc.

b. Mano de obra: Se agrupan las causas con un trasfondo generado por el material humano de la planta, los operarios. Por ejemplo: falta de experiencia, nivel de capacitación, etc.

c. Método: Se refiere a un error generado de la forma de operar el equipo o la metodología de trabajo.

d. Materia Prima: Corresponde a la calidad de la materia prima usada para generar el producto final. Por ejemplo, cambio de proveedor.



### 3.-Estructurar un taller de la herramienta dirigido al equipo de trabajo para el nuevo análisis

Como parte de la asesoría externa, además del diagnóstico realizado aplicando los dos instrumentos anteriores, se propuso y diseño un taller con la siguiente estructura:

- Conocer el AMEF y aplicarlo como herramienta efectiva en la prevención de errores, durante el proceso de producción.
- Concepto.
- Diagrama causa efecto aplicado
- Metodología
- Explicación de tablas (Severidad, Ocurrencia, Detección)
- Recomendación de acciones

Como parte de los propósitos de este taller, se contempló un proceso de sensibilización en el que los mandos medios y personal operativo de la empresa conociera no sólo la herramienta de AMEF, sino los posibles impactos ocasionados por no usarla correctamente y prevenir factores de negligencia ante los clientes internos y externos de la organización.

La valiosa información que proporcionan los clientes debe estar disponible para los empleados en un formato que les sea útil, en términos de dejarles ver la correlación entre sus actividades cotidianas y la percepción de valor que tiene el cliente final acerca del producto que generan. A fin de poder crear valor para el cliente, es preciso que los empleados sepan cómo se ve impactada la percepción de éste, las utilidades de la compañía y, en última instancia, el futuro de su trabajo.

### 4.-Elaborar una propuesta de AMEF actualizada

El AMEF existente en la línea de producción referida se realizó en el año 2008 y, desde entonces, no había sido actualizado. Otro factor para el acceso, consulta y actualización del mismo se reconoció por su edición en idioma inglés.

Así mismo, se decidió realizar la traducción del documento, con la finalidad de establecer bases para el objetivo que contempla la identificación, comprensión y aplicación de la herramienta.

Se estableció entonces un equipo trabajo conformado por asesores, operadores, supervisores y capacitadores, involucrados en el proceso que atiende el AMEF considerado a los agentes con las competencias pertinentes para la traducción del documento existente y el nuevo análisis.

Severidad		Probabilidad de Ocurrencia		Probabilidad de detección	
Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio
1	Escasa. Las características de calidad del producto no se afectan.	1	Remota. No existe historia documental que muestre que el riesgo se presentó con anterioridad.	1	Las medidas de control existentes detectarán casi de forma segura la desviación de los parámetros de calidad en el producto en una etapa de proceso específica.
2	Leve. No se afecta a la calidad del producto final, pero existen desviaciones de los procedimientos de manufactura. Incluye defectos cosméticos o menores que conducen a alguna insatisfacción de los clientes; puede ser necesaria una acción correctiva.	2	Improbable. Corresponde a incidentes sumamente aislados	2	Alta probabilidad de que el control del diseño detecte la desviación de los parámetros de calidad en el producto en una etapa de proceso específica.
3	Moderada. La calidad del producto puede encontrarse potencialmente comprometida. Se necesita más investigación o el corroborar su calidad antes de su liberación o almacenamiento	3	Ocasional. El error ha sido observado y detectado con anterioridad.	3	Probabilidad moderada de que el control del diseño detecte la desviación de los parámetros de calidad en el producto en una etapa de proceso específica.
4	Alta. Los resultados del proceso o del producto no cumplen con las especificaciones de los clientes; los	4	Común. El riesgo presenta cierta reincidencia en aparecer.	4	Remota o muy baja probabilidad de que el control del diseño detecte la desviación de

	resultados ameritan el rechazo del producto.				los parámetros de calidad en el producto en una etapa de proceso específica.
5	Muy alta. El fracaso en el proceso afecta potencialmente la pureza, la integridad sanitaria o la vida útil del producto final. Implica el incumplimiento de los requisitos legales o una grave afectación a la salud y la vida del consumidor.	5	Frecuente. El riesgo es inevitable y se presenta de manera consistente.	5	Las medidas de control existentes no detectarán del todo la desviación de los parámetros de calidad en el producto en una etapa de proceso específica.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 1** Parámetros y valores utilizados en la categorización de riesgos

**5. Presentar la propuesta para su validación e implementación**

Desde las evidencias a través de los indicadores de rechazo y la propuesta de aplicación del AMEF en la línea de pedales, se estableció un proceso de atención y solución de un problema relevante que, en perspectiva, debiera ofrecer también un visión de mejora continua, por la naturaleza de la herramienta y las bases organizacionales que supone su implementación.

Entre los alcances y límites contemplados en esta experiencia de aplicación, se consideraron ciertamente las políticas de calidad e implementación de propuestas, sujetas a los lineamientos globales, como lo son los de una empresa como la de este caso en particular, con su matriz en el extranjero.

Sin embargo, la necesidad de atender la situación y la indicación de los clientes; además de las ventajas de capacitación y desarrollo de competencias laborales en los operadores, orientaron la decisión de proseguir y diseñar un programa de aplicación, que de hecho configura la metodología de esta experiencia.

Tal es el caso del diagnóstico del nivel de competencia sobre la aplicación de la herramienta AMEF y la consideración de las interfaces organizacionales.

Asimismo se descubre la posibilidad de sustentar la metodología de esta experiencia de aplicación con la llamada metodología de investigación-acción participativa; que supone la realización de actividades conjuntas, llevando a cabo procesos de dialógicos de análisis, reflexión, crítica y propuesta conjuntas. (Contreras, 2002)

Fue así, que se planteó un procedimiento ampliado de intervención que integró:

- a) El diseño de un instrumento de diagnóstico sobre el nivel de competencia de los agentes asignados para elaborar una nueva propuesta de AMEF, en vías de actualizar el documento existente.

El instrumento de diagnóstico se planteó como un cuestionario para aplicarse a manera de entrevista en el que se contemplaron los aspectos de:

- Noción e identificación de la herramienta
- Las aplicaciones
- El impacto para la atención y solución a problemas de calidad y posibilidades de mejora continua. (Ver anexo A).

- b) La síntesis de resultados aplicando un diagrama de causa y efecto que hiciera posible identificar la correlación entre el problema prevaleciente y la no implementación de las referencias de un AMEF anterior.

Análisis del Modo y Efecto de Falla Potencial (AMEF de Proceso)		AMEF Número		1	
Descripción	2	Página	4	De	7
Año modelo / Vehículo (s)	3	Preparado por	4		
Equipo de trabajo	5	Fecha del AMEF	7		
Requisitos del proceso / Funciones	6	Responsable de la Acción Recomendada	8	Resultados de las Acciones Tomadas	9
		Clasificación	1	Acciones recomendadas	1
		Severidad	1	Acciones Tomadas	2
		Efectos Potenciales de la Falla	1		
		Modo de falla potencial	1		
		Consecuencias / Mecanismos de falla	1		
		Ocurrió	1		
		Control del Proceso Actual	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		
		Acciones recomendadas	1		
		Acciones Tomadas	2		
		Severidad	1		
		Ocurrió	1		
		Detección	1		
		NFR	1		

- c) El diseño de un taller de capacitación sobre la herramienta AMEF, que permitiera construir referencias compartidas para abordar el documento anterior y orientar la aplicación de la herramienta para el nuevo análisis, contemplando la participación de los agentes asignados para generar un nuevo análisis y propuesta.
- d) La traducción del AMEF existente en forma colaborativa y con base en las referencias establecidas en la capacitación.
- e) La aplicación de un nuevo AMEF, desde la documentación de hallazgos hasta el planteamiento de propuestas.
- f) La integración de un documento en blanco y negro, así como la producción de un documento audiovisual con posibilidades de convertirse en estándar de trabajo y como base de capacitación para el personal de nuevo ingreso.

## Resultados

Conforme a la metodología propuesta y las fases de desarrollo en esta experiencia de aplicación se reporta que:

El propósito de hacer de la aplicación de la herramienta AMEF, un documento vivo en la línea de producción de pedales en la empresa de este caso en particular, implicó configurar un programa de intervención-acción participativa entre asesores y externos y personal responsable de la línea.

Este grupo quedó conformado finalmente por 15 personas, entre ellos:

Operadores de Línea  
 Supervisor  
 Capacitador  
 Ingeniero de procesos

Respecto a la aplicación de los cuestionarios y la correlación establecida con el diagrama de causa efecto, se detectaron como causas más probables la no difusión del AMEF en línea por parte del área de ingeniería, ya que los trabajadores manifestaron no conocerlo.

Así mismo se identificó una carencia de tipo organizacional, debido a la responsabilidad no definida, para difundir el documento como estándar de trabajo y más aún como herramienta para atender soluciones y posibilidades de mejora.

Entre el área de ingeniería y el departamento de calidad no existe claridad suficiente sobre los procesos de difusión y actualización para y con el área operativa.

La existencia del AMEF editado en el 2008 vuelve este documento obsoleto, aunado al hecho de que se encuentra sin traducir, lo que lo hace prácticamente inaccesible e ineficaz para el personal operativo de la línea.

En la base de estos hallazgos, se procedió al diseño del taller que fue programado para todo el personal de la línea en sus tres turnos. El taller se impartió en dos momentos: 17 y 18 de Marzo del 2015, primer turno (duración de 8 horas) y 24 y 25 de marzo del 2015, segundo y tercer turno (duración 8 horas).

Las referencias construidas en el taller de capacitación sobre la herramienta AMEF permitieron el inicio de las actividades sistematizadas en equipo colaborativo, para el nuevo análisis y documentación con base en el formato que se muestra en la Figura 1, considerando también el propósito de nuevas actualizaciones y sus posibilidades para convertirse en un documento “vivo”, que integre actualizaciones y muestre la evolución en la toma de decisiones y propuestas de mejora.



Los resultados de la aplicación del AMEF refieren como fallas recurrentes:

*Cubierta mal ensamblada, falta de buje y resorte equivocado.*

Para cada uno de ellos se estableció la categorización cuantitativa de los riesgos presentes en cada una de las etapas del proceso. Para ello se otorgó un valor numérico a la severidad (S), a la ocurrencia (O) y a la detección (D) conforme a los parámetros establecidos (Ver Tabla 1).

Los efectos establecidos fueron los siguientes: Tiempo perdido de producción, que se desarme la pieza y que la pieza ensamblada no frene correctamente. Respectivamente, a cubierta mal ensamblada, falta de buje y resorte equivocado.

Para el segundo y tercer efecto la severidad fue de 5, mientras que para el efecto primero la severidad tuvo un valor de 4.

Las causas potenciales fueron: Falla del operador y que la pieza esté mal dimensionada. La ocurrencia obtuvo un valor de 4.

El contar con una severidad alta en dos de los tres efectos analizados: cubierta mal ensamblada y falta de buje, obliga a tomar medidas inmediatas. En síntesis el hallazgo más recurrente refiere a errores de mano de obra, lo que da cuenta de una necesidad de revisión en procesos de capacitación, de tipo organizacional y procesos de estandarización de trabajo.

Una vez que se contó con el nuevo AMEF y se socializó entre el personal encargado de la línea, se procedió con el diseño y producción de un audiovisual que integrara las recomendaciones de prevención de fallos y que fuera útil como material de capacitación.

En este sentido se refiere la aplicación del AMEF para su disponibilidad en la línea como documento vivo, pero también como base de un producto de capacitación que también puede considerarse como susceptible de actualización.

El reto mayor en el alcance esperado de esta experiencia de aplicación se presentó ante las fases de validación e implementación, pues se hicieron presentes las políticas globales de la empresa para integrarlo conforme a ciertos lineamientos de calidad.

Hasta el momento en que concluyó la etapa de asesoría externa, se determinó que la aplicación de un nuevo AMEF se estableciera como prueba piloto, a reserva de los resultados y la posterior validación de la propuesta derivada, tanto como estándar de trabajo, como herramienta sistemática e incorporada a los procesos de la línea.

## Anexos

### Anexo A

#### Investigación de Percepciones sobre el AMEF actual en línea de pedales modelo A-2443

Entrevistador/a: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_

A continuación encontrará una serie de preguntas destinadas a conocer su opinión sobre el AMEF como herramienta de trabajo. Por favor lea las instrucciones al inicio de cada sección y conteste la alternativa que más se acerca a lo que usted piensa.

¿Cuál diría usted que es su nivel de conocimiento frente a los siguientes temas? Evalúe su nivel de conocimiento en una escala de 1 a 5, donde 1 es muy poco, 2 es poco, 3 es regular, 4 es bueno y 5 es muy bueno.

Por favor tache con una X la alternativa que más se parece a lo que usted piensa.

**AMEF (Análisis del Modo Efecto de la Falla)**

**a) Conocimiento**

Tema	Nivel de conocimiento				
	Muy Poco	Poco	Regular	Bueno	Muy Bueno
Conoce las siguientes siglas (AMEF)	1	2	3	4	5
Conoce que en su línea existe un AMEF	1	2	3	4	5
Conoce su estructura	1	2	3	4	5
Conoce ¿quiénes los elaboran?	1	2	3	4	5

**b) Aplicaciones**

Tema	Nivel de conocimiento				
	Muy Poco	Poco	Regular	Bueno	Muy Bueno
Conoce para qué se utiliza	1	2	3	4	5
Conoce la metodología	1	2	3	4	5
Ha participado en dicha metodología	1	2	3	4	5

**c) Impacto**

Tema	Nivel de conocimiento				
	Muy Poco	Poco	Regular	Bueno	Muy Bueno
Conoce los probables impactos del AMEF en su línea	1	2	3	4	5
Conoce los probables impactos del AMEF en la planta 2	1	2	3	4	5
Conoce los Probables impactos del AMEF en la empresa	1	2	3	4	5
Conoce los Probables impactos del AMEF con	1	2	3	4	5

Tema	Nivel de conocimiento				
	Muy Poco	Poco	Regular	Bueno	Muy Bueno
su cliente BMW					

¿Cuál considera que sea la principal causa de que usted no conozca la herramienta?

Opcional

Nombre: \_\_\_\_\_

Puesto: \_\_\_\_\_

**Conclusiones**

Se puede concluir que un AMEF debe ser realizado antes de que una falla potencial de diseño del producto o del proceso sea percibida o detectada en el producto y/o en el proceso. Puede llegar a reducir o eliminar el riesgo de implantar cambios correctivos, los cuales pudieran crear mayores complicaciones.

Un producto final debe ser evaluado a través de cada proceso, sub-ensamble y componente relacionado con el producto

El AMEF puede ser un documento vivo en la medida en que se contemplan no sólo los aspectos técnicos, conforme a las características y requerimientos propios de la herramienta. También es necesario adaptar las interfaces organizacionales que incluyen la designación del equipo de trabajo interdisciplinario para la realización del análisis, la integración de diferentes áreas, en este caso, producción, calidad y capacitación; finalmente la adaptación a las políticas globales y lineamientos de implementación de mejoras.

Entre tanto, se hace evidente la importancia de reconocer que un documento vivo, es producto de un proceso participativo y comprometido, desde el análisis, hasta las propuestas de solución y mejora, sin dejar de valorar las competencias y el talento en el personal operativo, encargado en primera instancia de la calidad, por contar primero con la información “in situ”, así como las ideas de mejora y evolución de los procesos.

### Referencias

Montes-Luna, M. (2015) “Documentos y registros”. *Club responsables de la calidad*. Recuperado de [www.clubresponsablesdelacalidad.com](http://www.clubresponsablesdelacalidad.com) (13-09-16)

Reyes, P. (2007). “Análisis del Modo y Efecto de Falla”. Recuperado de [www.icicm.com/files/PFMEA.doc](http://www.icicm.com/files/PFMEA.doc) (25-08-16)

Contreras, R. (2002). “Investigación-acción participativa; revisando logros y potenciales”. *Experiencias metodológicas de la investigación participativa*. Chile, CEPAL.

Martínez-Lugo, A. (2014). Implementación de un análisis de Modo y Efecto de Falla en una línea para manufactura de juguetes. México, Universidad Autónoma

## Estrategias de metalectura en Alumnos universitarios

MORALES-AVILEZ, José Cruz

*Universidad Tecnológica de Querétaro, Av. Pie de la cuesta #2501, División Industrial, Unidad Nacional, Querétaro, Qro., México C.P. 76148.*

Recibido Marzo 18, 2015; Aceptado Octubre 24, 2015

### Resumen

En la presente investigación se explorarán las principales estrategias de metalectura, las cuales se basan en la Psicología Cognitiva, que utilizan alumnos de la Universidad Tecnológica de Querétaro al leer un texto expositivo. Se trabajó con tres grupos de alumnos de segundo, tercero y quinto cuatrimestre.

Con base en los resultados obtenidos se concluye que los alumnos sí reconocen sus estrategias de metalectura, siendo las que se mencionan a continuación las que utilizan con mayor frecuencia: releer, concentrarse al leer, subrayar las ideas principales y distinguir las ideas principales. Se concluyó que los buenos y malos lectores utilizan las mismas estrategias al leer pero los buenos lectores utilizan las estrategias con mayor eficiencia.

**Cognición, metacognición, metalectura, estrategias de lectura..**

### Abstract

In this paper we offer the results of a research made about some metacognitive strategies used by students of the Querétaro Technological University reading an expository text is based on Cognitive Psychology which studies the process of metareading. The current research was done with a three different groups who was in second, third and five fourth month period.

The main conclusions reached were that the students perform metareading strategies and among them were identified that the students use most frequently: rereading, focusing in reading, to underline the main ideas, distinguishing the main ideas. It was also concluded that good and bad readers use the same strategies when reading, good readers use the strategies with better efficiency.

**Cognición, metacognición, metareading reading strategies**

**Citación:** MORALES-AVILEZ, José Cruz. Estrategias de metalectura en Alumnos universitarios. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. 2015, 2-5: 241-255

\*Correspondencia al Autor: emontalban@uteq.edu.mx

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Leer se entiende como una actividad compleja que implica la utilización de diversos tipos de conocimientos que se emplean para la comprensión de un texto. Desde esta óptica, la enseñanza de la lectura implica trabajar, además de contenidos conceptuales y procedimentales, conocimientos de orden metacognitivo, esto es, posibilitar a los lectores en formación el desarrollo de estrategias que les brinden la opción de controlar y evaluar su proceso lector. La habilidad de comprensión lectora es uno de los temas que preocupan en el ámbito académico pues los constantes cambios científicos tecnológicos y sociales obligan a un aprendizaje continuo por lo que el estudiante debe aprender a estudiar de manera autónoma y no lo logrará sin saber leer.

Zarzosa (2004), afirma que a pesar de contar con anterioridad con indicadores del bajo desempeño académico de la población joven que tiene acceso a la educación media superior y superior en México, no es hasta la difusión del estudio PISA 2006 (Programme for International Student Assessment), llevado a cabo por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), donde se aprecia con mayor claridad la magnitud del problema el cual se ubica en el contexto internacional de los países latinoamericanos considerados, los que obtuvieron los últimos lugares de las naciones evaluadas.

Uno de los renglones considerados en el estudio PISA 2006 fue el de la competencia lectora desglosada en tres dominios: de recuperación de información; de interpretación; así como reflexión y valoración del material leído.

De acuerdo al estudio antes mencionado, sólo 6% de los alumnos mexicanos logró el nivel más alto; mientras que casi 80% de la muestra de México fue capaz, en el mejor de los casos, de realizar tareas de lectura básicas (30% del total), o bien, de completar las más elementales, como localizar información explícita. El instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) reportó los siguientes resultados en la prueba PISA 2006 aplicada a los siguientes 21 países (México, Argentina, Brasil, Colombia, Chile, España, Portugal, Uruguay, Estados Unidos, Canadá, Finlandia, Hong Kong, China, Kyrgyzstan, Qatar, Azerbaijón, Bulgaria, Rusia, Indonesia, Rumania, Tailandia, Túnez, Turquía). Los resultados ubicaron a México en décimo lugar, por lo que es importante identificar las principales estrategias de metalectura que utilizan los alumnos universitarios al leer un texto expositivo, con el fin de exhortarlos a utilizar aquéllas que faciliten la comprensión de lo que leen.

Por lo antes mencionado, en la presente investigación se realizó una serie de preguntas que muestren cuáles son los problemas de comprensión que están teniendo los alumnos al realizar alguna lectura. Dichas preguntas son las siguientes:

¿Cuáles son las principales estrategias de metalectura que utilizan los alumnos de tercero, cuarto y quinto cuatrimestre de la Universidad Tecnológica de Querétaro al leer un texto expositivo?

¿Los alumnos universitarios pueden identificar sus estrategias de metalectura?

¿Existe relación entre estrategias de metalectura y comprensión de textos?

## Marco teórico

CIENCIA COGNITIVA debe quitar todos estos títulos.

De acuerdo con Maqueo (2006), la psicología cognitiva es el estudio científico de los procesos mentales. En los años setentas es cuando aparece esta ciencia con mayor fuerza entre estudiosos de diversas disciplinas debido a la inquietud por crear una teoría de los sistemas de procesamiento de la información o ciencia cognitiva. En su planteamiento epistemológico, estos estudiosos consideran que el individuo elabora las representaciones y entidades internas de una manera esencialmente individual.

Dichas representaciones mentales determinan las formas de actividad que realiza el sujeto. Por su parte Mayer (1991), afirma que la ciencia cognitiva se conforma por estudios relativos a:

- a) Análisis del sistema de procesamiento de la información. En este modelo se realiza una analogía entre la forma como el ser humano procesa la información y la tecnología computacional, se describen los procesos mentales con los mismos términos que se utilizan en los procesos computacionales.
- b) Análisis de procesos cognitivos. Este modelo procesal analiza los procedimientos cognitivos que un sujeto utiliza cuando resuelve una tarea.
- c) Análisis de estructuras cognitivas. Utilizando un modelo estructural computacional se puede analizar la estructura cognitiva adquirida por una persona confrontándola con la actuación real de un sujeto.
- d) Análisis de estrategias. Este modelo está relacionado con las estrategias que una persona utiliza para controlar la información que posee. En este modelo es necesario que las personas describan las estrategias que utilizan y después las contrasten con su actuación real.

Gardner (1992), define la ciencia cognitiva como: Un empeño contemporáneo de base empírica para responder a interrogantes epistemológicos, en particular los vinculados a la naturaleza del conocimiento. La ciencia cognitiva es un esfuerzo reciente por entender tal proceso tan complejo. Estévez (cit. en Sánchez, 2003), reflexiona sobre la cognición y precisa que ya era definida en los setenta como la actividad de conocer, que incluye la adquisición, organización y uso del conocimiento.

La nueva ciencia de la mente también conocida como ciencia cognitiva que Salaiza (2001), define como un esfuerzo interdisciplinario que intenta resolver los problemas clásicos del pensamiento occidental; la naturaleza del conocimiento y cómo éste es representado en la mente. La presenta como una teoría unificada que explica un amplio rango de fenómenos psicológicos relacionados con el funcionamiento de la mente. Refiere Salaiza (2001), que está conformada por seis áreas: 1) Filosofía, 2) Psicología, 3) Neurociencia, 4) Inteligencia Computacional, 5) Lingüística, 6) Lenguaje, y un área nueva que sirve de enlace entre las diversas ramas involucradas: Cultura, Cognición y Evolución. Así mismo, una rama importante de la ciencia cognitiva es la metacognición, la cual es definida por Romero (2003), de la siguiente manera: es el conocimiento y regulación de nuestras propias cogniciones y de nuestros procesos mentales, es decir un conocimiento auto reflexivo.

Como se puede apreciar los antecedentes de la metacognición tienen diferentes enfoques, y aunque se afirma que es una teoría relativamente nueva, se aprecia que desde la antigüedad ha habido quien de una u otra forma se ha dedicado a estudiarla.

Los problemas de lectura que tienen nuestros estudiantes son un tema que preocupa prácticamente a toda la comunidad, en diferentes países se investiga abordando el problema desde perspectivas multifactoriales.

Uno de estos factores es la metalectura ¿a qué otros factores se refiere? Tal vez valdría la pena poner punto y aparte y comenzar nueva idea, Investigaciones recientes han demostrado que la metacognición es un factor de gran ayuda para mejorar la comprensión lectora y formar un lector más eficiente. A continuación se presentarán algunas de las investigaciones que se han realizado sobre el tema.

Peredo (2001), investigó las diferencias entre niveles educativos y campos laborales por medio de entrevistas a profundidad, donde cada persona fue narrando su estancia en las escuelas por las que transitó. En sus historias se destacaron las experiencias de lectura, los textos que recuerdan haber leído y los usos que daban a la información. Los resultados fueron que mientras mayor era el nivel educativo, la lectura se efectuaba de manera diferente, explicando mejor su forma de leer un informe laboral.

Greybeck (1999), ha desarrollado un programa de lectura para estudiantes universitarios donde expone que para mejorar las habilidades de comprensión de lectura en los alumnos universitarios hay que enfatizar en la metacognición, ya que no solamente aprenden y practican ciertas estrategias de lectura, sino además aprenden a evaluar su propio rendimiento y analizar el proceso de transferencia. El programa se podría implantar dentro de una materia o se podría ofrecer aparte como curso de extensión académica. De cualquier forma, se recomienda que los textos sean significativos para ellos, es decir, que sean textos que los mismos alumnos estén leyendo en la preparación de sus tareas.

Castañeda falta año para seguir el formato, realiza una investigación cuyos objetivos fueron: 1) explorar la estructuración de la redes de conocimiento que generan estudiantes del nivel de Enseñanza Superior a partir de la lectura de textos de contenido científico, mediante la investigación experimental y neurocomputacional simulada; 2) desarrollar una tecnología educativa que sirva para evaluar si la representación estructural del conocimiento que poseen los estudiantes sobre una materia, antes de leer un texto al respecto y 3) evaluar la efectividad de dos formatos de representación semántica reticular para la modelización neurocomputacional (Sánchez, 2003).

Mezquita (1998), analiza los efectos de dos estructuras textuales y dos contextos de recuperación sobre la comprensión de un texto de historia. (cit. en Sánchez, 2003 considero sería conveniente omitir volver a referenciar el trabajo).

Rojas, et al. (1992), presentan una serie de estudios sobre el desarrollo de procesos autorregulatorios para la comprensión y aprendizaje de textos narrativos y expositivos en niños de primaria (cit. en Sánchez 2003 considero sería conveniente omitir volver a referenciar el trabajo).

Altamirano (1997) presenta una investigación que intenta explicar cómo los resultados concretos de lectura dan cuenta de procesos distintos de construcción de significados por parte de cada lector.

Uno de los hallazgos más interesantes es que este investigador pudo constatar que una misma respuesta, no esperada, aparentemente errónea, fue producida por varios estudiantes de distintas escuelas (cit. en Sánchez, 2003 considero sería conveniente omitir volver a referenciar el trabajo), contenido científico no entiendo esta parte, mediante la investigación experimental y neurocomputacional simulada; 2) desarrollar una tecnología educativa que sirva para evaluar la representación estructural del conocimiento que poseen los estudiantes sobre una materia, antes de leer un texto al respecto y 3) evaluar la efectividad de dos formatos de representación semántica reticular para la modelización neurocomputacional (cit. en Sánchez, 2003) considero que si usted menciona que fue Altamirano quien hizo estas afirmaciones, no es necesario decir que lo dice Sánchez, tal vez valdría la pena buscar la referencia o si no, igual no mencionar que está en Sánchez .

Mezquita (1998), analiza los efectos de dos estructuras textuales y dos contextos de recuperación sobre la comprensión de un texto de historia. (cit. en Sánchez, 2003).

Rojas et al. (1992) presentan una serie de estudios sobre el desarrollo de procesos autorregulatorios para la comprensión y aprendizaje de textos narrativos y expositivos en niños de primaria (cit. en Sánchez 2003).

Altamirano (1997) presenta una investigación que intenta explicar cómo los resultados concretos de lectura dan cuenta de procesos distintos de construcción de significados por parte de cada lector. Uno de los hallazgos más interesantes es que este investigador pudo constatar que una misma respuesta, no esperada, aparentemente errónea, fue producida por varios estudiantes de distintas escuelas (cit. en Sánchez, 2003), 3.

Las estrategias metacognitivas puestas en juego. Está repetido

Los resultados encontrados fueron:

- A) El 46% de los estudiantes ha encontrado algún obstáculo que dificulta la comprensión del texto.
- B) Solamente el 32% de los alumnos encuestados detecta la contradicción introducida en el texto.
- C) Los porcentajes de desconocimiento por parte de los alumnos son muy altos en ingeniería y los profesados en física y química, pero notablemente más bajos en Geografía.

Maturano C., et al. (2006) analizaron cómo tres grupos de estudiantes de diferentes edades y niveles educativos, ponen en marcha estrategias de evaluación y regulación de la comprensión al leer un texto instructivo de Física que presenta una dificultad, entre los resultados encontraron que los estudiantes: sugiero que siga siempre el mismo formato, es decir, los resultados anteriores se enumeraban con incisos y ahora los pone con número.

1. Muestran desempeños diferentes en los sujetos que realizaron las pruebas en cuanto a la evaluación y regulación de la comprensión.
2. Gran proporción, realizaron una evaluación inadecuada de su comprensión.
3. A medida que aumenta la edad, disminuye el porcentaje de alumnos que no detecta la falta de información aunque manifiesta que el texto se entiende bien
4. A medida que aumenta la edad y el nivel de formación, se incrementa el número de alumnos que detectan el problema y la actitud deseada que consiste en darse cuenta de la falta de información y rechazar el texto por no ser comprensible.



Massone y González (2006), realizaron el análisis del uso de estrategias cognitivas de aprendizaje en estudiantes de noveno año de educación general básica. Como objetivos se propusieron:

1. Evaluar el uso, que hacen los estudiantes de noveno año, de estrategias cognitivas facilitadoras del aprendizaje escolar.
2. Determinar las estrategias que usan con mayor frecuencia y aquellas de menor uso. Y los resultados encontrados en la población estudiada fueron que las estrategias más beneficiadas en cuanto a frecuencia de uso son las de recuperación de información, es decir, de búsqueda de información en la memoria, con un puntaje promedio de 44.79 puntos sobre un puntaje máximo de 72 puntos. La estrategia más deficitaria es la de codificación de la información con un puntaje promedio de 100.64 sobre un máximo de 184 puntos.

## Metalectura

### Antecedentes

Boden (1994), afirma que uno de los desarrollos científicos más significativos de los últimos años ha sido el surgimiento de la ciencia cognitiva. Su objetivo es explicar el comportamiento inteligente, es decir, el comportamiento dirigido por metas y propósitos, en virtud del funcionamiento cognitivo de la mente.

La ciencia cognitiva o ciencia de la mente surge a finales de los setenta y su propósito es estudiar la naturaleza de la inteligencia humana y los procesos mentales que se realizan en su interior. Gardner (1992), la define como un empeño contemporáneo de base empírica para responder a interrogantes epistemológicos, en particular a aquellos vinculados a la naturaleza del conocimiento.

Se dice en Phillip (1996), que antes de la existencia de la ciencia cognitiva los campos de estudio que daban luz sobre los procesos antes mencionados estaban sectorizados, es decir, eran estudiados por diversas ramas del conocimiento, por lo que se puede decir que esta ciencia nació como un esfuerzo interdisciplinario de investigadores de diversas disciplinas tales como la lingüística y la psicología cognitiva, algunas de las cuales ahora se han convertido en áreas que forman parte de este novedoso campo de estudio. Se dice en Ramos (1993), que la nueva ciencia busca unir los conocimientos de varias ramas de estudio con la finalidad de crear una ciencia que englobe más conocimientos cuyo poder de explicación sea mayor. La ciencia cognitiva tiene como objeto de estudio los procesos cognitivos, que se definen como procesamiento de información. El procesamiento de información se refiere a la transformación de una señal física o estímulo exterior en señal eléctrica, la cual desencadena a nivel cerebral una representación mental la cual indica que efectivamente se cuenta con esta primera señal. De esta manera, el concepto de representación se vuelve central dentro de la ciencia cognitiva (Sánchez, 2003).

Ramos (1993), explica que existen muchas fuentes más o menos indirectas de la ciencia cognitiva como las teorías de los psicólogos de la Gestalt y la epistemología genética de Piaget, que sirvieron a algunos psicólogos cognitivos de antídoto contra los entonces predominantes modelos conductistas. Sin embargo, la obra de psicólogos como Vygotsky y Piaget sólo ha jugado un papel marginal en el desarrollo de la ciencia cognitiva, de índole claramente anglosajón, y su importancia ha sido un tanto subvalorada.

Las raíces de la ciencia cognitiva se remontan muy atrás, los años de la post guerra fueron especialmente importantes en el surgimiento de la misma. Científicos de diversas disciplinas se reunieron en múltiples simposios para intercambiar ideas sobre los mecanismos cerebrales, los posibles alcances de las nuevas máquinas computadoras, las complejidades de las capacidades cognoscitivas de los seres humanos y la viabilidad de desarrollar una teoría de los procesos cerebrales fundada sobre los modelos computacionales.

El año 1956 fue especialmente importante para aquellos interesados en el estudio de los procesos cognitivos, y ha sido reconocido por H. Simon, G. Miller y otros como la "fecha oficial" del nacimiento de la ciencia cognitiva.

Gardner, (1992) hace un recuento de las actividades de esos años, entre ellas el simposio Hixon sobre "Los mecanismos cerebrales de la conducta".

En este simposio tomaron parte, entre otros, el matemático J. Von Neumann con una ponencia sobre la analogía funcional entre el cerebro y la computadora digital; W. McCulloch que presentó un trabajo sobre la estructura lógica de las redes neuronales y el psicólogo K. Lashley que criticó el esquema de estímulo-respuesta de los conductistas y sostuvo la necesidad de un nuevo marco explicativo en que se postulan estructuras mentales jerárquicas que den cuenta de las complejas facultades humanas.

Ramos (1993), habla que Piaget y Vigotsky abordaron el desarrollo cognitivo, como un proceso evolutivo, pero para el último su razón de ser estaba en lo cultural, específicamente en construcciones sociales como el lenguaje, el juego y el trabajo.

Ambos han tenido un fuerte impacto en la psicología cognitiva, generando posturas diversas respecto a lo que son los procesos de desarrollo y aprendizaje.

Gracias a estos procesos ¿a cuáles procesos se refiere? los individuos conocen, actúan, aprenden y se apropian de su entorno, se posicionan ante él e interactúan con sus semejantes.

Siguiendo con este procesamiento de información que, como se mencionó, involucra la entrada de una señal física que se va transformando en distintas etapas hasta dar como resultado un significado textual, discursivo, argumentativo o pragmático.

Romero (2003) define metalectura como el conocimiento que tenemos sobre la lectura y las operaciones mentales implicadas en la misma, para qué se lee, qué hay que hacer para leer, qué impide leer bien, qué diferencia hay entre unos textos y otros.

Macias et al. (2007) menciona que las estrategias de metalectura actúan para regular la comprensión lectora, lo cual implica el conocimiento de la finalidad de la lectura (para qué se lee) y la autorregulación de la actividad mental (cómo se debe leer para lograr ese objetivo y cómo controlar la actividad mental de una forma determinada y hacia una meta concreta). El desconocimiento de estos aspectos por parte del lector hace que se produzca el fracaso cuando se enfrenta a la lectura.

Por su parte Matos (2002) afirma que la metalectura alude al conjunto de conocimientos que el lector posee sobre la lectura y sobre los propios procesos mentales que se utilizan para leer.

La metacompreensión es la reflexión que el lector hace de su proceso de la lectura para determinar qué tanto sabe o comprende de algo, cómo lo comprende y cómo evalúa su comprensión ante un texto.

### **Metodología**

Para acceder a las herramientas metacognitivas que utilizan los estudiantes en el proceso de lectura, fue necesario utilizar una metodología predominantemente cualitativa para recabar los datos. Este estudio es descriptivo exploratorio. Es una réplica parcial del estudio realizado en Argentina por Maturano et al. (2002) con estudiantes universitarios de carreras como Geografía, Física, Química, Ingeniería Química y Bioingeniería. Los objetivos de este estudio fueron de tipo descriptivo exploratorio y se presentan a continuación:

- Describir y analizar cómo llevan a cabo el proceso de lectura los estudiantes de 2°, 3°, y 5° cuatrimestre, los grupos de segundo y tercero son del turno vespertino y los de 5° del turno matutino.
- Describir y analizar si los estudiantes de 2°, 3°, y 5° cuatrimestre, si utilizan alguna estrategia, o no, durante el proceso de lectura
- Describir y analizar si dicha estrategia da resultados exitosos o no, en la comprensión de la lectura.

Los nueve alumnos de 2° cuatrimestre del turno vespertino que participaron en el estudio fueron aquellos que llegaron puntualmente a sus clases, los quince de 3° cuatrimestre del turno vespertino, veintidós alumnos del 5° cuatrimestre del turno matutino, formando así un grupo del último cuatrimestre y un grupo del turno matutino y poder buscar posibles diferencias.

Cuando se les pidió que participaran en esta investigación sólo un alumno se negó argumentando que a él no le gusta contestar cuestionarios, los del 2° cuatrimestre que no participaron fue por que llegaban directo a clases y no tenían tiempo de contestar encuestas, todos los demás se mostraron muy colaborativos.

De los cuarenta y seis alumnos participantes, la mitad eran del sexo femenino y la otra mitad del masculino, con un promedio de edad de 22 años, la máxima de 25 y la mínima de 19 años. Así mismo, en promedio sus padres estudiaron la preparatoria y sus madres la primaria. Los sujetos fueron seleccionados de manera intencional tratando que los grupos se formen con igual cantidad de hombres y mujeres y que provengan de familias de nivel económico educativo similar.

Los alumnos que participaron en esta investigación cursaron la educación media superior en diversas preparatorias con una preparación muy heterogénea y muchos no habían tenido contacto con textos relativos a la ingeniería Industrial.

### **Instrumentos**

Para llevar a cabo esta investigación se pidió a los sujetos de estudio la lectura de un texto expositivo o científico, con la finalidad de identificar las estrategias utilizadas para la comprensión del texto. Las características de dicho texto fueron las siguientes: texto expositivo sin título de 375 palabras, el cual versa sobre un tema de particular interés vinculado al contexto técnico. La consigna de la prueba exigió a los estudiantes señalar cuál era el tema de la lectura, identificar el párrafo que contenga la idea fundamental de la lectura. Para esta investigación se escogió un texto expositivo. Los textos expositivos son característicos de la mayoría de los textos de ciencias.

Los alumnos de nivel universitario usan dichos textos para estudiar.

### **Cuestionario**

Se diseñó un instrumento para evaluar la comprensión de ideas principales y para explorar estrategias de metalectura en un texto expositivo. Se retomaron cuatro preguntas del cuestionario utilizado por Maturano et al. (2002) de 14 preguntas abiertas y cerradas se indagó sobre: la habilidad que tiene el sujeto para comprender lo que lee.

### **Desarrollo**

El cuestionario se entregó a cada participante en los tiempos libres que se daban entre clases, se les explicaba qué se trataba de una investigación para una tesis de maestría y se pedía que lo contestaran voluntariamente.

Se dieron las instrucciones de manera oral y escrita, se platicaba con el grupo y se les pedía que contestaran lo mejor que pudieran el cuestionario que se les había entregado.

Se señalaba que podían tomar el tiempo que consideraran necesario. Se les pedía que leyeran cuidadosamente el texto, siempre se les pidió la participación voluntaria y en todo este proceso solo una persona se negó a contestar el cuestionario por considerar que eso no tenía nada que ver con su carrera ni con las razones por la que asistía a la universidad. Los demás participaron de manera entusiasta y están en espera de conocer los resultados.

Para aplicar el cuestionario se tomó un grupo de la mañana y dos de la tarde para aplicarlo a informantes que cursaban distintos cuatrimestres y en diferentes turnos.

### **Resultados**

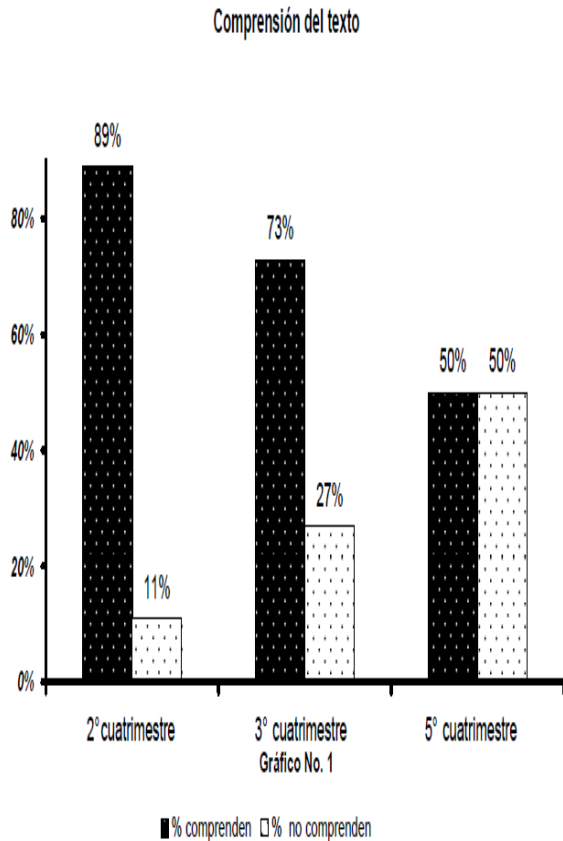
Las primeras cuatro preguntas del cuestionario sirvieron para calificar si el alumno comprendió lo que leyó, la pregunta cinco y seis para saber si encontró alguna contradicción en la lectura; De forma que quien identificó las 4 ideas se le asignaron 10 puntos, quien identificó 3 ideas se le asignó una puntuación de 7.5 a quien identificó solo 2 se le asignaron 5 puntos los que identificaron una idea obtuvieron 2.5. Se consideró que hubo comprensión de lectura en aquellos sujetos que obtuvieron una puntuación entre 7.5 y 10 y que además identificaron la contradicción contenida en el texto. Las preguntas directas se graficaron y los resultados y conclusiones se muestran en el capítulo cinco,

Las preguntas abiertas se agruparon de acuerdo a las semejanzas de las respuestas y también se muestran en el capítulo siguiente.

### **Análisis de Resultados**

En el presente capítulo se presenta análisis cualitativo y cuantitativo de los datos obtenidos, y cuando existe alguna coincidencia con las investigaciones revisadas se hace notar.

Para precisar la comprensión de lectura se determinaron las cuatro ideas básicas del texto. De forma que quien identificó las 4 ideas se le asignaron 10 puntos, quien identificó 3 ideas se le asignó una puntuación de 7.5 a quien identificó solo 2 se le asignaron 5 puntos los que identificaron una idea obtuvieron 2.5. Se consideró que hubo comprensión de lectura en aquellos sujetos que obtuvieron una puntuación entre 7.5 y 10 y que además identificaron la contradicción contenida en el texto.



Como se muestra en el gráfico No. 1 al calificar la comprensión de la lectura, el 89 % de los alumnos de segundo cuatrimestre obtuvieron calificación aprobatoria.

De los sujetos de 3° cuatrimestre, el 73% comprendieron lo que leyeron, y los alumnos de 5°, cuatrimestre, comprendieron el texto sólo el 50 %, en promedio. Al promediar los porcentajes de los tres grupos se obtiene que el 71% de los sujetos comprendieron lo que leyeron, de acuerdo a los criterios antes mencionados.

Llama la atención los datos obtenidos por los alumnos de 5°, ya que debido a mayor tiempo de escolarización supone mayor experiencia académica, por lo cual se esperaría un resultado mayor respecto a los de 2o. cuatrimestre, sin embargo, no fue así. Los de 2° cuatrimestre obtuvieron el mayor porcentaje de calificación en comprensión.

Tal hecho pudo haberse debido a diferentes factores; por ejemplo tal vez los alumnos de 2° cuatrimestre pusieron más atención al contestar el instrumento, o a pesar de tener apenas cuatro meses en la Universidad Tecnológica están mejor preparados académicamente. Otra posible causa es que tal vez la clase que cursaron durante el primer cuatrimestre denominada “expresión oral y escrita” les desarrolló habilidades para la comprensión de textos. Debido al objetivo e instrumentos utilizados en esta investigación se llegó a la conclusión que la mayor escolaridad por sí misma no es un factor determinante para suponer una mejor comprensión de lectura. En el caso de los alumnos de 3° tienen un porcentaje de 73% de lectores que comprendieron el texto. Coincide con lo que afirma López (2003) en relación a que la mayoría de los estudiantes de estos grados son capaces de identificar “expresión oral y escrita” les desarrolló habilidades para la comprensión de textos.

Debido al objetivo e instrumentos utilizados en esta investigación se llegó a la conclusión que la mayor escolaridad por sí misma no es un factor determinante para suponer una mejor comprensión de lectura. En el caso de los alumnos de 3° tienen un porcentaje de 73% de lectores que comprendieron el texto. Coincide con lo que afirma López (2003) en relación a que la mayoría de los estudiantes de estos grados son capaces de identificar información específica de un texto, sin embargo, son menos los que logran comprender el mensaje. En este caso en promedio el 71% de los alumnos encuestados comprendieron el texto, pues las preguntas de comprensión las contestan correctamente pero al parecer no comprenden la totalidad del texto pues no encuentran la contradicción que se insertó en el mismo.

Los resultados de los alumnos de 5° cuatrimestre son inesperados por tener mayor escolaridad y por ende mayor experiencia de lectura, se esperaba observar una mejoría en la habilidad de comprensión de lectura. No apreciarla, invita a pensar que quizá la formación que la escuela ofrece a los alumnos no está dando las suficientes herramientas técnicas, o tal vez sea la falta de exigencia académica y/o práctica para mejorar como lector. Lo cual coincide con Carrasco (2003) quien dice que los procedimientos tradicionales de enseñanza y evaluación en la escuela no contribuyen a desarrollar habilidades lectoras los estudiantes cuentan con escasa experiencia para ubicar información específica, relacionar las ideas al interior y al exterior de los textos y para identificar puntos de vista diferentes sobre un mismo tema.

Como se muestra en el gráfico No.2 el 40.2 % del total de los alumnos encuestados encontraron la contradicción, de éstos los del grupo de 2° sólo el 44.4% encontró la contradicción por lo que se pudiera deducir que el 89% que comprendió la lectura son alumnos que sólo saben encontrar datos, pero no comprenden lo que leen coincidiendo con López (2003) respecto a que al parecer los alumnos sólo saben encontrar datos, pero no comprenden el texto en su totalidad. Llama la atención que el 53% de alumnos del grupo de 3° encontró la contradicción. Con lo que se podría afirmar que son los mejores lectores pues al examinar los porcentajes de los que comprenden con los que encuentran la contradicción se colocan como el mejor grupo.

Alumnos que encontraron la contradicción del texto

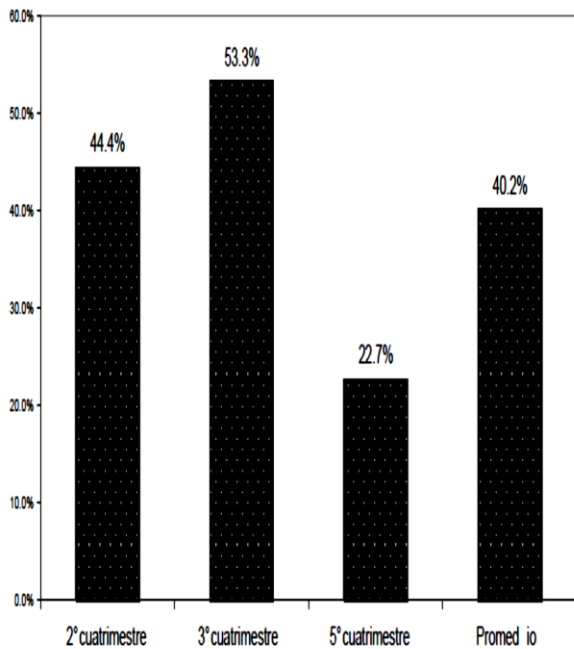


Gráfico No.2

Encontraron la contradicción vs aprobaron

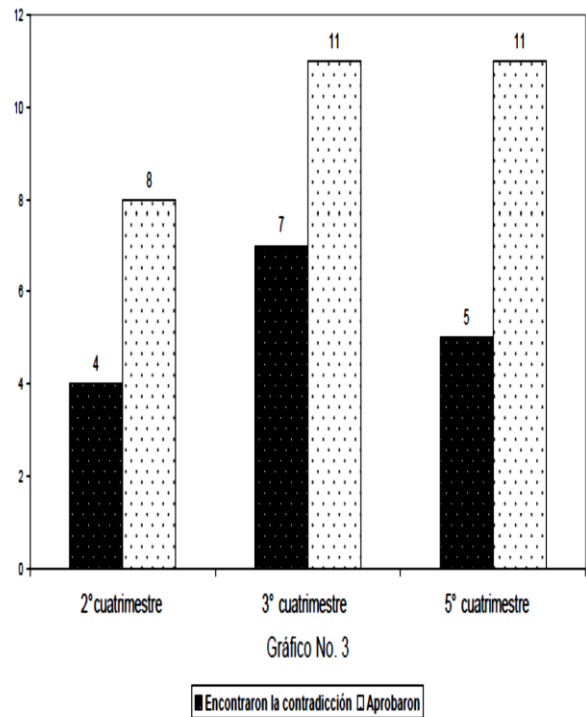


Gráfico No. 3

En el gráfico No. 3 se aprecia que el 50% de los sujetos de 2° cuatrimestre que obtuvieron aprobado en comprensión de lectura encontraron la contradicción; de los de 3° el 64% encontraron la contradicción que fue el porcentaje más alto de los grupos participantes pero sólo el 73 % aprobaron en comprensión de lectura, y finalmente de los de 5°, el 45% de los que aprobaron comprensión encontraron la contradicción.

Se indica con blanco aquellos alumnos que obtuvieron una calificación aprobatoria interpretada como comprensión de las ideas principales del texto y en negro aquellos que encontraron la contradicción .Aquí tenemos una verdadera sorpresa pues los alumnos de 5° son los más bajos en ambos conceptos, aprobaron y encontraron la contradicción cuando sería lógico esperar que fueran los mejor calificados, con los datos que tenemos de la investigación no nos es posible determinar la causa de este hecho.

En el gráfico No. 4 se observa que lo que más hacen los estudiantes para prepararse para la lectura es mirar la hoja, éstos representaron el 58%, el 49% en promedio dicen leer el título, sólo el 2.2 % manifiesta haber establecido un objetivo. Sólo identifican 2 estrategias que puede favorecer la comprensión de lectura (mire la hoja y leí el título), sin embargo, es importante señalar que aunque un porcentaje importante manifestó haber leído el título que es una acción de planeación, en este caso, resulta que el texto que se utilizó como instrumento no tiene título. Tal vez, hayan contestado lo que generalmente hacen, pero no lo que hicieron con el instrumento que se les dio en esta investigación.

**Conclusiones**

Los datos obtenidos permitieron cumplir con el objetivo general de esta investigación que fue explorar las principales estrategias de metalectura que utilizan los alumnos de la Universidad Tecnológica de Querétaro. Ya que el aprendizaje de estrategias metacognitivas es uno de los requerimientos más importantes para el desenvolvimiento personal en cualquier acción en la vida cotidiana, por lo que se debe concientizar a los alumnos a reflexionar sobre cuáles son sus propios procesos de aprendizaje, de cómo funcionan y cómo optimizar su funcionamiento y el control de dichos procesos.

Es decir, que aprendan a Identificar las principales estrategias de metalectura que los ayuden a comprender al leer un texto expositivo, Flavell (1996) afirma que la función principal de una estrategia cognitiva es ayudar a alcanzar la meta de cualquier empresa cognitiva y una estrategia metacognitiva tiene como función informar sobre la empresa o el propio progreso.

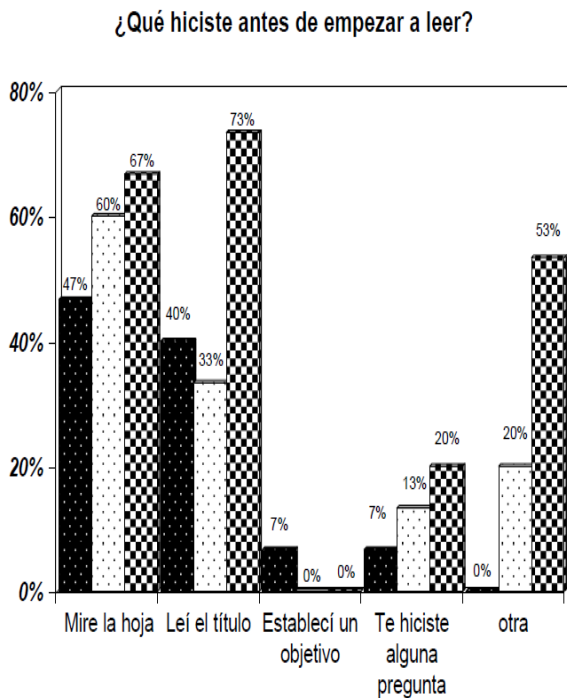
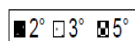


gráfico no. 4



Las primeras ayudan a hacer un progreso cognitivo y las segundas a controlarlo, actualmente de acuerdo con esta investigación, solamente el 40% de los alumnos participantes en esta investigación comprenden lo que leen por lo que es perentorio motivarlos a usar estrategias de metalectura.

Para encontrar cuales son las estrategias utilizadas por los alumnos participantes en esta investigación utilizamos un cuestionario pues de acuerdo con Maturano et al. (2002) Diversos investigadores postulan el uso de cuestionarios para estudiar el procesamiento que hacen los alumnos de la información del texto Atendiendo a estos antecedentes, formulamos las preguntas 1, 2, 3 y 4 con el objeto de conocer la información que los estudiantes han obtenido del texto.

En el texto que proporcionamos introducimos una contradicción en una de las oraciones a fin de evaluar si los alumnos hacen una lectura crítica. El texto figura en el anexo. El porcentaje de alumnos que manifiesta haber encontrado contradicción en el texto es de 44% este bajo porcentaje podría deberse a que si el maestro entrega algo escrito el alumno espera que siempre sea algo cierto es decir nunca piensa que le va a dar algo incongruente, Pero esto no ayuda a los alumnos a ser críticos pues los llevaría a suponer que todo lo escrito esta bien y a no practicar la metalectura.

Cuando se pregunta si utiliza la misma estrategia para leer los textos expositivos y la novelas la mitad dice que si usa la misma estrategia, y la otra mitad dice que no, los que dicen utilizar la misma estrategia argumentan que en general utilizan la misma estrategia lo que hace pensar que no conoce las estrategias o no han podido diferenciar un libro de otro y esto en si no sería malo, pero implica que no está preparado para leer para aprender.

Y si a lo largo de la carrera no mejora va a salir con serias deficiencias.

Se identificó que los alumnos al leer utilizan tres estrategias principales:

\_ Concentrarse al leer, los alumnos refieren la forma como prestan atención a la lectura, concentrarse implica evitar todo aquello que les impide prestar toda su atención. Al acto de leer Burón (1993) explica que si se regulan las distracciones es porque conocemos cómo funciona nuestra atención, y entonces se está controlando y regulando ésta (estrategias metacognitivas).

\_ Distinguir las ideas principales, Los alumnos expresaron que para distinguir las ideas principales lo primero que hacen es tratar de comprender de qué se trata la lectura, luego identifican el tema y subrayan lo más importante de cada párrafo. Morles (1991), cuando se refiere a las estrategias generales y específicas dice que estas últimas, pueden ser utilizadas para resolver problemas concretos de la comprensión, una de las estrategias específicas es la de precisar las ideas principales de un texto. Burón (1999), afirma que un elemento importante de la metalectura es el conocimiento de la finalidad por la que leemos, lo es porque el objetivo de lo que se busca al leer determina como se lee; no leemos de la misma forma para pasar el tiempo que para preparar un examen, el conocimiento de la finalidad determina cómo se regula la acción de leer.

\_ Releer, los alumnos explican que al releer lo hacen más lentamente, poniendo más atención a los párrafos que no entendieron en una primera lectura, Morles (1991) se refiere a dos tipos de estrategias las generales y las específicas. Las generales son las que resuelven eficazmente varios tipos de problemas. Entre estas estrategias se encuentra la de releer, ya sea todo el texto o una parte de él, para ubicar algún problema en la lectura y darle solución.



Las diferencias entre los grupos es de edad y nivel de conocimientos ya que los de 5° tienen mayor trayectoria académica sin embargo al explorar si existe relación entre estrategias de lectura y nivel de comprensión de un texto expositivo se encontró que los lectores expertos y los novatos dicen que utilizan las mismas estrategias pero sus resultados son diferentes, Es decir la diferencia de edad y académica parecen según los datos obtenidos no influir en el nivel de comprensión.

Se puede decir que los tres grupos utilizan las mismas estrategias con un porcentaje mínimo de diferencia entre ellas, pero no se puede afirmar que las utilicen de la misma manera, Morles (1991) dice que el uso de las estrategias depende de cada lector, la diferencia parece radicar en la forma como utilizan la estrategia se puede decir que los que aprueban la evaluación de comprensión que se les realizó emplean las estrategias de manera más eficiente, lo que les permite aumentar su comprensión. Los alumnos que no aprueban el examen dicen que utilizan las mismas estrategias, sin embargo su uso no los lleva a una buena comprensión pues al parecer no las emplean de manera eficiente.

Coincidimos con Maturano et al (2002), quienes concluyen que el análisis de los resultados de la prueba ha permitido recabar información sobre la forma en que los estudiantes universitarios utilizan algunas estrategias cognitivas y metacognitivas. Los resultados, en general, muestran que la comprensión del texto es limitada y, por lo tanto, no está acorde con lo que se esperaría para alumnos de este nivel en lo que se refiere a la manera de comprender y extraer información de un texto expositivo.

Proponer actividades cognitivas y de metalectura a partir de textos expositivos nos permitirá contribuir al desarrollo de ciertas competencias lectoras de nuestros alumnos

Creemos que es importante, para la comprensión y aprendizaje que logren los alumnos a partir de los textos, que realicen un buen uso de estrategias metacognitivas. La utilidad de la aplicación de las mismas está en función de que el alumno logre evaluar y regular su propia comprensión. Consideramos que los mecanismos que se ponen en juego en estos procesos hacen necesario que los docentes nos comprometamos activamente instruyendo a los estudiantes en la adquisición e implementación de estrategias que apunten a un dominio en los aspectos cognitivos y metacognitivos, ambos estrechamente vinculados.

### Referencias

- Anderson, J. R. (1983): "The architecture of cognition", Cambridge, Harvard University Press. Antecedentes <http://cgut.sep.gob.mx/>
- Areiza, R. Restrepo H, (1999) "Metacognición y estrategias lectoras", Educar. Revista de Educación / NUEVA ÉPOCA NÚM. 8
- Baker, L. (1994). "Metacognición, lectura y educación científica, en Minnick
- Santa, C. y Alvermann, D.E. (comp.). Una didáctica de las ciencias", procesos y aplicaciones. Argentina: Aique.
- Boden, M. (1994). Filosofía de la Inteligencia Artificial. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bravo, L., (1999), "Lenguaje y dislexias enfoque cognitivo del retardo lector", 3a ed. México Alfa omega
- Brown A. (1986). . "The Role of Metacognition in Reading and Studying,

Reading Comprehension: From Research to Practice. Ora, J. (ed.). Nueva York. LEA: Hillsdale.

Brown, A., (1978) “De Loacche, Skills, plans, and self-regulation”, en R. S. Siegler (ed.), Children’s Thinking: What Develops, Lawrence Erlbaum, Hillsdale

Bruner, J. (1972), “Hacia una teoría de la instrucción”, Ediciones Revolucionarias, Cuba.

Burón, J. (1993). “Enseñar a aprender: introducción a la metacognición”.España: Mensajero.

Caldera R 2007 EDUCERE El enfoque cognitivo de la escritura ISSN: 1316 - 4910 • Año 11, N° 37 • Abril - Mayo - Junio, 2007

Carrasco A. (2003) “La escuela puede enseñar estrategias de lectura y promover su regular empleo”, Revista Mexicana de Investigación Educativa “Sección temática lectura”, Vol. VIII núm. 17

## Diseño hacia el Mantenimiento

SALAS, Alejandro †

*Universidad Tecnológica de Querétaro, Av. Pie de la cuesta #2501, División Industrial, Unidad Nacional, Querétaro, Qro., México C.P. 76148.*

Recibido Junio 26 2015; Aceptado Octubre 17, 2015

### Resumen

En la historia de los esfuerzos de industrialización han hecho que cada vez más fácil de mantener correctamente y en el menor tiempo posible, sin embargo, los diseñadores saben muy poco mantenimiento, además de las metodologías tratan poco o nada la parte de mantenimiento y los directivos mantienen son los que conocen el funcionamiento de la producción líneas y máquinas, se limitan al hacer su trabajo por el requisito de que las líneas de máquinas y de producción deben estar en funcionamiento en el menor tiempo posible. Esto hace que los técnicos de mantenimiento se limitan a hacer cambios en los componentes y / o reparaciones sencillas, sin pensar, la mayoría del tiempo en hacer mejoras en la maquinaria y / o proceso. La importancia que el diseñador tiene experiencia en el área de mantenimiento se vuelve cada vez más importante. En este artículo será la importancia del valor del conocimiento de todas aquellas prácticas que tienen mantenedores, por lo que, se considera que si el diseñador tiene conocimiento de mantenimiento establecer procedimientos sencillos de aplicar para la conservación de equipos y líneas de producción.

**Mantenimiento, Diseño, Requerimientos, Procesos, Producto**

### Abstract

In the history of industrialization efforts have been made that increasingly more easier to maintain properly and in the shortest time possible, however, designers know little maintenance besides the methodologies treat little or nothing the maintenance part and managers maintain are those who know the operation of production lines and machines, are limited in doing their work by the requirement that the machine and production lines should be operational in the shortest possible time . This makes maintenance technicians are limited to make changes in components and / or simple repairs, without thinking, most of the time on making improvements to machinery and / or process. The importance that the designer has experience in the area of maintenance becomes increasingly important. This article will be the importance of the value of the knowledge of all those practices that have maintainers, so, it is considered that if the designer has knowledge of maintenance establish simple procedures to apply for the preservation of equipment and production lines.

**Maintenance, Design, Requirements, Process, Product**

**Cita:** SALAS, Alejandro. Diseño hacia el Mantenimiento. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. 2015, 2-5: 256-262

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En la historia de la industrialización se han hecho esfuerzos por que cada vez más, sea más sencillo el dar mantenimiento de manera adecuada y en el menor tiempo posible, sin embargo, los diseñadores poco conocen de mantenimiento además de que las metodologías tratan poco o nada la parte de mantenimiento y los encargados de dar mantenimiento son los que conocen el funcionamiento de líneas de producción y máquinas, se ven limitados en hacer su trabajo por la exigencia de que la máquina y líneas de producción deben estar en funcionamiento en el menor tiempo posible. Esto hace que los técnicos de mantenimiento se limiten a hacer cambios de componentes y/o reparaciones sencillas, sin pensar, la mayoría de las veces en hacer mejoras a las máquinas y/o proceso. La importancia de que el diseñador tenga experiencia en el área de mantenimiento se vuelve cada vez más importante. En este artículo se verá la importancia del valor que tiene el conocimiento de todas aquellas prácticas que tienen los encargados del mantenimiento, por lo que, se considera que, si el diseñador tiene conocimientos de mantenimiento establecerá procedimientos sencillos de aplicar para la preservación de los equipos y líneas de producción.

En la primera parte se hace un estudio entre las diferentes metodologías que presentan varios autores, seguido se contextualiza y se ve la relación que tiene el diseño y el mantenimiento en el proceso de fabricación de un producto. Finalmente se citan las características críticas que debe tener un diseñador.

## Teoría y Metodologías de Diseño

Los factores que intervienen en el diseño de un producto o línea de producción se ven influenciados por un sin número de actividades y puntos de vista. Uno de los factores más importantes es el cliente a quien va dirigido pues este determina cual el ambiente en que se deberá diseñar el producto o línea de producción, por ejemplo:

*“Fabricación para almacenamiento (conocida también por sus siglas en inglés, MTS, Make to Stock). Como sugiere el nombre de esta categoría, existen productos cuya fabricación llega a su forma final, y que se almacenan como productos terminados.*

*Armado bajo pedido (ATO, Assemble to Order). En este caso el cliente cuenta con mayor influencia sobre el diseño, toda vez que puede seleccionar varias opciones a partir de subarmados predefinidos.*

*Fabricación bajo pedido (MTO, Make to Order). Esta condición permite que el cliente especifique el diseño exacto del producto o servicio final, siempre y cuando en su fabricación se utilicen materias primas y componentes estándar.*

*Ingeniería bajo pedido (ETO, Engineer to Order) En este caso el cliente tiene prácticamente completo poder de decisión sobre el diseño del producto o servicio. En general, no se verá limitado a la utilización de componentes o materia prima estándar, sino que incluso podrá hacer que el productor le entregue algo diseñado “desde cero”.” [5]*

Por lo que los ambientes de diseño determinan la intención del diseño de la línea o producto, esta influencia también se ve reflejada en el tipo de proceso que se va escoger para el desarrollo del producto.

*“Proceso de trabajo. Los procesos de trabajo (o procesos de taller de trabajo) por lo general tienen como objetivo lograr flexibilidad.*

*Procesamiento por lotes o intermitente. Muchos de los centros de manufactura del mundo actual caen en esta categoría de “término medio”. El equipo tiende a ser más especializado que el de un taller de trabajo, pero lo suficientemente flexible para producir cierta variedad de diseños.*

*Procesamiento repetitivo o de flujo. Como el nombre lo indica, este tipo de infraestructura de proceso tiende a ser utilizada para un gran volumen de un rango muy estrecho de diseños.” [5]*

	Proceso de trabajo	Por lotes	Repetitivo
Equipo	De propósito general	Semiespecializado	Altamente especializado
Habilidad de la fuerza laboral	Altamente calificada	Semicalificada	No calificada
Enfoque administrativo	Solucionador de problemas técnicos	Liderazgo de equipos	Eficiencia (mantener el proceso funcionando)
Volumen de la producción por diseño	Bajo	Medio	Alto
Variedad de diseños producidos	Alto	Medio	Bajo
Entorno del diseño	ETO, MTO	MTO, ATO, MTS	ATO, MTS
Flujo del trabajo	Variable, desorganizado	Más definido	Altamente definido y fijo

En la tabla anterior se muestra un resumen de las categorías de proceso y su influencia en el diseño.

Otro factor importante en el diseño es quien va a realizar el trabajo, por tanto, es necesario conocer las medidas antropomórficas de quien va a realizar el trabajo este tipo de estudio lo toca Benjamin W. Niebel y Andris Freivalds de The Pennsylvania State University en su libro *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*,

Pasemos ahora a revisar algunas metodologías propuestas por algunos autores.

En su libro Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett titulado *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley* en su octava edición presenta la siguiente metodología.

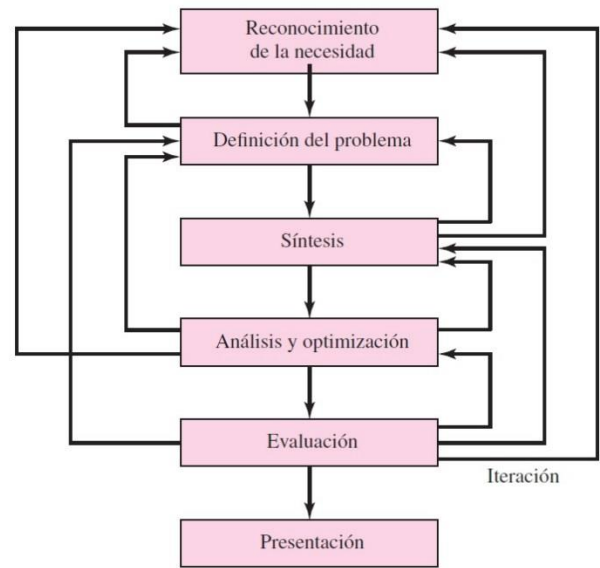


Figura 1 Fases del proceso de diseño que reconocen múltiples retroalimentaciones e iteraciones SHIGLEY [2]

Este procedimiento se presenta seis pasos que se deben de seguir para obtener un producto final.

Se inicia por el reconocimiento de las necesidades en este paso se asegura el diseñador de tener y especificar las necesidades del producto.

Se define el problema, en este paso de deben incluir todas las especificaciones completamente definidas..

La síntesis expresa el concepto con el cual se quiere dar solución a las necesidades. es de esperar que se encuentre muy íntimamente ligada con el análisis y optimización es por eso que aparece una iteración en este punto

En la evaluación se prueba el diseño para dar fe que cumple con los requisitos que se pidieron. De no cumplir con estos a veces se tendrá que regresar hasta el concepto

Finalmente la presentación de producto.

Otro libro que propone una metodología de diseño es *Diseño Maquinas* de A. S. Hall, A. R. Holowenco y H. G. Laughlin la cual se muestra a continuación. En esta obra el autor define el Diseño en Ingeniería como: "Es la creación de planos necesarios para que las maquinas, las estructuras, los sistemas o procesos desarrollen las funciones deseadas".

Además reconoce el siguiente proceso de diseño, (1) Reconocer una necesidad, (2) Desarrollo de concepto y análisis de concepto, (3) Diseño preliminar (4) Diseño de detalle. En la figura 2 se muestra una lista de requerimientos con los cuales debe de contar un buen diseño para un elemento mecánico.

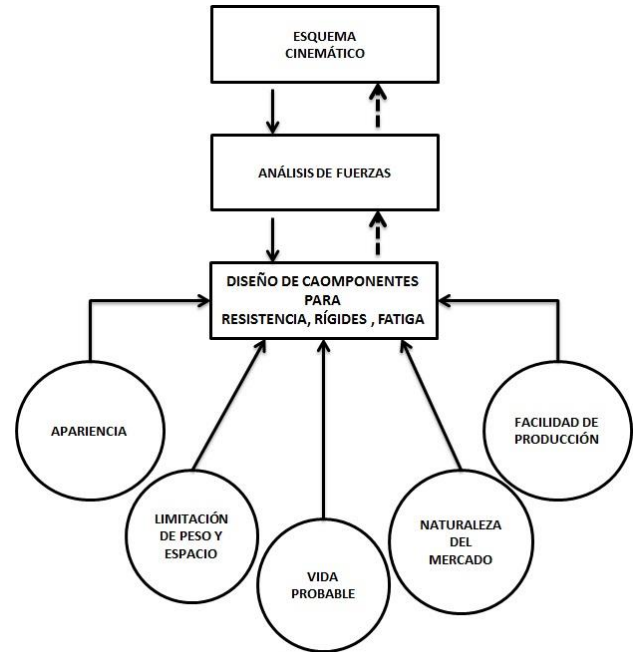


Figura 1 Metodología de Diseño A. S. HALL

En la figura 3 se muestra el proceso que proponen Aaron D. Deutschman, Walter J. Michels, Charles E. Wilson en su libro *Diseño de Máquinas - Teoría y Práctica*, En este procedimiento se contemplan todas las etapas que sigue un producto hasta la entrega como producto terminado, sin embargo, hasta este punto ninguno de los procedimientos estudiados no se menciona de manera directa la intervención del departamento de mantenimiento.

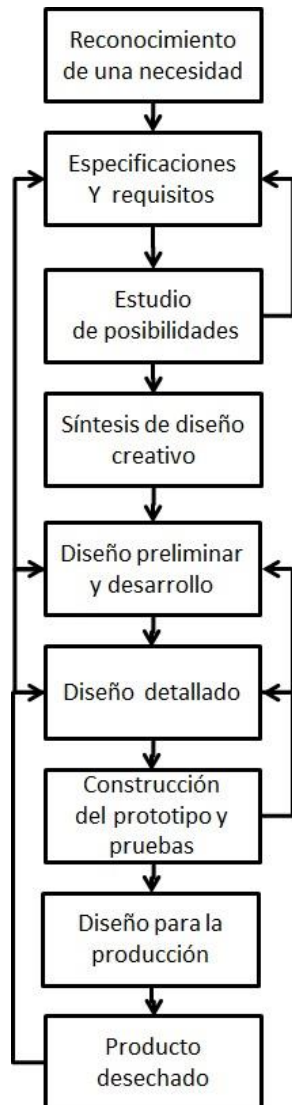
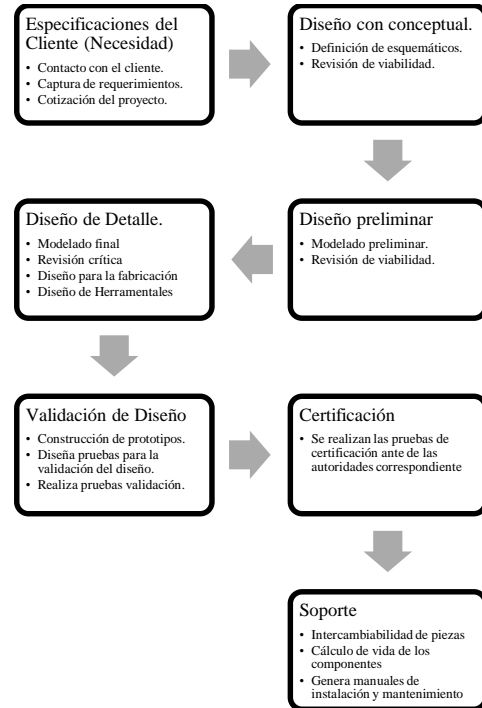


Figura 3 Diagrama de flujo en el diseño [1]

En general los procedimientos que se presentan en la literatura se terminan cuando el producto es presentado. Apenas hace algunos pocos años en la industria aeronáutica y automotriz se dio el concepto de soporte, donde se introduce en el procedimiento de diseño el concepto de mantenibilidad puesto que en aeronáutica se necesita calcular la vida de los componentes, para que cuando estos estén cerca del término de su vida calculada se programe el cambio de la parte.

Es importante mencionar que si se deja un componente que ya ha cumplido su vida útil

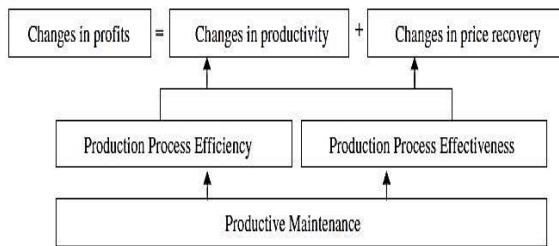
puede ocasionar daños catastróficos y hasta muertes debido a la falla del componente y/o mal funcionamiento.



En este procedimiento ya se tiene el apartado de soporte donde se establece que la piezas deben ser intercambiables, debe de calcular la vida de los componentes críticos además de generar manuales de operación, instalación y mantenimiento.

Dejemos hasta aquí el estudio y análisis de procedimientos de diseño y veamos ahora los beneficios que una buena planeación del mantenimiento.

En la siguiente ilustración se muestra de manera clara como el mantenimiento intervine en los cambios en las ganancias.



**Figura 5** Modelo conceptual de afectación del mantenimiento en las ganancias [3]

### Metodología a desarrollar

Después de conocer como el mantenimiento tiene una injerencia directamente en las ganancias de la empresa resulta complicado entender, que no se le dé la importancia suficiente desde el procedimiento de diseño de productos y sistemas de producción.

De aquí debemos reconocer los requisitos que debe tener el ingeniero para apoyar a mejorar la productividad de una planta con un buen diseño hacia el mantenimiento ya que permitirá reducir los tiempos de paro y de mantenimiento aumentando la productividad.

### Resultados

Al analizar los procedimientos de diseño y los beneficios de un buen mantenimiento debemos incluir los requerimientos para el mantenimiento en los procedimientos y metodologías de diseño de planta y producto. Es importante mencionar que en el procedimiento de la figura 4 ya se incluye para productos, pero en el diseño de planta no se considera y solo depende la experiencia de los ingenieros.

### Conclusiones

Al incluir el mantenimiento en los procedimientos de diseño de proceso y producto se minimizaran los tiempos que el departamento de mantenimiento tarda en hacer una rutina de mantenimiento, se podrá elegir por equipo el tipo de mantenimiento de se hará en cada máquina y/o equipo, así mismo, se podrá diseñar un plan maestro para el proceso productivo el cual deberá contener de manera clara la interacción entre los dos departamentos.

Por lo que una de las características más importante de un buen diseñador es que deberá conocer los métodos de montaje y desmontaje de maquinaria, así como, los procesos productivos y todos los requerimientos la maquinaria instalada, esto hará que, en sus propuestas de diseño se contemplen estos aspectos que son de gran importancia para el mantenimiento.

### Referencias

1. Aaron D. Deutschman, Walter J. Michels, Charles E. Wilson. (1987). Diseño de Máquinas Teoría y Prácticas. México: Compañía Editorial Continental.
2. Benjamin W. Niebel, Andris Freivalds. (2009). INGENIERÍA INDUSTRIAL: MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V..



3. Imad Alsyouf. (7 Agosto 2003). The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability. ScienceDirect, Int. Production Economics, 105 (2007), 70-78. 19 May 2006, De ELSEVIER Base de datos.
4. Richard G. Budynas, J. Keith Nisbett. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V..
5. Stephen N. Chapman. (2006). Planificación y control de la producción.. México: PEARSON EDUCACIÓN.

## La formación dual como una estrategia para obtener mayores aprendizajes significativos y favorecer la competitividad. Una indagación exploratoria sobre elementos y contextos

TALAVERA-RUZ, Marianela, MAGAÑA-IGLESIAS, Rocío Edith, ARENAS-BERNAL, Erika Josefina, MONTALBÁN-LOYOLA, Edith

*Universidad Tecnológica de Querétaro, Av. Pie de la cuesta #2501, División Industrial, Unidad Nacional, Querétaro, Qro., México C.P. 76148.*

Recibido Junio 20 2015; Aceptado Octubre 10, 2015

---

### Abstract

Due to the disturbing need to close up the gap between school and companies, as well as to search for a more competent and competitive human capital, prepared with more relevant training and the right tools, the dual training is an alternative to generate human capital, fit to the context and requirements of the region. From qualitative research by content analysis and case study, this research seeks to identify the essential elements of a dual model in accordance with the demands and requirements of its main actors: universities, businesses and students, to increase, in the long term, their competitiveness.

**Dual training, dual education, alternating training, dual training models, model German**

---

**Citación:** TALAVERA-RUZ, Marianela, MAGAÑA-IGLESIAS, Rocío Edith, ARENAS-BERNAL, Erika Josefina, MONTALBÁN-LOYOLA, Edith. La formación dual como una estrategia para obtener mayores aprendizajes significativos y favorecer la competitividad. Una indagación exploratoria sobre elementos y contextos. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. 2015, 2-5: 263-272

---

---

\*Correspondencia al Autor: marianela.talavera@uteq.edu.mx

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Hace más de diez años me encontraba en el Reino Unido recibiendo el título de Maestra en Ciencias, y en cuanto la borla cambió de lado en mi birrete, el golpeteo provocado por su acomodo resonó en pensamientos de mi tiempo de estudiante en los que incesantemente me cuestionaba sobre cómo sería mi recorrido en el entorno profesional al que me enfrentaría, y si estaría preparada, de acuerdo con las exigencias de ese entorno, dada mi preparación profesional, en un país tan distinto. A través de este camino, he podido constatar que mis cuestionamientos son comunes para los estudiantes de ayer, de hoy, de este y de otros países. En la ruta hacia su formación académica, los estudiantes experimentan su primer encuentro con la realidad laboral en la búsqueda de lugar para realizar su estadía profesional, y la brecha entre academia y requerimientos de la empresa se hace más evidente. La inquietante necesidad de acercar la academia a la empresa y sus necesidades en la búsqueda por un capital humano más competente y competitivo, con una formación más pertinente y con las herramientas adecuadas, catapultan a los futuros profesionistas, de la ansiedad de lo desconocido, al entusiasmo que da la seguridad de lo que se domina.

A pesar de sus esfuerzos, las Universidades Tecnológicas, por definición, no pueden preparar de manera exacta y especializada al estudiante para desempeñarse puntualmente y desde el día uno, en la empresa en la que sea reclutado y seleccionado. El rol y la función tradicional de las universidades, no busca capacitar para un puesto específico dentro de una empresa determinada, sino brindar una formación que permita al alumno adecuarse y adaptarse de manera eficiente a las condiciones del puesto de trabajo que se requiera, dentro de su perfil de egreso.

Sin embargo, resulta urgente para aspirantes a estadía, próximos egresados, y demás actores en la función académica, que la Universidad, como institución se mantenga vinculada a la realidad laboral y necesidades actuales, desde la perspectiva de los aspirantes a estadía, de los próximos egresados, y de los demás actores en la formación académica, que la Universidad, como institución, no debe desligarse y que asuma la responsabilidad de formar, cada vez de manera más efectiva y pertinente a las necesidades de capital humano calificado en el entorno inmediato.

Surge entonces la necesidad de buscar caminos alternos hacia la mejora, que contribuyan en la disminución de la brecha, con el entusiasmo de los logros en otras latitudes y la reserva de la adecuación a las condiciones particulares de la región y de la forma de operación de las Universidades Tecnológicas, y en particular, en Querétaro. Como señala Tobón (2006), todos los actores de la formación en competencias –estudiantes, profesores, tutores, directivos, etc.- precisamos de asumir procesos de desempeño integral para resolver problemas del contexto con idoneidad, compromiso ético y mejora continua. Y uno de estos problemas de contexto es, precisamente, la formación en competencias adecuada a las necesidades y demandas de las empresas actuales. Como en toda actividad sujeta de mejora, explorar diferentes alternativas o nuevos caminos, trae consigo retos, análisis y reservas a su paso. Pero el objetivo es, en sí mismo, motivante y comprometedor: lograr que los estudiantes sean cada vez más aptos, que tengan cada vez más condiciones de igualdad y más oportunidades de empleo adecuado a través de una formación más puntual y pertinente, como ya ha sido posible en otros países.

Ante la inquietante necesidad de acercar la academia a la empresa y sus necesidades en la búsqueda por un capital humano más competente y competitivo, con una formación más pertinente y con las herramientas adecuadas, la formación dual surge como una alternativa de generación de capital humano adaptable al contexto de las necesidades de la región. Y a ese respecto, y a propósito de los requerimientos de las empresas de la región, el modelo de Formación Dual de Alemania, con más de 50 años de recorrido, se presenta como un primer y poderoso candidato de análisis, con bagaje de experiencias y aprendizajes documentados y replicados en otros países, y con el valor agregado de las empresas alemanas y sus directivos, niveles gerenciales y filosofía que operan en México y en particular, en la región. Su modelo de alternancia permite y favorece una mejor formación y desempeño del estudiante, acorde con las necesidades de la industria (Aleman, 2015). En este modelo, el acercamiento busca que el alumno obtenga aprendizajes significativos acordes con lo que el sector laboral de la región requiere, para favorecer su competitividad. Otros países en Europa y Latinoamérica se han sumado a la incorporación de Modelos de alternancia en los niveles de Educación Superior, pero debido a sus diferencias tanto culturales como institucionales y de requerimientos laborales, dichos modelos han debido ser adaptados a las necesidades propias de su contexto (Coiduras et al, 2014, Euler, 2013).

Lograr este acercamiento requiere encontrar estrategias o mecanismos que formalicen la relación Universidad-Empresa y deriven en un modelo o programa de formación de alternancia o dualidad que beneficie a todos los actores, de forma contextualizada. En este sentido, resulta necesaria la configuración apropiada de un modelo dual para la Universidad Tecnológica de Querétaro.

A este respecto, autores como McClelland (1973), destacan que el concepto de competencias se propone precisamente para identificar variables que predigan el rendimiento laboral, abordando las dificultades de las personas en el momento de alcanzar las metas que se han propuesto, así como de la motivación y la manera en como resuelven situaciones o problemas recurrentes en su entorno de trabajo. Por ello, el acercamiento que implica un programa dual, debe estar orientado en el sentido del mayor rendimiento laboral derivado de la experiencia y preparación alternada.

Dicho acercamiento requiere una verificación y adecuación de programas educativos que permitan desarrollar competencias específicas que impactarán de manera directa, en la empresa en donde el alumnado se desenvuelva profesionalmente.

Lograr esta aproximación requiere encontrar estrategias o mecanismos que formalicen la relación Universidad-Empresa y den forma al modelo específico que beneficie a todos los actores: Universidad, estudiantes, profesores, empresas, asesores y sociedad. A partir de investigación cualitativa mediante análisis de contenido y estudio de caso, se busca identificar los elementos esenciales que debe contener un modelo de formación dual acorde con las exigencias y requerimientos de sus principales actores, Universidad, empresa y estudiantes, y que a la larga pueda incrementar su competitividad.

Dar respuesta a estos cuestionamientos proporciona beneficios interesantes: los estudiantes insertados en un modelo dual adecuado pueden ser más competitivos al incrementar su aprendizaje significativo que desarrolle las competencias requeridas en las empresas susceptibles de contratarlos.

Las familias de los estudiantes pueden tener de esta manera, mayores oportunidades de mejorar sus condiciones económicas al favorecer las oportunidades de empleo adecuado.

Al respecto de la institución, la UTEQ se beneficia a través de la verificación de pertinencia de sus programas educativos, más adecuados para las necesidades del sector industrial de la región y de un abanico más amplio de posibilidades de formación a sus estudiantes. A mediano plazo la UTEQ puede ser modelo de aplicación para otras Universidades. Como parte del beneficio institucional, los profesores participantes pueden capacitarse y actualizarse en las empresas participantes, favoreciendo la pertinencia de los contenidos que manejan con sus estudiantes. Un protagonista importante en este planteamiento, el sector industrial, se favorece al tener trabajadores con mayor experiencia laboral y acompañamiento académico.

En conjunto, el impacto de este estudio se ve reflejado en la sociedad, con profesionistas con mayor experiencia laboral y acompañamiento académico de acuerdo con las necesidades de la región, favoreciendo oportunidades a mediano y largo plazo por el prestigio generado para más estudiantes de programas de formación dual.

Adicionalmente, el estudio brinda información que puede ser relevante para otras instituciones similares en diferentes regiones. Con ello, el desarrollo del país es beneficiado con investigación relevante al contexto de la región, de las Universidades Tecnológicas, y de México.

## Desarrollo

A partir de la revisión documental de investigaciones relevantes, y revisión de fuentes primarias como lo son empresarios, directivos de la UTEQ y estudiantes, se detecta un vacío de conocimiento en cuanto a los componentes, elementos y procedimientos de aplicación de un modelo de formación dual adecuado. En este estudio se realiza investigación cualitativa mediante análisis documental y estudio de caso, considerando las técnicas de análisis de contenido, observación y entrevista semiestructurada. Los instrumentos utilizados, análisis de contenido y guía de entrevista.

El procedimiento de implementación consideró los siguientes aspectos:

- 1) Análisis de contenido teórico relevante. Se pretende sintetizar los elementos del Modelo Dual Alemán y los elementos del Modelo Mexicano de Formación Dual como referenciales.
- 2) Estudio de caso para identificación de restricciones y selección de elementos adecuados al programa de Formación dual de la UTEQ.
  - a. Entrevistas semiestructuradas a Director y Coordinadores de la División Industrial
  - b. Síntesis de entrevistas
- 3) Selección de elementos adecuados al programa de Formación dual de la UTEQ.

## 1) Análisis de contenido

### Vinculación Universidad-Empresa

La Universidad, a lo largo del tiempo, ha ido adoptando diversas funciones como parte de su proceso de evolución y adaptación a las necesidades sociales.

Desde hace más de treinta años, adicionalmente a las funciones de docencia, investigación y extensión, ha agregado la función de transferencia o servicios, que implica una vinculación de la universidad con la empresa. Esta cuarta función que se apoya sobre el modelo de la triple hélice consiste en una articulación espiralada de la Universidad, el Estado y la Empresa. Este actor adicional denominado Empresa, cobra una importancia similar al Estado o la Universidad y pretende orientar tanto a la función de docencia (en la formación de los profesionales) como a la tarea de investigación a través del movimiento de las ciencias básicas hacia las ciencias aplicadas y de la inseparabilidad del conocimiento con sus condiciones de producción (Llomovatte, 2006).

### **Estrategias de vinculación**

De acuerdo con Henao (2015) y Ganfong et al (2002), la relación entre la universidad y su entorno se establece a través de diferentes formas y vías de acciones vinculantes. En el caso de Henao (2015) las modalidades de acción vinculante pueden ser, entre otras el fortalecimiento académico a través de la actualización curricular; así como la investigación aplicada y desarrollo tecnológica a través de asesorías, consultorías y proyectos. De esta manera, la extensión universitaria, tiene como objetivo la promoción a la sociedad de los conocimientos y habilidades tanto profesionales como investigativas. Es aquí donde un modelo dual se encuentra ubicado. Sin embargo, para que la vinculación sea adecuada, es necesario considerar los conflictos a los que se puede enfrentar el desarrollo de un programa adecuado, que son en sí mismos, los tipos de conflictos más comunes para la relación Universidad-Empresa (Marschoff, 1992): las diferencias estructurales tanto en el plano operativo como cultural, las diferencias en el grado de compromiso y las diferencias de objetivos.

Como señala Ganfong et al (2002), la solución es el fortalecimiento del vínculo universidad–empresa mediante la ejecución de acciones que contribuyan a estimular un flujo bidireccional de conocimientos y experiencias, a través de mecanismos, regulaciones, organizar estructuras, desarrollar estrategias, etc. a nivel de país, de universidad y de empresa. De tal manera, un programa de formación dual como estrategia de vinculación debe contener aquellos mecanismos, regulaciones, estructuras y estrategias que otorguen el beneficio mutuo entre ambos grandes actores.

Como se muestra en diferentes países que han puesto en práctica estrategias de vinculación como lo son Alemania y Francia en Europa y Venezuela, Argentina, Chile y México en América Latina, es importante establecer políticas que regulen su vinculación, la cual deberá llevarse a efecto legal a través del establecimiento de convenios, cartas de intención, acuerdos bilaterales y otras formas que indiquen el comprometimiento mutuo de las partes involucradas, no en el sentido del aprovechamiento ocasional de las capacidades universitarias ya instaladas, sino además, de estrategias activas para la construcción conjunta de ventajas competitivas (Ganfong et al, 2002) buscando compromisos de la empresa para invertir en las áreas convenidas dentro de la Universidad, incluyendo recurso tecnológicos y humanos, programación de asistencia técnica o intercambio de profesores, publicaciones, etc, programación de labores de investigación y programas educacionales de temas específicos de interés, y prestación remunerada de servicios científico-tecnológicos de la universidad.

### **Principales actores y recursos involucrados**

Como toda modalidad educativa, el modelo de Formación Dual contempla actores imprescindibles: el estudiante, la Empresa y la Institución Educativa.

Particularmente, el Modelo Mexicano de Formación Dual (SEP, 2013), propone las siguientes figuras (ver Tabla 1):

- En la Escuela, el gestor de vinculación y el tutor.
- En la Empresa, el Operador (Intermediario del área de RRHH) y el Instructor.

Actores principales en los MFD	Actores principales en el MMFD	Actores principales en el Programa de Formación Dual UTEQ
Estudiante	Estudiante	Estudiante
Empresa	En la empresa: el operador (intermediario del área de RRHH) y el Instructor	En la empresa: el gestor y el asesor de la empresa (instructor en el MMFD)
Institución Educativa	En la Institución Educativa: el gestor de vinculación y el tutor	En la Institución Educativa: gestor de vinculación, asesor académico (tutor en el MMFD) y docente

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 1** Actores principales en los Modelos de Formación Dual

De la Empresa y de la Institución Educativa se derivan otras figuras que refuerzan la vinculación y, por otra parte, gestionan el modelo y se ocupan del proceso formativo. En particular, autores como Perea & Castañeda (2012) señalan la importancia del tutor universitario como couch educativo, semejante al coaching que se realiza en las empresas.

En general, las variantes de las funciones y roles de los distintos actores, nuevamente, caracterizan las particularidades de los diversos modelos y dan cuenta también de los procesos con los que se implementan; desde la vinculación, los procesos de selección, hasta las formas de evaluación y acreditación de las competencias esperadas.

Como menciona Araya (2008), la modalidad de Formación Dual, significa también considerar recursos económicos, materiales y humanos que, como en todo proyecto, habrán de conjugarse de tal manera que abonen a su eficiencia y eficacia. De la Empresa se contempla el propio medio laboral y su capacidad instalada como recurso. De la Institución Educativa, los espacios de construcción de conocimiento, el modelo didáctico-pedagógico, el propio programa educativo y el soporte de acreditación.

**Modelo Alemán**

En cuanto al manejo dual de la educación, Alemania define dos grandes instrucciones simultáneas, la impartida por la *Berufsschule*, escuela encargada de formar profesionalmente a los aprendices, y la instrucción impartida por la empresa. En la *Berufsoberschule* se imparten dos años de enseñanza a tiempo completo, logrando el alumnado a su término la titulación de acceso a la universidad según la especialidad de la que se trate. Este modelo permite que el mundo empresarial disponga de mano de obra calificada (Alemán, 2015).

Este modelo posibilita además, que durante la instrucción impartida en las empresas el aprendiz pueda desarrollar los comportamientos y los rasgos de personalidad propios para el ejercicio de una actividad profesional. De esta forma, la firma puede conocer mejor al aprendiz, reduciendo así el riesgo de realizar un reclutamiento equivocado de los futuros trabajadores, y consiguiendo además que dicho aprendiz se identifique fuertemente con su empresa (Alemán, 2015).

Las características del Modelo Alemán que contribuyen a aventajar a otros sistemas escolares de formación profesional son (SEP, 2013):

- 1) Consenso acerca de la idoneidad del lugar de trabajo para la formación de los jóvenes.
  - 2) Vínculo no sólo entre el educando y el plantel educativo, sino también y sobre todo con una empresa u organización.
  - 3) Duración mínima de dos años
  - 4) Formación y certificación adecuada de instructores
  - 5) La inscripción de los contratos entre empresa y educando en una tercera institución para tener constancia y control.
  - 6) Elaboración de Estándares en el marco de un consenso nacional con responsabilidades compartidas.
  - 7) Utilización de centros de capacitación supra-empresariales para complementar la formación.
  - 8) Transferencia del estándar a la empresa – plan de rotación.
  - 9) Establecimiento de un sistema de control interno de desarrollo de competencias: reportes semanales
  - 10) Examen final teórico centralizado y práctico externo.
  - 11) La certificación por externo (Cámaras)
- 2) Enfoque de una profesión docente: competencias de actuación profesional para un perfil de técnico profesional capacitado, flexible y predispuesto a la movilidad.
  - 3) Aprendizaje alternante en el contexto del principio dual.
  - 4) La formación profesional como tarea colegiada entre Estado y economía
  - 5) Financiación social de la formación profesional
  - 6) Ofertas complementarias con titularidad escolar o extraempresarial
  - 7) Codificación de estándares de calidad
  - 8) Cualificación del personal docente y formativo
  - 9) Equilibrio entre normalización y flexibilización
  - 10) Desarrollo de bases fundamentadas para las decisiones y la configuración
  - 11) Aceptación social de la formación y perfeccionamiento profesional

### **Modelo Mexicano de Formación Dual (MMFD)**

Como el Modelo Alemán, el Modelo Mexicano de Formación Dual (MMFD) busca establecer en los programas de estudio un equilibrio armónico entre la formación teórica y práctica, alternando períodos de formación en el aula con el espacio del trabajo, así como desarrollar en los jóvenes las competencias necesarias para que logren un buen desempeño laboral al egresar, sin que se requiera un entrenamiento adicional para iniciar su etapa productiva, en carreras y campos de interés para las empresas (SEP, 2013).

Este modelo se ha aplicado como un programa piloto con 12 entidades federativas y 11 Centros Empresariales, en dos versiones:

- 1) Finalidad amplia: la formación profesional como medio para alcanzar objetivos económicos, sociales e individuales.

Pero, como se puede observar, este modelo es muy exigente y en México no se reúnen fácilmente todas estas características.

Para lograr una transferencia del modelo dual alemán a otros países, resulta importante contemplar los sistemas de formación no como un todo, sino analizarlos en relación con sus elementos constituyentes (Euler 2013). Estos elementos, que constituyen una base para la transferencia a otros países (Euler, 2013) son:



2 años, que considera un mínimo de dos años de formación dual en la empresa a partir del tercer semestre; y 1 año, que considera mínimo dos años de formación dual en la empresa a partir del quinto semestre.

Las características presentes en el MMFD son:

- Participación activa del sector productivo en la formación profesional técnica.
- Vinculación estrecha escuela/empresa.
- Oferta de formación en función de la demanda.
- El estudiante es durante toda su formación estudiante, aprendiz y responsable de funciones.
- Transferencia del aprendizaje escolar al lugar de aplicación, mediante el plan de rotación de los puestos de aprendizaje.
- El estudiante-aprendiz se ubica en un puesto de trabajo dentro de la empresa.
- El desarrollo de las competencias profesionales se lleva a cabo en los puestos de aprendizaje (80%) y la formación teórica (20%) en la escuela.
- La empresa se responsabiliza de cumplir con el programa de profesionalización y se apoya en la institución educativa.
- Los estudiantes-aprendices se forman de acuerdo con el perfil completo que exige la profesión (competencias genéricas, disciplinares y profesionales).
- Se hace un seguimiento interno y supervisión externa.

Los elementos presentes en el programa de formación del MMFD son:

1. Perfil de la empresa
2. Espacios de formación
3. Perfil del operador
4. Instructor en la empresa
5. Preselección y selección de estudiantes
6. Plan de rotación de puestos de aprendizaje
7. Formalización de la relación
8. Seguimiento y evaluación
9. Certificación de estudios y titulación
10. Certificación externa

## 2) Estudio de caso para identificación de restricciones y selección de elementos adecuados al programa de Formación dual de la UTEQ.

Se realizaron tres entrevistas semiestructuradas al personal administrativo de la División Industrial: Director, Coordinador del Programa Educativo de Mantenimiento Industrial y Coordinador del Programa Educativo de Procesos Industriales y Nanotecnología. Se utilizó una guía de entrevista de 30 preguntas, con dos temáticas: las características y restricciones de la vinculación en la UTEQ, y la reflexión sobre la posibilidad de inclusión de los elementos del Modelo Alemán en el Programa de Formación Dual de la Universidad.

## Resultados

Del análisis de contenido se derivan los once elementos a considerar en la implementación de un programa de formación dual así como los argumentos a contrastar con las restricciones de vinculación propias de la institución y las características generales de las empresas de la región Los modelos analizados se contrastan en la Tabla 2.

Elementos	Modelo Dual Alemán	Modelo Dual Chile	MMFD	Componentes mínimos Formación Dual UTEQ
Finalidad amplia	X	X	X	
Enfoque de una profesión docente	X	X	X	
Aprendizaje alternante	X	X	X	X
Formación profesional como labor colegiada entre estado y economía	X	X		
Financiación social de la formación profesional	X	X		
Ofertas complementarias con titularidad escolar o extraempresarial	X	X		X
Codificación de estándares de calidad	X	X		
Cualificación del personal docente y formativo	X	X	X	
Equilibrio entre normalización y flexibilización	X			
Desarrollo de bases fundamentadas para las decisiones y la configuración	X		X	
Aceptación social de la formación y perfeccionamiento profesional	X			X

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2** Elementos de los Modelos de Formación Dual

Es necesario contextualizar el modelo de referencia a aplicar, como el alemán, a las necesidades del entorno de aplicación para la generación de mano de obra calificada y favorecimiento de la empleabilidad y competitividad. En los demás modelos analizados, el objetivo central prevalece: atender las elevadas tasas de desempleo, como en el caso de Latinoamérica, así como responder a las necesidades de mano de obra calificada y a los nuevos esquemas productivos generados por la globalización.

Con respecto al estudio de caso, se muestra interés por parte de los directivos en la generación de un programa de Formación Dual Institucional porque consideran, a través de su experiencia y relación con las empresas de la región, que este modelo puede satisfacer las crecientes demandas de mano de obra más calificado, competitivo y adecuado a los requerimientos puntuales de las empresas de la región.

Se observa que los elementos que pueden ser considerados en la integración de un programa de formación dual en la UTEQ, en función de las restricciones de vinculación propias de la institución son: aprendizaje alternante, ofertas complementarias con titularidad escolar o extraempresarial, aceptación social de la formación y perfeccionamiento profesional.

### Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo brindado por la Universidad Tecnológica de Querétaro para la realización del estudio y al Programa de Divulgación de la Ciencia y Tecnología de ECORFAN.

### Conclusión

Resulta importante destacar las diferencias en cuestiones de experiencia, trabajo colaborativo de los tres ejes (Universidad, Gobierno y empresas), planeación y ejecución entre Alemania y México, Nos encontramos en etapas iniciales de conformación de modelos educativos adecuados y pertinentes y estamos limitados en cuanto a los alcances debido a las características burocráticas y de procedimientos institucionales, así como de cultura de formación profesional, tanto en las Instituciones como en las empresas. Para lograr acercarnos al éxito del Modelo Alemán, hace falta mucho trecho por recorrer en cuestión de colaboración entre Universidad, Gobierno y Empresa, en cuestión de adecuación de planes y programas de estudio, y en cuestión de cultura de alternancia. Pero esto no quiere decir que no podamos empezar, y para ello, se requiere, aunque paso a paso, el establecimiento de compromisos la configuración adecuada de un programa dual flexible que poco a poco, vaya robusteciéndose con el apoyo y colaboración de todos los actores.

Para pasar de un programa que incluye solo tres elementos del Modelo Alemán, a un Modelo propio que considere las bases del éxito del país de referencia, adecuado al contexto de nuestro país y que garantice un éxito cercano al de nuestro referente europeo.

Para ello es necesario continuar el proceso de análisis y conformación de un programa dual sustentado en las mejores prácticas de diferentes referentes, en las restricciones actuales, pero con miras a mover, a través de la praxis, dichas restricciones. Se recomienda un análisis exhaustivo de las condiciones del sistema de educación de la Universidad Tecnológica para conformar un modelo adecuado y pertinente y con altas probabilidades de éxito.

## Referencias

- Araya Muñoz, Isabel. (2008). La formación dual y su fundamentación curricular. *Educación*, 45-61.
- Alemán Falcón, Jesús A.. (2015). El sistema dual de formación profesional alemán: escuela y empresa. *Educação e Pesquisa*, Abril-Junio, 495-511.
- Coiduras Rodríguez, Jordi; París Mañas, Georgina; Torrelles Nadal, Cristina; Carrera Farran, Xavier. (2014). La evaluación de competencias en una experiencia de formación dual de maestros: diferencias y semejanzas entre tutores de escuela y de universidad. *Estudios Pedagógicos*, . 29-48.
- Euler, Dieter, El sistema dual en Alemania – ¿Es posible transferir el modelo al extranjero? Un estudio por encargo de la Bertelsmann Stiftung, (2013) Bertelsmann Stiftung
- Ganfong, C. P., Silveira, J. F., & Martorell, M. P. (2002). TENDENCIAS EN LA VINCULACIÓN UNIVERSIDAD -- EMPRESA EN LA ÚLTIMA DÉCADA DEL SIGLO XX. (Spanish). *Pedagogía Universitaria*, 7(2), 59-69.
- Henao, E.G. (2015). Relación Universidad Empresa y su impacto en el desarrollo de una región, *Colección Académica de Ciencias Estratégica*, Vol. 3 No.1, Enero - Junio 2016
- Marschoff, C. (1992): La organización de las relaciones entre sistemas científicos – académico y el sector productivo en Argentina. *Revista de Derecho Industrial*, Vol. 14, No. 40, Buenos Aires
- McClelland, D. (1973). Testing for Competence rather than for Intelligence, *American Psychologist*.
- Llomovatte, S., Juarros, F, Naidorf, J y Guelman, A. (2006) La vinculación Universidad – Empresa: miradas críticas desde la Universidad Pública, Editorial Laboratorio de Políticas Públicas / Miño Dávila.
- Perea, E. C., Fernández, A. B., & Castañeda, E. A. (2012). Competencias para la tutoría: experiencia de formación con profesores universitarios. *Revista De Docencia Universitaria*, 10(2), 193-210.
- Secretaría de Educación Pública. (2013). Inducción al Modelo Mexicano de Formación Dual. Consultado el 12 de septiembre de 2015, de [www.conalep.edu.mx/academicos/Paginas/mmf\\_d.aspx](http://www.conalep.edu.mx/academicos/Paginas/mmf_d.aspx)
- Tobón, S. (2006). Aspectos básicos de la formación basada en competencias. Talca: Proyecto Mesesup. Consultado el 4 de enero de 2014 en:

## **Terotecnología: Generadora de riqueza y fiabilidad en la industria- experiencia en la industria**

FLORES-PALACIOS, Alejandro

*Universidad Tecnológica de Querétaro, Av. Pie de la cuesta #2501, División Industrial, Unidad Nacional, Querétaro, Qro., México C.P. 76148.*

Recibido Marzo 27 2015; Aceptado Octubre 25, 2015

### **Abstract**

The main objective of Maintenance Industrial is to keep in good condition the fixed assets of the Company, and minimize "downtime " production machinery.

The Terotechnology applied predictive maintenance ( non-destructive studies and analysis ), is an excellent tool to control and reduce the (dead time) of machinery.

In the company Le Belier the (dead time) machinery production was 22 % at the end when I retire leave it at 4.6% (dead time) machinery production.

In the company Anvis Group when entering the (dead time) machinery production was 28 % , when I retire leave it at 1.8% ( downtime ) machinery production .

In my concept Industrial Maintenance must work to maintain the relationship 95/5 (95 % uptime / 5 % dead time machine) and not the 80/20 concept which is taken as reference today.

The maintenance Terotechnology is based on reliability and Pay-Back.

**Maintenance, time, industry**

**Citación:** FLORES-PALACIOS, Alejandro. Terotecnología: Generadora de riqueza y fiabilidad en la industria- experiencia en la industria. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. 2015, 2-5: 273-279

\*Correspondencia al Autor: alejandro.floresp@uteq.edu.mx

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El Mantenimiento Industrial se empezó a controlar y administrar a partir de la década de los 40's, incluyendo aspectos como control de costos y manejo de eficiencias. Sin embargo, en el transcurso de los años, al cambiar las exigencias de producción, también se han afectado los procesos de gestión relacionados con el Mantenimiento.

De esta manera y a lo largo del tiempo, la gestión del Mantenimiento ha ido desarrollándose, pasando por diferentes etapas, desde el Mantenimiento por rotura, pasando por el Mantenimiento planificado, Predictivo/Proactivo y Autónomo, entre otros.

En este sentido, para las funciones del Mantenimiento predictivo, la tecnología a utilizar comienza a ser cada vez más avanzada y compleja, migrando hacia la alta tecnología, debido a que las empresas, sobre todo globales, buscan apostarle a un Mantenimiento Predictivo sustentado en el uso de equipo de alta tecnología, y poco a poco, la visión del Mantenimiento como un gasto, comienza a migrar a una visión de inversión. De esta forma, surge y toma auge el concepto de Terotecnología, como base del Mantenimiento Predictivo, y su consecuente *payback*, centrado en la eliminación del Mantenimiento Correctivo.

Las etapas generalmente consideradas en el desarrollo del Mantenimiento son (La Terotecnología:

**1ª Etapa: *Mantenimiento por rotura.*** Hasta los años 50, con una organización y planificación mínimas (mecánica y engrase) ya que la industria no estaba muy mecanizada y las paradas de los equipos productivos no tenían importancia al tratarse de maquinaria sencilla y fiable, debido a esta sencillez, así como fácil de reparar. Campiño, br 2011 y Lopez , abr 2011

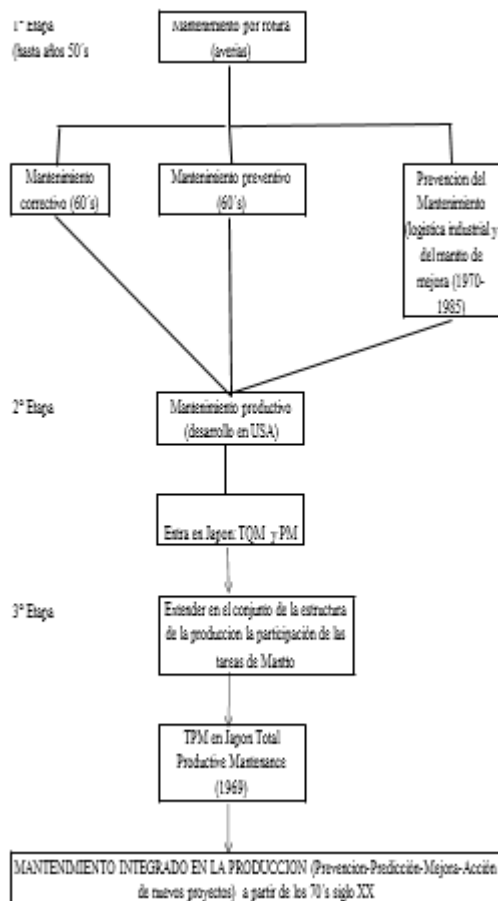
**2ª Etapa: *Mantenimiento Planificado (PM).*** La creciente automatización de los procesos productivos y su complejo mantenimiento, hizo que a partir de los años 50 en EE.UU. llegara el concepto de Mantenimiento Preventivo. Ya en la década de los 60 surge en EE.UU. el concepto de Mantenimiento Productivo en la General Electric. Este concepto hace referencia a que el objetivo del mantenimiento no era únicamente reparar los equipos sino también planificarle y mejorar la productividad mediante adecuadas acciones de mejora en los mismos. Por tanto, el PM engloba el Mantenimiento Correctivo- Preventivo-Predictivo y la mejora.

A partir de 1964 se introduce el PM en Japón, dándole el dote característico japonés: mientras en la mayoría de las empresas americanas el Mantenimiento y la Producción se mantenían separados, los japoneses consiguen que todos los operadores participen en el mantenimiento de los equipos de producción. El Mantenimiento Preventivo referido consiste en revisiones periódicas de las instalaciones buscando anticiparse a las posibles averías. Se trataba de una serie de actuaciones Sistemáticas en las que se desmontaban las maquinas, y se observaban para reparar o sustituir los elementos sometidos a desgaste.

El elevado coste de estas revisiones (de mano de obra, de tiempo de parada, etc.) hizo que el Mantenimiento Preventivo se reemplazara por el Mantenimiento Predictivo. En este caso, las intervenciones sobre los equipos productivos no dependen de un programa preestablecido, sino de las condiciones de funcionamiento de dichos equipos. Son estas las que anuncian que alguna de sus partes está llegando a un punto en el que va a ser necesaria una intervención que podemos planificar.

**3ª Etapa: Mantenimiento Productivo Total (TPM).** Si bien el TPM fue desarrollado por primera vez en 1969 en la empresa japonesa Nippondenso del grupo Toyota y Japón lo generaliza a partir de 1971, esta etapa en nuestro entorno no comienza hasta el final de la década de los 80. Partiendo del concepto americano del PM que habían adoptado en la etapa y que separaba al personal de mantenimiento del de la producción j evolucionaron hacia el mantenimiento y mejora de los equipos con la implicación de toda la organización.

### Resumen de las tres etapas de la evolución del Mantenimiento



La Terotecnología - Ensayos - Sharoncanavires.mht

Campiño, abr 2011 y Lope, abr 2011

La Terotecnología, derivada de dos palabras griegas *teros* y *logos*, tiene en cuenta la tecnología y los medios de conservación. Es una combinación de gestión, finanzas, ingeniería y otras disciplinas que se aplica a bienes físicos para llevar a cabo una vida económica del costo del ciclo en relación a ellos, con vistas a la fiabilidad y mantenibilidad de los equipos, sus comportamientos y precio de costo; su instalación, entretenimiento, modificación y durabilidad.

Para mejorar y mantener la efectividad técnica y económica de un proceso o equipo a lo largo de todo su ciclo de vida, combinando experiencias y conocimiento (intangibles) surge la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información, siguiendo un enfoque netamente económico; de esta manera, la ingeniería de mantenimiento adquiere una visión técnico-económica más amplia integrando prácticas gerenciales, financieras, de ingeniería, de logística y de producción a los activos físicos buscando bajar costos económicos en el ciclo de vida (CCV) [5]. A final de cuentas, la búsqueda se da tanto hacia la mejora técnica como económica.

La Terotecnología da al mantenimiento un nuevo aire, un enfoque hacia el negocio, donde se busca analizar los costos de esta actividad de forma que el punto de equilibrio de dichos costos sea coherente; es decir que el mantenimiento industrial acompañe a la empresa en su fin último: "producir dinero y satisfacer la necesidad de quien demandan nuestros productos. [5]

Las "exigencias del mercado y el incremento de la competitividad han obligado a las organizaciones a lograr mayor eficiencia en sus procesos productivos y mantenimiento juega un papel importantísimo en el control y disminución del Mantenimiento Correctivo o Emergente.

Por tal motivo debe implementar el Mantenimiento Predictivo, como prioridad en su Administración o Gestión del Mantenimiento. Para dar lugar al Mantenimiento con Terotecnología.

El Mantenimiento como Terotecnología debe ser una Inversión y no un gasto como es la manera tradicional. El mantenimiento basado en la Terotecnología debe ser confiable en cualquier equipo o maquinaria de procesos.

Eliminar al máximo posible el MC (mantenimiento correctivo) en el siglo XX y tiempo actual la relación Producción/Mantenimiento es de 80/20 es decir 80 % tiempo productivo y 20% tiempo muerto maquinaria. Ahora en el siglo XXI debe ser 95/5, es decir 95% tiempo productivo y 5% tiempo muerto de maquinaria.

- El objetivo final de una Empresa es generar riqueza, \$\$\$\$
- La Terotecnología es muy diferente al Mantenimiento tradicional (que solo se basa en MP o mantenimiento por ruptura).
- La Terotecnología se debe implementar solo después del MP cuando este, está controlado y sistematizado.
- La Terotecnología se basa en el MCC, y toma como base el Mantenimiento Predictivo (fiabilidad) con estudios y análisis no destructivos como; Cámaras termo gráficas, equipo análisis vibraciones. Equipo de ultrasonido, análisis físico-químicos. Entre otros más.
- Se deben desarrollar indicadores como:

- Eficiencia del Mantenimiento Preventivo
- % de tiempo “muerto por Mantenimiento Correctivo
- Costos del Mantenimiento Predictivo y su eficiencia.
- Costo beneficio  
Producción/Mantenimiento.
- Indicadores MTBF y MTTF
- Finanzas, ingeniería y otras disciplinas.
- OEE , debe ser del 85%.

### Metodología a desarrollar

En cualquier organización donde exista un departamento de Mantenimiento es necesario seguir el siguiente método para alcanzar el concepto de un Mantenimiento basado en la Terotecnología.

1.-Se deben tener controladas y documentadas las ordenes de trabajo referentes al MC o emergente, como Mano de obra, tiempos de paros, causa del paro, costos, pérdidas de producción, calidad del producto, eficiencias, etc.

2.-Se debe tener un MP programado y sistematizado como:

Con rutas de Inspección y check-list tanto de maquinaria como equipos, las rutas de inspección deben ser dirigidas para indicar el día y la hora que se visita esa máquina o equipo, y los check-list deben contener por lo menos el mantenimiento básico que es:

- Limpieza
- Lubricación
- Pintura

Datos y lecturas de la maquina como voltajes, amperajes, tempe raturas, presiones, velocidades etc .

- Cambio de elementos primarios como filtros, conexiones, mangueras, etc.

3.-Una vez que se tiene controlado y documentado el MP pasamos a la tercera etapa que es implementar el Mantenimiento Predictivo, basado en estudios y análisis no destructivo con equipo de alta tecnología como, Cámara termo gráfica, equipo de ultrasonido, equipo de análisis de vibración, análisis físico químicos, entre otros más

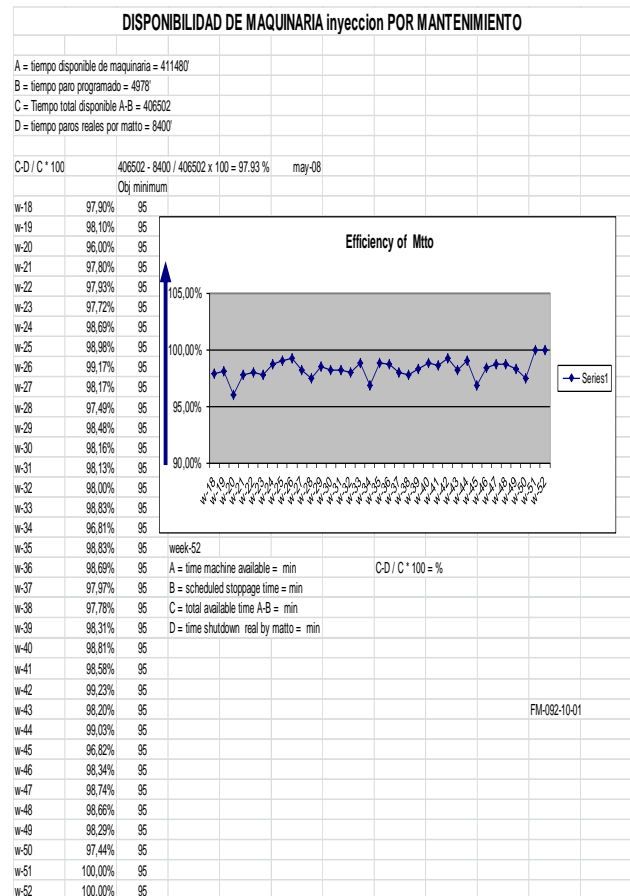
Se deben elaborar rutas de inspección y Check-list de las máquinas y equipos con los equipos de alta tecnología para análisis y estudios no destructivos, es decir ahora los check-list se programan con los estudios y análisis no destructivos y con maquina en operación.

Se debe dar seguimiento dia a dia lo programado, y con los resultados de los análisis programar las intervenciones de mantenimiento con las acciones a tomar, se deben llevar registros confiables de tiempos de intervención, tiempos de paros, costos, inventarios de refacciones, pay-back, inversiones, etc.

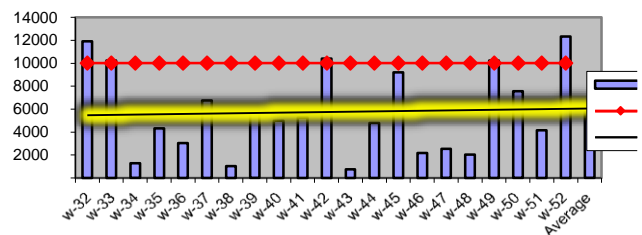
Graficar resultados según el plan y objetivos diarios, semanales, mensuales.

**Resultados**

Las siguientes gráficas muestran el aumento en la eficiencia del Mantenimiento por la aplicación de la Terotecnología en el Departamento de Mantenimiento:

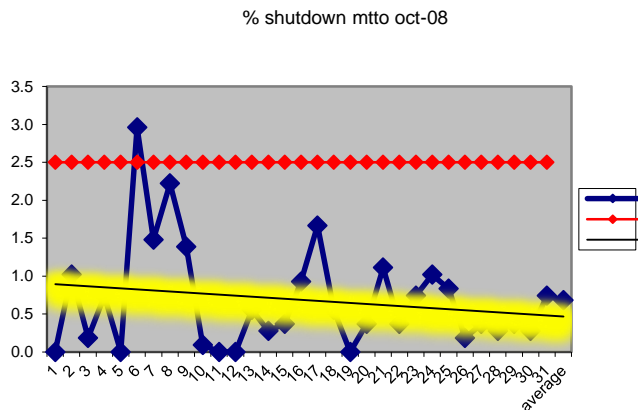


**Figura 1** Eficiencia del Mantenimiento en la empresa Anvis Group

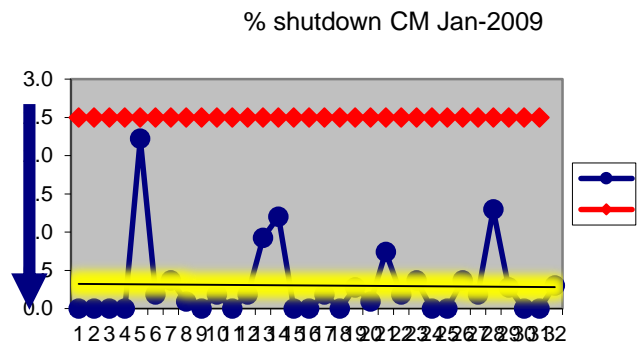


**Figura 2** Gastos de Mantenimiento en la empresa Anvis Group





**Figura 3** Tiempos muertos por paros de mantenimiento en la empresa Anvis Group



Los 4 Mantenimientos en la Industria y la Gestion del Mantenimiento (administración) lo he basado en dos grandes conceptos.

- 1.-El mantenimiento basado en el Predictivo.
- 2.-Software MP (Tecnica Aplicada Internacional SA de CV)

En la Empresa Le belier reduce el “tiempo muerto” por mantenimiento del 22% al 4.8%

En la Empresa Anvis Group reduce el “tiempo muerto” por mantenimiento del 26% al 1,8% como promedio general.

**Conclusiones**

La administración, control, eficiencias y costos del Departamento de Mantenimiento siempre han sido gastos de mano de obra, gastos de refacciones, inventarios no definidos, como saber cuánta mano de obra se necesita, que especialidades, etc etc y la Alta Dirección se encuentra como controlar al Departamento de Mantenimiento y la situación se vuelve desesperante, porque necesitan producir al menor costo y con la mayor producción, y la mayoría de empresas se conforman con la relación 80/20 y mantenimiento se convierte en un departamento no deseado pero necesario ya que se gasta demasiado y los resultados no son muy positivos. La perspectiva del Mantenimiento Industrial debe ser dirigida al Mantenimiento Predictivo, para alcanzar el concepto de Terotecnología donde el Mantenimiento pasa de ser un gasto a una inversión y por lo tanto genera riqueza que ese es el fin de cualquier Empresa, por eso propongo que se debe implementar la relación 95/5 que es 95% de tiempo productivo y 5% de tiempo muerto de la maquinaria. De esa manera mantenimiento se puede costear costo- beneficio ya que el mantenimiento predictivo puede ser costoso para algunas empresas.

**Conclusiones**

La administración, control, eficiencias y costos del Departamento de Mantenimiento siempre han sido gastos de mano de obra, gastos de refacciones, inventarios no definidos, como saber cuánta mano de obra se necesita, que especialidades, etc etc y la Alta Dirección se encuentra como controlar al Departamento de Mantenimiento y la situación se vuelve desesperante, porque necesitan producir al menor costo y con la mayor producción, y la mayoría de empresas se conforman con la relación 80/20 y mantenimiento se convierte en un departamento no deseado pero necesario ya que se gasta demasiado y los resultados no son muy positivos.

Al día de hoy ya existen software de Mantenimiento que ayudan a la Administración del Mantenimiento, pero la mayoría de las empresas no tienen claro cómo usarlo, así como la falta de conocimiento de los cuatro tipos de mantenimiento industriales por tal motivo se pierden entre un mantenimiento y otro por que no se tienen bien definidos.

La perspectiva del Mantenimiento Industrial debe ser dirigida al Mantenimiento Predictivo, para alcanzar el concepto de Terotecnología donde el Mantenimiento pasa de ser un gasto a una inversión y por lo tanto genera riqueza que ese es el fin de cualquier Empresa, por eso propongo que se debe implementar la relación 95/5 que es 95% de tiempo productivo y 5% de tiempo muerto de la maquinaria. De esa manera mantenimiento se puede costear costo-beneficio ya que el mantenimiento predictivo puede ser costoso para algunas empresas.

## Referencias

1. <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=29012358008>
2. Criterios para la información de la gestión de mantenimiento.html, pdf
3. <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/material/mantenimiento.htm>
4. Revista Venezolana de Gerencia - Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia-b.mht.
5. La Terotecnología - Ensayos - Sharoncanavires.mht
6. Ingeniería de Mantenimiento – Rabelo – Nueva Librería – 1997
7. Serpa A. Apuntes para el curso de ingeniería de Confiabilidad
8. Dounce Villanueva, E. (2005). *La administración del mantenimiento*. México, D.F.: CONTINENTAL.
- Dounce Villanueva, E., & J.F., D. P. (2005). *Productividad en el mantenimiento industrial*. México D.F.: CECSA.
- Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing, tools, techniques and how to use them*. New York, USA: The St. Lucie Press/APICS series on resource management.
- Monchy, P. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*. Roma, Italia: MASSON.
- Dounce Villanueva, E. (2006). *Un enfoque analítico del mantenimiento industrial*. México, D.F.: CECSA.
- Evans James R., L. W. (2008). *Administración y control de la calidad*. México, D.F.: CENGAGE.
- Newbrough, E. (1997). *Administración del mantenimiento industrial, organización, motivación y control en el mantenimiento industrial Mexico DF*.
- Erique Douser 2009 *La productividad en el Mantto Industrial*
- Francois Monchy 2000 *Teoria y prectica del Mantenimiento Industrial*
- Tokutaro Zusuki 2000 *TPM en la industria de procesos*
- Duffua Rauof 2006 *Sistemas de Mantto planeacion y control Software de MP v 9.7*
- Introducción al Mantenimiento Manual de Asignatura 2010 Autores: Campillo Acuña Yomara Denisse, Lopez Montiel Yoselinda. Abril/2011.*

## Acondicionamiento de Señal de un TRPI vía labview mediante Callendar Van Dusen

JAMAICA-GONZÁLEZ, Alejandro\*†, ORTEGA-ZERTUCHE, Gerardo, GUERREO-ORDAZ, Salvador, CONDE-SALINAS, David

*Universidad Tecnológica de Querétaro, Av. Pie de la cuesta #2501, División Industrial, Unidad Nacional, Querétaro, Qro., México C.P. 76148.*

Recibido Marzo 4, 2015; Aceptado Noviembre 21, 2015

### Resumen

Se presenta el acondicionamiento de señal de Termómetros de resistencia de platino industrial (TRPI) con  $\alpha$  "385" vía labview basado en el modelo de Callendar Van Dusen, lo que permitirá ser usado en los laboratorios de calibraciones de industrias y de laboratorios de metrología secundarios.

Los termómetros de resistencia de platino (TRP) son ampliamente usados para medir temperaturas menores a 500 °C. Existen de varias calidades los termómetros de platino patrón (TPP) y los termómetros de platino industrial (TIP), en cuanto a los industriales estos tienen exactitudes dentro de una décima de kelvin y en algunas ocasiones aún de un kelvin o más.

**Termómetros de resistencia de platino, acondicionamiento de señal.**

### Abstract

Signal conditioning Thermometers Industrial platinum resistance (TRPI) with  $\alpha$  "385" via LabVIEW based on the model of Callendar Van Dusen, which will be used in calibration laboratories of industry and secondary metrology laboratories presents.

The platinum resistance thermometers (TRP) are widely used to measure temperatures below 500 °C. There are several qualities of platinum thermometers pattern (TPP) and industrial platinum thermometers (TIP), as these have industrial accuracies within a tenth of a kelvin and sometimes even a Kelvin or more.

**Thermometers Industrial Platinum resistance, Signal conditioning.**

**Citación:** JAMAICA-GONZÁLEZ, Alejandro, ORTEGA-ZERTUCHE Gerardo, GUERREO-ORDAZ, Salvador, CONDE-SALINAS, David. Acondicionamiento de Señal de un TRPI vía labview mediante Callendar Van Dusen, Revista de Aplicaciones de la Ingeniería 2015, 2-5: 280-284

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: ajamaica@uteq.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Los TRPI se emplean extensamente en las mediciones industriales en todo el mundo, por tal motivo es evidente la necesidad de normarlos. En respuesta a esa necesidad la comunidad internacional se dio a la tarea de establecer lineamientos sobre los TRPI. La CCT-96 recomendó el empleo de la norma IEC 751. En esta norma se establecen los valores de las constantes A, B y C para un termómetro con  $\alpha$  "385" basados en el modelo de Callendar-Van Dusen. En el mercado cada vez es más común encontrar TRPI con  $\alpha$  "392" a un precio muy accesible. En este sentido los fabricantes disponen de platino de mayor calidad y las tecnologías de fabricación han mejorado para producir mejores TRPI para servicio industrial [1].

Al respecto surge la pregunta ¿la norma cubre los TRPI con  $\alpha$  392? La respuesta es no y con ello existe un vacío en la normalización de TRPI que sólo puede ser cubierto en este momento por la calibración individual de los termómetros con  $\alpha$  392. Sin embargo existen otros documentos no recomendadas por la CCT-96 que incluyen a TRP con  $\alpha$  392 tal es el caso de la OIML R84 ver [1].

## Desarrollo

El modelo de Callendar-Van Dusen, al tiempo de su planteamiento describió adecuadamente el comportamiento de los TRPI con un modelo polinomial de segundo orden en el intervalo de temperaturas positivas y con uno cuartico para temperaturas negativas respectivamente. Desde entonces la capacidad de medición ha mejorado y superado las capacidades de este modelo. Sin embargo, estos modelos se encuentran ampliamente difundidos en la industria y en la instrumentación asociada a la medición de resistencia eléctrica de los TRPI.

En los lectores de resistencia eléctrica generalmente se emplea las constantes A, B, y C de estos modelos para su programación y posterior conversión de la resistencia eléctrica medida a temperatura, ver [3].

La ecuación 1 presenta el modelo de Callendar-Van Dusen, ver [2].

$$R_t = R_0 \left[ 1 + At + Bt^2 + C(t - 100^\circ C)t^3 \right] \quad (1)$$

Dónde:

$R_t$  Resistencia en ohms del termómetro a temperatura t

$R_0$  Resistencia en ohms del termómetro a 0 °C

Para la calidad de platino comúnmente usado para TRPI los valores de las constantes en esta ecuación son, ver [4]:

$$A = 3,9083 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$B = -5,775 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$$

$$C = -4,183 \times 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}$$

La ecuación que relaciona t con  $R_t$ , asociada con la ecuación 2 es:

$$t = (1/\alpha) (W(t) - 1) + \delta (t/100 - 1) (t/100) + \beta (t/100 - 1) (t/100) \quad (2)$$

Donde  $C = -\alpha\beta \times 10^{-8}$  pero con  $C=\beta=0$  para temperaturas mayores a 0 °C. Donde el valor de alfa es, ver [2]:  $\alpha = 0,00385055 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

También A, B y C son constantes que se determinan al momento de calibrar.  $C=0$  para  $t > 0^\circ\text{C}$ . A partir de este modelo se deriva  $\alpha$  al que se define como el valor medio de la pendiente  $dr/dt$  de la curva en el intervalo de  $0^\circ\text{C}$  a  $100^\circ\text{C}$  y es comúnmente utilizado como criterio de calidad del TRPI, como se ve en la ecuación 3, ver [2].

$$\alpha = \frac{(R_{100} - R_0)}{100 * R_0} \quad (3)$$

También se propone para estos tipos de termómetros un coeficiente de temperatura  $\alpha$  definido como:

Dónde:

$R_{100}$  resistencia en ohms del termómetro a 100 °C

$R_0$  resistencia en ohms del termómetro a 0 °C

Existen dos valores estándar de  $\alpha$ :  
0,00385°C<sup>-1</sup> y 0,00392°C<sup>-1</sup>

Por ello, un TRPI se cataloga como  $\alpha 385$  o  $\alpha 392$ , respectivamente, Para obtener el tipo de PT100 se obtiene con la ecuación vía labview.

$$A1 = (R_{100} - R_0) / (100 * R_0);$$

Se recomienda medir  $R_{100}$  para el valor de resistencia a 100°C y el valor de  $R_0$  para la resistencia a 0°C y se obtiene el tipo de PT100.

Una vez conocido el tipo de PT100 y que haya sido según el modelo de Callendar Van Dusen se lleva a cabo la calibración para la obtención de los coeficientes de temperatura A y B.

Los coeficientes A, B y el valor de  $R_0$  son introducidos por el metrólogo, mientras que  $R_t$  es el valor de resistencia que va estar variando de acuerdo a la temperatura y  $t$  es la temperatura mediante la ecuación de interpolación 4, ver [2].

$$t = \frac{-A + \sqrt{A^2 - 4B(1 - \frac{R_t}{R_0})}}{2B} \quad (4)$$

Para obtener el valor de temperatura  $t$  de acuerdo al valor de resistencia  $R_t$ , se puede ver en la siguiente expresión en labview.

$$t = (-A + ((A^2 - (4 * B) * (1 - (R/R_0)))^{(1/2)})) / (2 * B);$$

En el programa en labview quedaría de la siguiente forma como se ve en la figura 1, el valor de R es el valor que corresponde a la resistencia que va estar variando de acuerdo a la temperatura  $t$ , mientras una vez realizado la calibración se obtiene los coeficientes A y B.

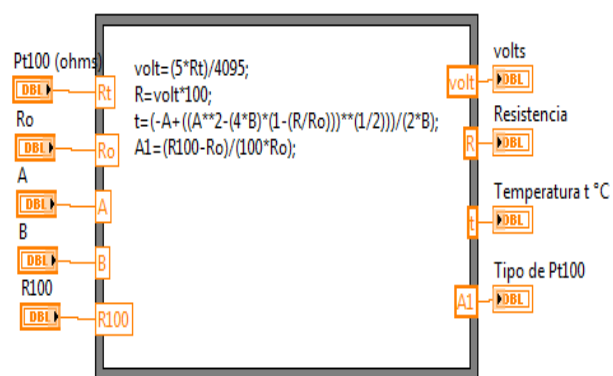


Figura 1 Modelo de Callendar Van Dusen subvi

Para esto se obtiene el valor de  $t$  de acuerdo al modelo de callendar van dusen, por lo que el subvi quedaría de la siguiente manera.

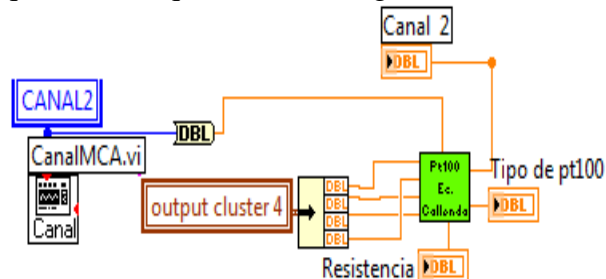


Figura 2 Subi pt100 Ec. Callendar

Posteriormente se lee los parámetros iniciales del ajuste matemático mediante el modelo Callendar Van dusen para los sensores de temperatura mediante un sub-vi llamado Config coeficientes, como se ve en la figura 3, se observa el diagrama de conexión y en la figura 4 el panel frontal, que se habilita cuando se activa el botón configuración.

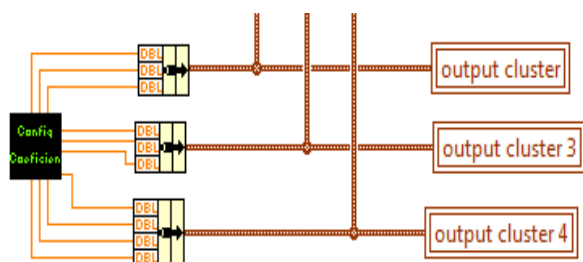


Figura 3.sub-vi Configuración Coeficientes

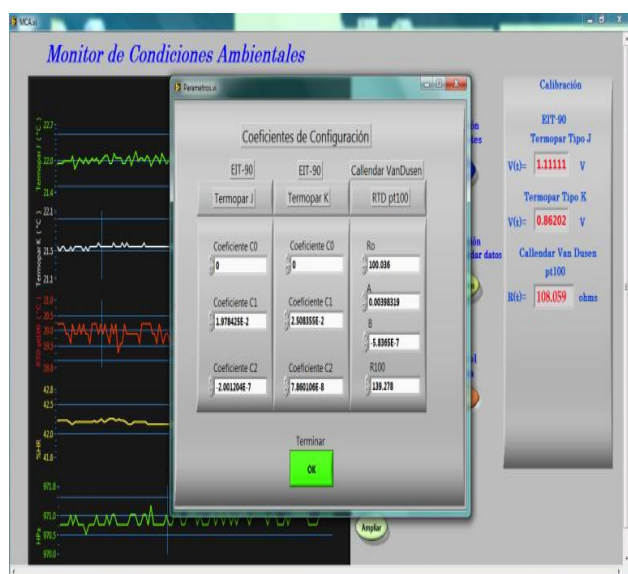


Figura 3 Panel frontal

El tipo de sensor que se va utilizar es un PT100 Tipo A  $\alpha=0.00385$  configurado con el método de 4 hilos como se ve en la figura 4, lo que permite obtener presiones de centésimas de grado con la ventaja que el PT100 no se descompone gradualmente entregado lecturas errónea.

Figura 4 Acondicionamiento de señal PT100 de 4 hilos

Por los cables 1 y 4 se hacen circular una corriente de  $I$  de 1mA a través de  $R(t)$  provovando una diferencia de potencial de 10mV en los extremos de  $R(t)$ .

Los cables 2 y 3 están conectados a la entrada de un amplificador de instrumentación AD620 de alta impedancia luego por estos cables no circula corriente y por lo tanto la caída de potencial en los cables será cero y el amplificador de instrumentación AD620 medirá exactamente el voltaje  $V$  en los extremos del elemento  $R(t)$ , ver figura 5.

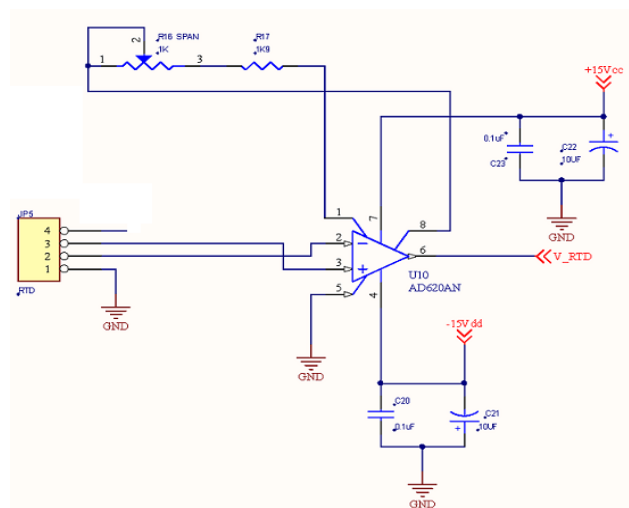


Figura 5 Corriente de 1mA con el AD620

Posteriormente en el amplificador de instrumentación AD620, se ajusta la ganancia para obtener un rango de voltaje de 0V equivale a 0°C y 5V a 100°.

Y Finalmente esta señal entra a un microcontrolador para que a su vez haga comunicación con el software labview.

**Resultados**

**Canal 2 Sensor PT100**

Temperatura del patrón (°C)	Resistencia del Calibrando (ohms)	Incertidumbre (k=2) °C
0,0	100,000	0,3
3,6	101,407	0,3
28,8	111,127	0,3
71,7	127,626	0,3

La ecuación recomendada para hacer interpolaciones en este tipo de termómetros es la siguiente:

$$\frac{R_t}{R_0} = 1 + At + Bt^2 + C(t-100)t^3$$

t es la temperatura en °C

R<sub>t</sub> es la resistencia en Ohms

R<sub>0</sub> es la resistencia en 0°C

A= -3.9967E-07

B= 0,0038808

### Referencias

- [1] R. Ramirez Bazán, *Téorico Experimental de Termometría*. Notas de curso CENAM. Querétaro, México, 2001
- [2] IEC 751, International standard. Industrial platinum resistance thermometer sensor. Amendment 2. 1995-07
- [3] R. Ramirez Bazán, *Téorico Experimental de Termometría*. Notas de curso CENAM. Querétaro, México, 2002
- [4] Crovini, L. et. al. *Temperature* **5**, 1077 (1992)

## Instrucciones para Autores

---

### [Titulo en Times New Roman y Negritas No.14]

Apellidos en Mayusculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayusculas -2do Nombre de Autor  
*Correo institucional en Times New Roman No.10 y Cursiva*

(Indicar Fecha de Envio: Mes, Dia, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

#### **Resumen**

Titulo

Objetivos, metodología

Contribución

(150-200 palabras)

#### **Abstract**

Title

Objectives, methodology

Contribution

(150-200 words)

#### **Keywords**

**Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman  
y Negritas No.11**

---

**Cita:** Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayusculas -2do Nombre de Autor. Titulo del Paper.  
Título de la Revista. 2015, 1-1: 1-11 – [Todo en Times New Roman No.10]

---

---

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: )

† Investigador contribuyendo como primer autor.



# Instrucciones para Autores

## Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del artículo

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

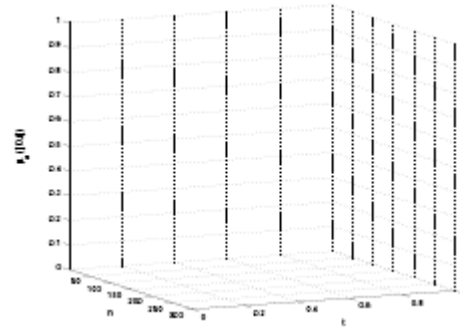
[Titulo en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Articulos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Graficos, Figuras y Tablas-Editables

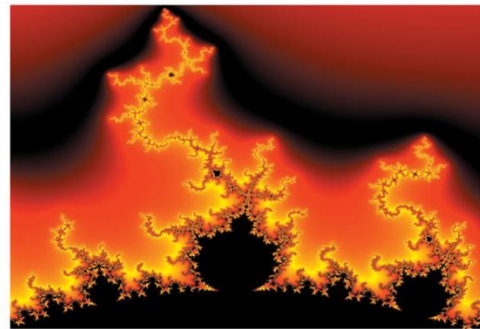
En el *contenido del artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el titulo en la parte inferior con Times New Roman No.10 y Negrita]



**Grafico 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberan ser imágenes- todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberan ser imágenes- todo debe ser editable.


**Tabla 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberan ser imágenes- todo debe ser editable.

Cada artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

## Instrucciones para Autores

---

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

### Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

### Resultados

Los resultados deberán ser por sección del artículo.

### Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

### Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

### Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

### Referencias

Utilizar sistema APA. **No** deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del artículo.

### Ficha Técnica

Cada artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

**Formato de Originalidad**



Sucre, Chuquisaca a \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20 \_\_\_\_

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de ORIGINALIDAD de la siguiente Obra.

Artículo (Article):

---

Firma (Signature):

---

Nombre (Name)

## Formato de Autorización



Sucre, Chuquisaca a \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20 \_\_\_\_

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a ECORFAN-Bolivia a difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

I understand and accept that the results of evaluation are inappealable. If my article is accepted for publication, I authorize ECORFAN-Bolivia to reproduce it in electronic data bases, reprints, anthologies or any other media in order to reach a wider audience.

Artículo (Article):

\_\_\_\_\_  
Firma (Signature)

\_\_\_\_\_  
Nombre (Name)

# Revista de Aplicaciones de la Ingeniería

“Sensores de corriente aplicados al ahorro de energía en iluminación”

**JAMAICA-Alejandro, ORTEGA-J., GUERREO-Salvador, CONDE-David**

*Universidad Tecnológica de Querétaro*

“Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz”

**MONTALBAN-Edith, ARENAS-Erika, TALAVERA-Marianela, MAGAÑA-Rocío**

*Universidad Tecnológica de Querétaro*

“Estrategias de metalectura en Alumnos universitarios”

**MORALES-José**

*Universidad Tecnológica de Querétaro*

“Diseño hacia el Mantenimiento”

**SALAS-Alejandro**

*Universidad Tecnológica de Querétaro*

“La formación dual como una estrategia para obtener mayores aprendizajes significativos y favorecer la competitividad. Una indagación exploratoria sobre elementos y contextos”

**TALAVERA-Marianela, MAGAÑA-Rocío, ARENAS-Erika, MONTALBÁN-Edith**

*Universidad Tecnológica de Querétaro*

“Terotecnología: Generadora de riqueza y fiabilidad en la industria-experiencia en la industria”

**FLORES-Alejandro**

*Universidad Tecnológica de Querétaro*

“Acondicionamiento de Señal de un TRPI vía labview mediante Callendar Van Dusen”

**JAMAICA-Alejandro, ORTEGA-Gerardo, GUERREO-Salvador, CONDE-David**

*Universidad Tecnológica de Querétaro*

