

El dibujo y la expresión gráfica como herramientas fundamentales en la ingeniería industrial

Drawing and graphic expression as fundamental tools in industrial engineering

Manuel Duarte

Palabras clave: expresión gráfica, dibujo técnico, lenguaje, estandarización, croquis.

Key words: graphic expression, technical drawing, language, standardization, croquis.

RESUMEN

La comunicación técnica en la ingeniería amerita que se empleen mecanismos y formas de expresión que permitan la transmisión de información de una manera clara y eficaz. La expresión gráfica y el dibujo técnico constituyen herramientas fundamentales de apoyo a los equipos tecnológicos interdisciplinarios con los que actúa la ingeniería y en particular en el campo industrial. A partir de la revolución industrial, se generó un rápido crecimiento de la tecnología a nivel mundial, enfocada en procurar y lograr mejores métodos de trabajo, niveles de calidad y eficiencia en la producción óptimos, uso eficiente de recursos, planeación de proyectos, solución de problemas, entre otros aspectos, con el fin de adecuarse a las exigencias de un mercado creciente y cada vez más exigente, en donde la ingeniería industrial juega un rol primordial. Este crecimiento tecnológico maneja volúmenes considerables de información, requiriendo de un lenguaje técnico estandarizado, que pueda ser transmitido y entendido por diversas personas en un ambiente industrial globalizado. Las técnicas de expresión gráfica y el dibujo técnico forman parte de este lenguaje, prestando un valioso apoyo hoy en día en las distintas facetas de la ingeniería industrial.

INTRODUCCIÓN

El ser humano bien sea que se considere como individuo o como grupo social, se encuentra en constante evolución, no solamente en los aspectos físicos y biológicos, la evolución involucra también a los diversos aspectos que tienen que ver con su desarrollo, con su forma de vida, con su comportamiento, la forma en que se comunica con sus semejantes y expresa sus ideas, la manera de pensar y tomar decisiones, la creatividad y hasta la

ABSTRACT

Technical communication in engineering warrants mechanisms and forms of expression that allows the transmission of information clearly and effectively employed. Graphic expression and technical drawing are fundamental tools to support interdisciplinary technological teams which acts engineering and particularly in the industrial field. Since the Industrial Revolution, rapid growth of technology worldwide, focused on seeking and achieving better working methods, quality standards and optimum production efficiency, efficient use of resources, project planning, solution of problems among other things, in order to meet the demands of a growing and increasingly demanding market, where the Industrial Engineering plays a major role. This technological growth handles large volumes of information, requiring a standardized technical language that can be transmitted and understood by different people in a globalized industrial environment. The techniques of graphic expression and technical drawing are part of this language, providing valuable support in the various facets of Industrial Engineering today.

manera como utiliza los recursos y herramientas de que dispone para afrontar situaciones diversas.

Registros históricos relacionados con la evolución humana y su desarrollo son testimonio indiscutible de las diversas etapas que como seres humanos hemos atravesado. Particularmente la manera en que se afrontan los problemas o necesidades y se crean soluciones a las mismas, ha influenciado en el desarrollo de la manufactura, la tecnología y la ciencia.

La comunicación ha sido también un factor clave dentro de la evolución humana, ideándose diversidad de medios o canales a través de los cuales fluyen las ideas y los mensajes. La expresión gráfica constituye una de las formas de comunicación empleada por los seres humanos desde tiempos remotos como medio para transmitir mensajes de una manera sencilla, clara, rápida y eficaz. Hoy en día la expresión gráfica es considerada como un lenguaje que cobra especial importancia cuando es empleada en los diversos campos de la ciencia y la tecnología como es el caso particular de la ingeniería, en la que los diversos métodos gráficos, son entendidos como pilares fundamentales en el lenguaje del ingeniero a nivel mundial.

La ingeniería industrial se beneficia considerablemente del uso de la expresión gráfica como lenguaje técnico aplicado en los diversos roles de esta disciplina, destacándose en la planeación y ejecución de proyectos, el análisis de información, el diseño y manufactura de productos, piezas, dispositivos, maquinarias e instalaciones industriales entre otros aspectos.

La expresión gráfica y el dibujo industrial como lenguaje.

En el mundo industrial surgido después del siglo XVIII la expresión gráfica y el dibujo industrial cobraron una importancia desde el punto de vista comunicativo nunca antes vista, siglos antes la manufactura de productos se realizaba de manera artesanal, mediante procesos manuales, empleando herramientas rudimentarias y en instalaciones precarias, la expresión gráfica como dibujo técnico había logrado sin embargo importantes avances en el campo de la ingeniería particularmente en el sector construcción. Luego de la revolución industrial, la llegada de la producción en masa para satisfacer a un mayor número de consumidores cada vez más exigentes y la incorporación de nuevas tecnologías a los procesos productivos, un amplio y pujante sector industrial no solo aprovechó las ventajas de las gráficas, diagramas y el dibujo para expresar y registrar ideas e información sino que contribuyó

en el desarrollo de sus principios y convenios. Se puede afirmar por ejemplo que el dibujo industrial actual es un lenguaje gráfico, preciso y de aplicación universal, que tiene su fundamento en la geometría pero que también emplea símbolos, representaciones simplificadas y convenios. (J.Perez y S. Palacios, 1998).

La precisión del lenguaje gráfico atañe no sólo a la forma, la geometría y la información de tipo espacial. Otros contenidos, como el tipo de materiales, cantidades, tratamientos, instrucciones para la fabricación o para el montaje, especificaciones, datos estadísticos, etc., se plasman sobre el mismo plano o en diversidad de expresiones gráficas, empleando para ello símbolos y anotaciones recogidas o apoyadas en convencionalismos con el fin de hacerlo más práctico, sencillo y universal, con lo que se multiplica el potencial de las capacidades comunicativas de los planos y gráficos industriales, hasta el punto en que estos constituyen en si mismos, documentos con una formalidad tal que les reviste de valor legal.

Normalización

Dentro del principio de universalización del lenguaje del dibujo, cobra un interés especial la normalización, entendiéndose esta como el establecimiento de un conjunto de orientaciones con el fin de unificar criterios. El idioma, la escritura, la numeración, las unidades de medida, son producto de procesos de normalización. A manera de ejemplo, cuando se constituyó al metro como unidad de medida lineal se resolvió la situación compleja y problemática de la multiplicidad de unidades de medida de longitud que se empleaban en el mundo entero Perez y Palacios (1998).

Como ya se mencionó, las condiciones y oportunidades que se abrieron con la producción en masa a partir de la Revolución Industrial, marcaron definitivamente la imperiosa necesidad de manejar ese lenguaje claro y universal y se establecieron en consecuencia las bases de la normalización como un nuevo concepto

internacional. La creciente complejidad industrial y comercial ocasionaba una gran dispersión y confusión de productos y mercados, lo cual obligó a la simplificación de la abundancia innecesaria de procesos, unidades de medida, tamaños y formas industriales. Se hacía necesario entonces la reducción de la cantidad de productos y procesos similares, manteniendo aquellos técnicamente mejores para facilitar la especialización, la producción en serie, el intercambio, la comparación y la elección, el menor costo, la mejora de la calidad, las reparaciones y reparto, el transporte y el almacenamiento.

Finalizando el siglo XIX y a principios del XX se establecen las primeras comisiones, comités y organismos encargados del estudio y formulación de las normas industriales en donde jugaron un rol importante por citar algunos ejemplos, el Comité de Normalización de la Industria Alemana NADI (1917) que posteriormente cambiaría su denominación por las siglas DNA (Comité de Normas Alemanas) estableciendo las conocidas normas DIN, en el año 1918 se constituyó en Francia el AFNOR - Asociación Francesa de Normalización. En 1919 en Inglaterra se constituyó la organización privada BSI - British Standards Institution. Todos estos esfuerzos por la normalización continuaron durante todo el siglo, destacándose los aportes que se incorporaron en esta materia durante los lamentables eventos de las dos guerras mundiales, en donde se hacía crucial para las partes el desarrollo de una industria bélica robusta, capaz de facilitar una producción en serie e intercambiabilidad para reparaciones rápidas en los campos de batalla y el rápido y fácil manejo de información de diversa índole para la planeación, la evaluación y la solución de problemas. Se establecen en un primer momento regulaciones o normas a nivel regional o particular para algunos países, hasta lograr finalmente la creación de un único organismo internacional de normalización como el que funciona hoy en día.

La complejidad estructural y funcional, tanto industrial como económica, hace que los procesos de producción sean cada vez más metódicos e

interdisciplinarios, sobrepasando todas las fronteras y alcanzando ese carácter internacional que tiene la actual producción de bienes y servicios y el mercado en que se desenvuelve. Como consecuencia de esto, todos los países miembros de la Organización de Naciones Unidas (ONU) se han visto en la necesidad de incorporarse a la Organización Internacional de Normalización (ISO). Se establece entonces la normalización internacional total, suprimiendo las pequeñas diferencias que aún persisten entre los diferentes países.

Una norma debe ser clara, precisa y objetiva para evitar interpretaciones erróneas, dando soluciones prácticas y concretas a los problemas que ha de resolver. La normalización industrial tiene por objeto fundamental ordenar los procesos industriales y productivos en pro de obtener los mejores bienes y servicios al menor precio posible. Con la aplicación de la normalización se logra directamente una mejor producción y una mayor economía en los productos fabricados. El dibujo técnico como una expresión gráfica normalizada se establece entonces como un lenguaje claro, preciso y universal para la expresión, divulgación y registro gráfico de ideas, haciendo uso de herramientas geométricas normalizadas, como son las proyecciones y los diferentes sistemas de representación así como convenios y símbolos acordados, como sucede especialmente en las representaciones esquemáticas o simplificadas de elementos comunes por lo que se constituye en un pilar fundamental dentro de este ámbito tecnológico industrial. De manera similar, la mayoría de las técnicas gráficas de ingeniería obedecen o se fundamentan en procesos estandarizados y reconocidos a nivel mundial, permitiendo la transmisión e interpretación de la información que contienen rápida y eficazmente.

El croquizado

La capacidad que se observa en los dibujos normalizados para la transmisión de información, tanto para recibirla y entenderla como para comunicarla se complementa con otra misión fundamental que es la de contribuir de manera

creativa en la generación de diseños de ingeniería. Un diseño es una solución particular que resuelve o solventa un problema, en donde el rol que desempeña el ingeniero al momento de formular dicho diseño consiste en que esta idea sea económica, técnicamente viable y que efectivamente funcione.

Uno de los primeros pasos en la búsqueda de soluciones posibles que conformarán al diseño, tiene que ver precisamente con el uso de la expresión gráfica mediante el proceso de croquización. Croquizar es plasmar gráficamente y de manera un tanto informal, esta generación de ideas y pensamientos que dan origen a un diseño, teniendo en cuenta todas las propiedades y condicionantes sobre éste según .Perez y Palacios (1998). Se puede decir que es la parte gráfica del proceso creativo, siendo un proceso flexible en el que inicialmente se dibujan formas y elementos de una manera sencilla, informal, e improvisada en algunos casos, que progresivamente va generando elementos gráficos más determinados, corrigiéndose y modificándose conforme se van considerando diversos factores. En este proceso de croquización se busca que la forma satisfaga los requerimientos funcionales, estructurales, tecnológicos, económicos, de fabricación, comercialización, normalización, etc.

La función que se busca que cumpla un elemento condiciona la forma y de hecho cada uno de los requerimientos antes citados va configurando el diseño óptimo. Se parte de una primera forma funcional en una etapa conceptual inicial sin una definición concreta de sus detalles, materiales o construcción y posteriormente se van detallando sus partes y componentes conforme se consideran estos aspectos. El posterior proceso de la reconsideración constante del diseño original, hace que este vaya mejorando en las sucesivas iteraciones, evolucionando hacia un diseño más eficiente y definitivo sin que esto quiera decir que no se pueda seguir mejorando; a medida que la tecnología incorpora nuevas herramientas, procesos, materiales, actividades, estos avances tecnológicos pueden irse incorporando a los

diseños, cumpliéndose en este aspecto con la máxima de la Ingeniería Industrial: "Siempre hay un método mejor".

La aplicación y elaboración de croquis en ingeniería y en particular en la ingeniería industrial es un proceso, una práctica común que permite a los integrantes del equipo tecnológico encargado de diseñar y aportar soluciones a los diversos problemas, compartir y expresar ideas de una manera informal y cómoda ya que esto puede ser realizado tanto en el mismo sitio donde se presente la situación problemática, como por ejemplo dentro de una celda de trabajo o línea de producción, al pie de una máquina, así como en espacios alejados tales como oficinas, salas de reuniones, etc. La ventaja de realizar la croquización a mano alzada, es que permite conformar libremente la representación de los objetos y no está sujeto a la disciplina estricta de la línea recta. No obstante también se puede croquizar haciendo uso de instrumentos gráficos, o incluso los sistemas de diseño asistido por computador (CAD) los cuales se han desarrollado notablemente en los últimos años, facilitando los procesos de diseño gráfico en virtud de que permiten establecer criterios en la generación de las formas, puesto que permite hacer variaciones en función de parámetros. Esto permite hacer rápidas modificaciones en las formas simplemente con variar un valor sin necesidad de dibujar todo de nuevo, haciendo que la croquización con CAD, aunque inicialmente pudiera ser más laboriosa que con lápiz, a la postre sea más eficaz por la facilidad de corrección y simultaneidad de los aspectos conceptuales que el computador es capaz de manejar.

La expresión gráfica y el dibujo técnico en la ingeniería Industrial

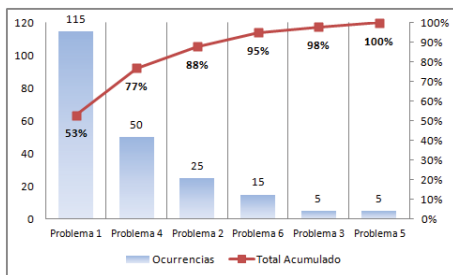
La expresión gráfica en el campo de la ingeniería es diversa y constituye según sea el caso de aplicación, herramientas importantes bien sea para su uso en el planteamiento y solución de problemas, en la planificación y análisis de situaciones y proyectos, en el diseño para la fabricación de piezas, productos, dispositivos, maquinas, instalaciones, edificaciones, etc.

Particularmente en el área de la ingeniería industrial, es notable el uso de la expresión gráfica en herramientas para el análisis de problemas, la evaluación y control de procesos o en la formulación y planificación de proyectos, convirtiéndose en medios gráficos de transmisión y análisis de información de manera clara y eficaz para la toma de decisiones. También es notoria su aplicación de una manera más técnica y formal mediante el uso del dibujo técnico para el diseño de productos, piezas y dispositivos que contribuyan a la solución de algún problema práctico en una línea de producción, así como para la representación gráfica arquitectónica de instalaciones industriales, para su análisis en función de optimizar el uso del espacio, los recursos y el trabajo que en ellos se realiza.

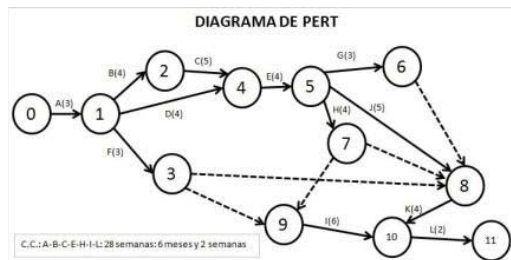
Como ejemplo de aplicación citado en el párrafo anterior se puede mencionar diversidad de graficas como los de línea, de barras, de área entre otros. Algunas de las herramientas gráficas para la

transmisión de información enfocada al planteamiento de problemas, la evaluación, el control, el análisis y la planificación según Kume (1992) y Muñoz (2009):

- Histogramas.
- Diagramas de Pareto.
- Diagramas de Gantt.
- Diagrama de clasificación piramidal.
- Diagrama de dispersión.
- Diagramas de Causa Efecto
- Diagramas de operaciones.
- Gráficos de desarrollo o de control.
- Métodos PERT y CPM.
- Esquemas de proyectos.
- Diagramas de Inventarios.

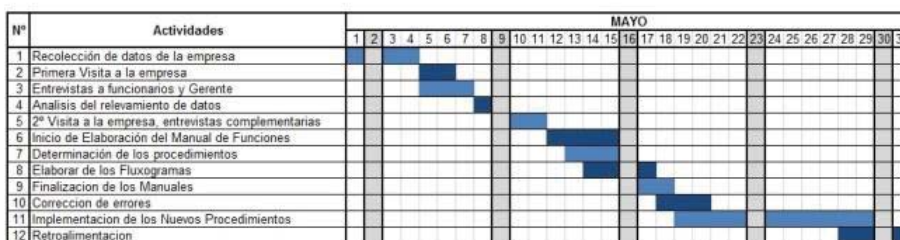


(a)



(b)

DIAGRAMA DE GANTT
Secuencia de la elaboración de los Manuales de procedimientos para empresa XX



(c)

Figura 1. Diversas técnicas gráficas empleadas en el análisis de información, la planeación, evaluación y control de procesos. a) Diagrama de Pareto, b) Diagrama de Gantt, c) Diagrama de Pert.

La mayoría de estas técnicas y expresiones gráficas se soportan e incluso forman parte fundamental de diversidad de herramientas de estadísticas básicas tanto en el campo del planteamiento y análisis de problemas como en el control y mejoramiento de la calidad.

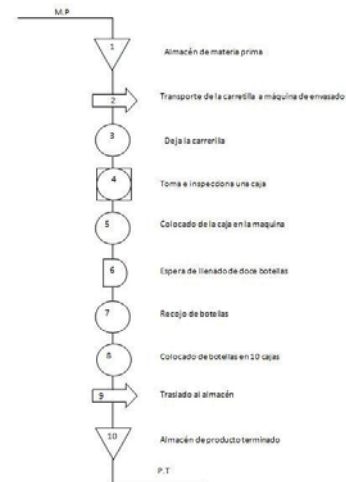
Otras aplicaciones de las técnicas gráficas en la ingeniería industrial se desarrollan ampliamente en el campo de los estudios de planteamiento, seguimiento del trabajo y métodos, empleando diversidad de diagramas y símbolos que describen detalladamente las operaciones para su análisis meticoloso a fin de hacerlas más eficientes. De igual modo también es notoria su aplicación en los estudios de distribución en planta, con el fin de optimizar el uso del espacio en áreas de producción, almacenes y de servicios, facilitando

el manejo de materiales y reduciendo los recorridos y tiempos. Entre las técnicas gráficas más utilizadas en estos aspectos se pueden apreciar entre otras las que se citan en Burgos (2002) y Niebel (2009):

- Organigramas.
- Diagrama de Operaciones del proceso.
- Diagramas de Proceso.
- Diagramas de Flujo o de Recorrido.
- Diagrama del Operador.
- Diagrama Hombre-Máquina.
- Plantillas y Modelos a escala para Distribución en Planta.
- Diseño de Dispositivos.



(a)



(b)

Figura 2. Herramientas gráficas enfocadas a métodos de trabajo. a) Diagramas de flujo, b) Diagramas de operaciones de proceso.

La Higiene y Seguridad Industrial es otra de las áreas que se ve favorecida por el correcto uso de las técnicas de expresión gráfica y el dibujo técnico, particularmente mediante la señalética, la cual, siendo una actividad propia del diseño gráfico estudia y desarrolla todo un sistema de comunicación visual, sintetizado en un conjunto de señales o símbolos en combinación con formas

geométricas y colores, con funciones específicas y reconocidos a nivel mundial debido a la normalización. Esta señalización obedece a diversos objetivos según su aplicación como por ejemplo:

- Prohibición de realizar una determinada acción susceptible de provocar un riesgo.

- Descripción de una acción de obligatorio cumplimiento.
- Advertencia sobre la presencia de un determinado peligro.

- Trasmisión de información relacionada con casos de emergencia, equipos contra incendios, rutas de escape, etc.



Figura 3. Empleo de expresión gráfica mediante señalética en la seguridad Industrial.

Particularmente interesante resulta el uso de las señales y símbolos como medios de trasmisión de información referida a la identificación y manipulación de materiales peligrosos estando regulado incluso por la ONU. Mediante el uso de

símbolos, las personas pueden tener acceso a información importante como por ejemplo la clase y subclase a la que pertenece una sustancia según el tipo y nivel de riesgo asociado a ella, bien sea explosiva, corrosiva, tóxica, radioactiva, etc.

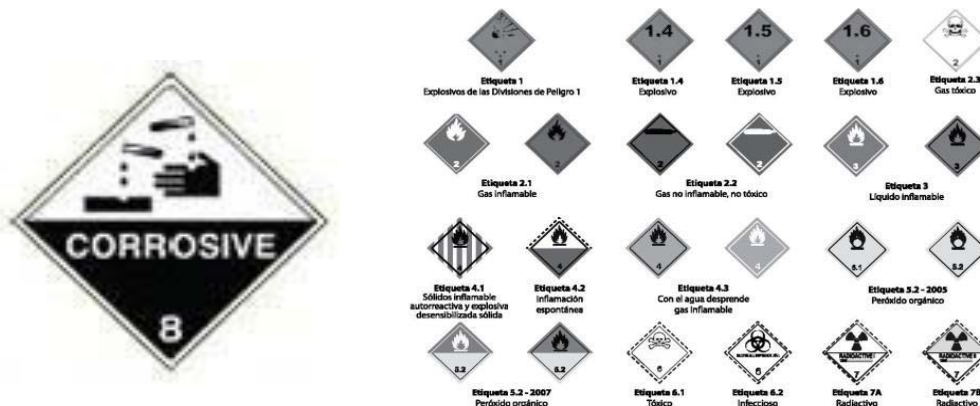


Figura 4. Expresión gráfica empleada en la identificación de materiales peligrosos.

CONCLUSIONES

Difícilmente el profesional de la ingeniería industrial puede desempeñar su labor en las diversas áreas o campos de acción de esta disciplina sin el uso de técnicas gráficas que le permitan planificar actividades o proyectos, comunicar indicadores de gestión a sus superiores

o demás integrantes del equipo de trabajo. Resulta extremadamente difícil tomar decisiones o analizar un problema con solo la observancia de datos numéricos contenidos en tablas, fórmulas matemáticas o textos escritos.

Las técnicas gráficas constituyen una herramienta tecnológica ligada estrechamente a la Ingeniería, aportando beneficios extraordinarios en cada una

de las acciones que se pretenden implementar en la búsqueda de la eficiencia, incrementando la productividad y haciendo a las organizaciones cada vez más competitivas. No hay duda de que dibujos técnicos normalizados, símbolos estandarizados, gráficas, controles visuales entre otros, se convierten en canales para la transmisión de información técnica de una manera segura, eficiente y rápida, un lenguaje de aplicación y entendimiento universal.

Igualmente importante resulta la aplicación de la expresión gráfica en uno de los roles fundamentales de los profesionales de la ingeniería. Es el diseño y la creatividad lo que destaca en la actuación de esta disciplina, creando productos nuevos, planteando soluciones y resolviendo problemas, ideando mejoras y en definitiva mejorando el entorno.

REFERENCIAS

Aradas, J. y Guillermo, O (1984) Ingeniería de Planta, Tomo II, Universidad Nacional Abierta Ingeniería Industrial.

Bertoline, W y Miller, M (2013) Dibujo en Ingeniería y Comunicación Gráfica, 2da Edición, Mc Graw Hill.

Burgos, F. (2002) Ingeniería de Métodos. Calidad-Productividad. 3ra edición, Universidad de Carabobo.

Carretero, A., Romero, G. y Maroto, J. (2006) Dibujo Industrial, Expresión Gráfica. Universidad Politécnica de Madrid.

Carro, R. y Gonzalez, D (2012) Control Estadístico de Procesos, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Earle, J. (1976) Diseño gráfico en ingeniería, Fondo educativo interamericano s.a.

Hitoshi, Kume. (1992) Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad Grupo editorial Norma.

Jensen, C. (1988) Dibujo y diseño de ingeniería, McGraw -Hill.

Muñoz, D (2009) Administración de Operaciones, Enfoque de Administración de Procesos de Negocios. CENGAGE Learning.

Niebel, B. y Freivalds, A (2009) Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Duodécima Edición, Mc Graw Hill.

Perez, J. y Palacios, S. (1998) Expresión Gráfica en la Ingeniería, Introducción al dibujo industrial. Universidad Carlos III de Madrid, Pearson Prentice Hall.

Autores

Manuel Duarte. Ingeniero Industrial. Universidad de Carabobo. Estudiante de maestría en Desarrollo y Ambiente en la Universidad Simón Bolívar. Profesor asistente a Dedicación Exclusiva en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo en las asignaturas Dibujo I y Dibujo II. (1996 – 2014)

E-mail: mduarte@uc.edu.ve

Recibido: 20-10-2014

Aceptado: 27-11-2014