

# Diseño de una aplicación móvil para mejora de tiempos de servicios en empresas de transporte masivo basada en el QFD

## Design of a Mobile Application for the Improvement of Times Services in Companies of Massive Transport Based on the QFD

Ibeth Marrugo<sup>1</sup>, Carmelo Alfredo Guzmán<sup>1</sup>, Hernando Garzón<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa Tecnología en Producción Industrial, Ingeniería Industrial,  
Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Cartagena.  
Grupo CIPTec, Colombia  
{imarrugo, cguzmans, hgarzons}@tecnocomfenalco.edu.co

**Resúmen.** La movilidad derecho colectivo relevante, obliga a los gobiernos a crear sistemas de transporte masivo. La Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, no ajena a esa realidad, utiliza estrategias de Investigación, Innovación y Emprendimiento, como el Proyecto de Aula y los Eventos FERIALES, donde sus estudiantes, proponen, simulan y exponen soluciones a problemáticas existentes, a través de prototipos rápidos de baja fidelidad, pero pertinentes, eficientes y eficaces, como este caso, que plantea la propuesta de una aplicación tecnológica, que integre en un solo sistema el uso adecuado de tiempos y rutas, para agilizar y facilitar el sistema de movilidad masiva, evitando represamientos u otros efectos derivados. De esta forma, los estudiantes se apropian de competencias tanto específicas como genéricas.

*Palabras clave:* aplicación móvil, despliegue de la función calidad (QFD), filas de espera, sistemas de transporte masivo.

**Abstract.** Mobility, the relevant collective right, forces governments to create mass transit systems. The Comfenalco Technological University Foundation, not alien to that reality, uses Research, Innovation and Entrepreneurship strategies, such as the Classroom Project and Fair Events, where its students propose, simulate and expose solutions to existing problems, through rapid prototypes low fidelity, but relevant, efficient and effective, as in this case, which proposes the proposal of a technological application, which integrates in a single system the appropriate use of times and routes, to streamline and facilitate the mass mobility system, avoiding repressions or other derivative effects. In this way, students appropriate both specific and generic competences

*Keywords:* mobile application, quality function deployment (QFD), queues, mass transport system.

## 1 Introducción

El presente artículo pretende demostrar que en la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, la educación es concebida como un proceso permanente, que posibilita el desarrollo de las potencialidades del ser humano de manera integral en los campos de la ciencia, la técnica, la tecnología, las humanidades, el arte y la filosofía. Para tal propósito se ha establecido desarrollar tres proyectos básicos, pilares para el desarrollo de las competencias pertinentes como lo son los proyectos de Investigación, Innovación y Emprendimiento. Estos son procesos eminentemente curriculares que se desarrollan en el aula de clases como proyectos de aula, donde los estudiantes determinan, analizan y proponen soluciones a problemas y/o necesidades de un contexto, y luego son presentados en un evento ferial como ideas innovadoras que se conviertan en oportunidades para impactar en la sociedad. El proyecto modelo que se ha escogido para este artículo tiene que ver con la problemática que presenta el Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) Transcaribe, como lo son las conglomeraciones y largas filas derivadas de la gran demanda, lo que demuestra incapacidad de atención al usuarios al momento de adquirir su pasaje; dando como resultado un cliente insatisfecho por el servicio prestado.

La anterior problemática dio motivo para que los estudiantes idearan la elaboración de una aplicación móvil, para que el usuario pueda comprar su pasaje desde cualquier sitio y hora, beneficiando al cliente y al mismo tiempo a la empresa. El proyecto utilizará la herramienta del QFD con el fin de priorizar y dar respuesta a las necesidades de los clientes. La tecnología se ha convertido en una herramienta de mucha utilidad, lo que facilita la realización de las actividades diarias, como lo son los dispositivos móviles, que son aparatos de tamaño pequeño, con algunas capacidades de procesamiento, alimentación autónoma, conexión permanente o intermitente a una red, memoria limitada, diseñados específicamente para una función, pero que pueden llevar a cabo otras funciones más generales [1], y una aplicación (también llamada App) es simplemente un programa informático creado para realizar o facilitar una tarea en un dispositivo informático [2]. En este orden de ideas, una aplicación informática (APP), es una herramienta que permite realizar actividades de manera más sencilla y rápida, evitando que lleguen a ser extenuantes y demoradas como: “las largas y congestionadas filas de espera”, que ponen en juego el tiempo, comodidad y seguridad de las personas en los SITM [3].

Se hace saber, que esta propuesta solo abarca la fase de ideación la cual se evidencia y simula a través de un prototipo de baja densidad, en la feria de ideas de negocios y de Expotecnos, que semestralmente realiza la institución en el centro de convenciones de la ciudad de Cartagena de Indias “Julio Cesar Turbay Ayala”, uno de los más grandes e importantes de Colombia

### 1.1 El boom Latino Americano del transporte masivo

Antes del año 2002 como consecuencia de las malas prácticas de las compañías de transporte en las ciudades Colombianas, interesadas solo en aumentar la operación y no en prestar un buen servicio, y debido a que el crecimiento de la población se duplicaba cada año, el transporte urbano era ineficiente. Llega entonces el boom latinoamericano del transporte masivo, naciendo Transmilenio como una solución a

los problemas de movilidad en la ciudad de Bogotá, un modelo copiado de la Red Integrada de Transporte de Curitiba, en Brasil, el primer sistema de transporte de rápido tránsito del mundo [4]. En sus inicios Transmilenio fue un transporte público funcional con una inversión inicial de bajo costo, que ayudó a resolver los principales problemas de movilidad en la capital. Transmilenio Redujo los tiempos de viaje e ideó innovadoras formas de compra del pasaje, pasando de la compra directa (monedas y billetes) a tiquetes, tarjetas con banda magnética y tarjetas por contacto, logrando que algunas ciudades comenzaran a imitar este modelo, para suplir sus necesidades de movilidad.

## **1.2 Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM)**

Colombia tiene ciudades cada vez más congestionadas. El transporte masivo sigue creciendo en utilización, pero disminuyendo en satisfacción, excepto el Metro de Medellín y Manizales con los mejores medios de transporte; Bogotá y Valledupar con los peores en 2014. Los ciudadanos esperan buen funcionamiento del tránsito, vías en buen estado, servicio de transporte público (colectivo y masivo) satisfactorio, y menores tiempos de desplazamiento [5]. En el año 2015, Cartagena de Indias, imita este modelo de transporte con el nombre de Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) Transcaribe, presentándose, como la combinación organizada de infraestructura y equipos en un sistema que cobra un alto volumen de pasajeros, y da respuesta a un porcentaje significativo de las necesidades de movilización urbana [6]. Sin embargo el nivel demográfico de la ciudad es alto, (se estima una tasa de crecimiento anual de 1.7%) [7], en comparación con la infraestructura de transporte con la que se cuenta, por consiguiente, la captación hacia la gran demanda que se presenta en este, es baja, debido a la baja capacidad que tienen las estaciones del SITM para atención de usuarios al momento de adquirir su pasaje, obteniendo como resultado conglomeraciones, largas filas y la insatisfacción del usuario con el servicio prestado. A manera de información, el tiempo promedio de un usuario en una fila de espera para recargar su tarjeta es de 30 minutos en hora pico y 12 minutos en hora valle [8], siendo evidente que por la baja capacidad de atención del sistema, el usuario para recargar su tarjeta requiere hacer largas filas por amplios periodos de tiempo lo que genera inconformismo en su paso por este servicio. Demostrando, que el contar con la infraestructura y los equipos adecuados no garantizan comodidad ni calidad, aspecto de gran importancia en los negocios.

## **2 QFD: Despliegue de la Función de Calidad de la aplicación**

La determinación de los requerimientos del cliente relacionados con el diseño de la aplicación móvil donde pueda comprar su pasaje, para mejorar la prestación del servicio en su beneficio, se realizó a través del desarrollo del Despliegue de la Función de Calidad QFD. Esta herramienta, permite entender la prioridad de las necesidades del cliente y encontrar respuestas a estas, a través de la mejora continua de los productos y servicios en búsqueda de maximizar la oferta de valor [9]. Para lograrlo, se aplican encuestas que arrojan los requerimientos del cliente, que luego pasan a ser priorizados a partir del grado de relación de los que con los cómo, convirtiéndose en características o especificaciones técnicas. El concepto de QFD fue introducido en Japón por Yoji Akao en 1966, siendo aplicado por primera vez en Mitsubishi Heavy Industries Ltda.

en 1972. Su primera aplicación en empresas occidentales no se produce hasta mediados de los ochenta, siendo Rank Xerox y Ford en 1986 las primeras empresas occidentales en aplicar esta ficha técnica a su proceso de desarrollo de nuevos productos. Se define el despliegue de función de calidad (Quality Function Deployment) como el despliegue paso a paso, con el mayor detalle, de las funciones u operaciones que conforman sistemáticamente la calidad, con procedimientos objetivos, más que subjetivos. La principal herramienta para conseguir estos fines es el denominado gráfico de calidad o “casa” de calidad [10]. Luego se describe la secuencia del proceso de compra del pasaje, a través de un diagrama de flujo para determinar acciones de mejora.

La metodología QFD se enfoca en la satisfacción de las necesidades de los clientes, traslada las expectativas de los usuarios hasta los requerimientos de producción, mediante una serie de fases y matrices, como son [11]: Matriz de requerimientos de usuarios a características de calidad, Matriz de características de Calidad a Características de partes, Matriz de características de partes a parámetros de procesos y Matriz de parámetros de proceso a parámetros de producción. En el presente artículo se desarrolla la primera casa, se determinan los requisitos de los clientes, transformándose luego en características de calidad o de diseño que el producto debe cumplir para satisfacer las necesidades de los clientes del SITM [12].

### **2.1 Procedimiento para el desarrollo de la Matriz de requerimientos de usuarios a características de calidad**

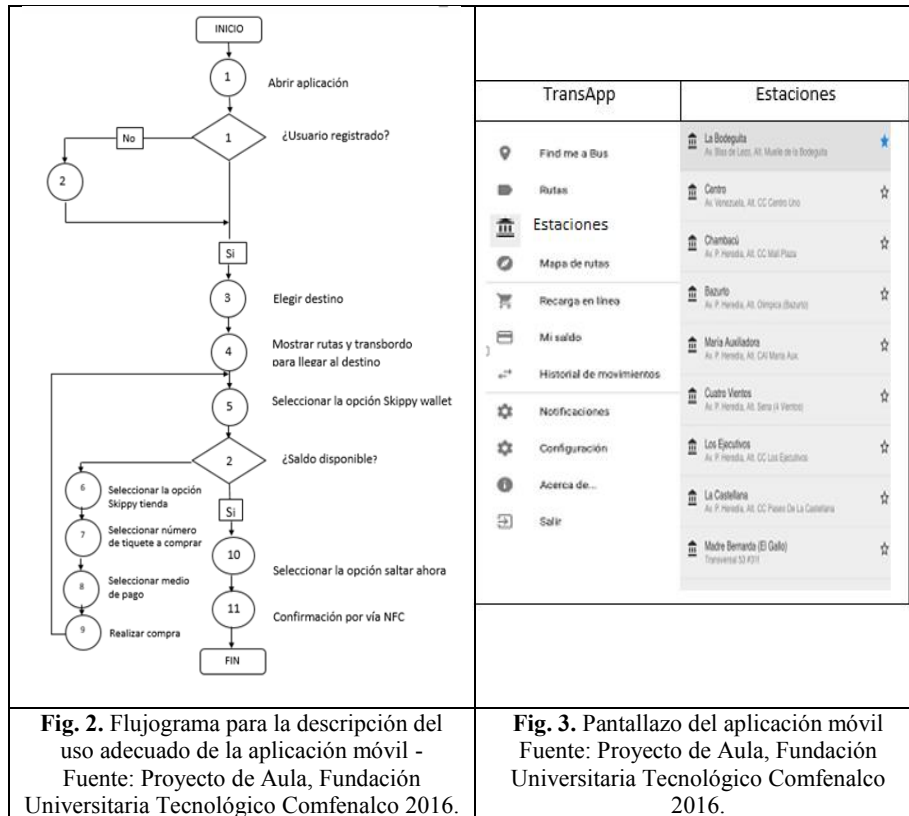
El proceso para alcanzar el resultado esperado, de establecer los requisitos de los clientes del SITM Transcaribe, y a partir de estos definir aspectos para darles respuesta, transformándolos en requisitos de diseño, se desarrollaron las siguientes etapas [13]: definir los qué's, definir los cómo's se puede satisfacer los qué's, determinar la relación entre los qué's y los cómo, otorgar valor 9 para relaciones fuertes, definir la importancia de los qué's, evaluar la importancia técnica, Determinar la dirección de mejora, determinar los valores objetivos para los cómo, realizar la evaluación técnica, realizar la evaluación competitiva, definir las interacciones de los cómo, analizar la casa de calidad ( existencia de columnas vacías -existencia de filas vacías, coincidencia entre la evaluación competitiva y evaluación técnica usando como referencia las relaciones fuertes) y seleccionar el cómo a mejorar (baja evaluación técnica con mayor importancia). En la figura 1 se observan los resultados.

### **2.2 Flujograma para el uso de la aplicación**

A partir del desarrollo de la matriz de requisitos y en la búsqueda de obtener resultados reales de disminución de los tiempos de las filas de espera en el servicio de compra y recarga de tarjetas en las estaciones del SITM Transcaribe, se propone el flujograma planteado en la figura 2, donde se muestra visualmente la línea de pasos de acciones que implican el proceso en mención, es decir se describe el adecuado uso de la de la aplicación móvil. De esta forma se facilita la comunicación entre las personas intervinientes y se difunde de manera clara y concreta información sobre el proceso y en la figura 3, se muestra una vista del aplicativo móvil diseñado.

Casa de Calidad													
Cómo's Qué's	Importancia	Diseño intuitivo	Diseño visual	Sistema operativo	Seguridad de Información	Unidad de de quejas y sugerencias	Tecnología Ajax	Consumo de memoria	Diferentes formas de pago	EVALUACION COMPARATIVA 5 = MEJOR 1 = PEOR			
										A: Nosotros	B: Tarjetas Inteligentes	C: Triquetos	
Usabilidad	5	9	3								C	B	A
Diseño llamativo	2	3	9							C	B		A
Multiplataforma	5		3	9						B			A
Confiabilidad	5			3	9						C	B	A
Atencion al cliente	5				9	9			9		C		B
Velocidad de acceso	5						9	9			B/C		A
Disponibilidad	4					9					B/C		A
Capacidad de pago	4								9		B/C		A
<b>Importancia Técnica</b>		<b>51</b>	<b>48</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>81</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>81</b>				
<b>Frecuencia relativa</b>		<b>10,17964072</b>	<b>9,58084</b>	<b>11,976</b>	<b>17,9641</b>	<b>16,16766</b>	<b>8,9820359</b>	<b>8,98204</b>	<b>16,168</b>				
<b>Objetos, diseños y metas</b>		Iconos, mensajes, informativos, notificaciones	Colores llamativos, menu lateral de funciones	Diferentes sistemas operativos	Contraseña de acceso	Tener un icono con la opcion de buzón de PQR	Transmitir la informacion estrictamente necesaria	Consumo de memoria bajo	Diferentes modos de pago				
<b>Unidad de medida</b>		SI	SI	Android, IOS, Window Mobile	Password	Buzon de PQR	Tecnología Ajax	25 MB en RAM, y menos de 100 MB memoria Flash	Tarjeta debito, credito y efectivo				
<b>Dificultades tecnicas</b>		<b>Bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Alto</b>	<b>Bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>				
<b>Matriz de competencia tecnica</b>													
<b>Muy Alto</b>	5	A	A	A	A	A	A	A	A				
<b>Alto</b>	4	B			A	B	A						
<b>Medio</b>	3	C	B		B	C							
<b>Bajo</b>	2				C								
<b>Muy Bajo</b>	1		C									B/C	
<b>Prioridad</b>		6	5	4	1	2	7	8	3				

Fig. 1. Matriz de requerimientos de usuarios a características de calidad  
Fuente: Proyecto de Aula, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Cartagena (2016)



**Fig. 2.** Flujograma para la descripción del uso adecuado de la aplicación móvil - Fuente: Proyecto de Aula, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco 2016.

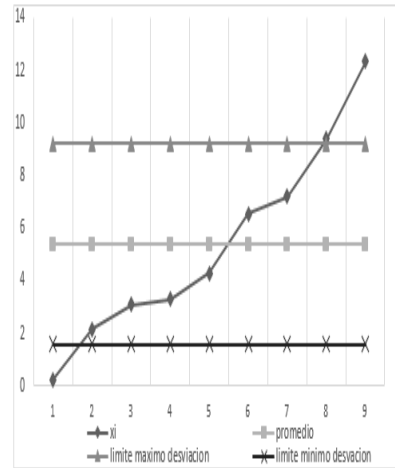
**Fig. 3.** Pantallazo del aplicación móvil Fuente: Proyecto de Aula, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco 2016.

### 3 Resultados

Referenciando la estación Centro Transcribe de 5:30 a 6:30 pm, aproximadamente 315 personas utilizan el servicio. Se analizan los tiempos de demora en fila para adquirir el pasaje de una muestra de 9 personas, (tabla 1). Se obtiene (figura 4), el promedio de dispersión que pueden demorar las personas en la fila, y se observa que sobrepasa los límites máximos y mínimos, lo cual indica, que los tiempos de espera en fila aumentan proporcionalmente a la cantidad de usuarios. Ante esta problemática, se propone el uso de la aplicación móvil para mejorar la capacidad del sistema en el proceso de compra del pasaje, disminuyendo los tiempos de espera al no realizar la fila, debido a que el usuario, puede acceder a la compra del tickete, desde cualquier lugar y momento. Después de una implementación y pruebas de desarrollo en una muestra de 15 personas, (tabla 2) las cuales realizan la compra del pasaje o tickete mediante el uso de la aplicación, se nota la reducción del tiempo de una persona en la fila para recargar la tarjeta. La figura 5, muestra que el promedio de dispersión con el uso de la aplicación se reduce, debido a que las personas que utilizan la aplicación no realizan fila para la recarga de la tarjeta, sino que inmediatamente su celular se convierte en su tarjeta para ingresar a la estación y tomar la ruta correspondiente.

**Tabla 1.** Análisis de tiempos de espera en fila Estación del Centro del SITM Transcribe

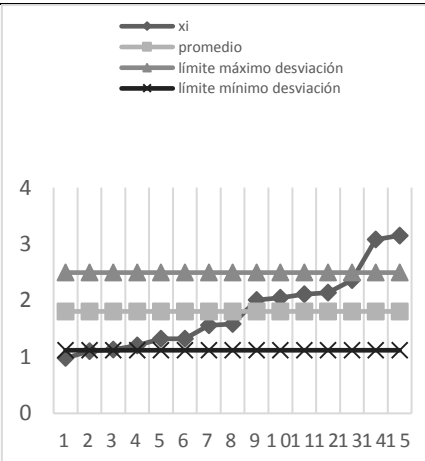
Tiempos	Resultados	
t1: 7,21seg	Tiempo Promedio	5,396
t2: 3,29seg	Varianza	14,56
t3: 4,30seg	Desviación estándar	3,82
t4: 0,25seg	Tiempo máximo	12,32
t5: 9,40seg	Tiempo mínimo	0,25
t6: 6,54seg	$LMAXD = promedio + desviacion\ estandar = 5,396 + 3,82 = 9,21$	
t7: 3,1seg	$LMIND = promedio - desviacion\ estandar = 5,396 - 3,82 = 1,58$	
t8: 2,15seg		
t9: 12,32seg		



**Fig. 4.** Promedio de dispersión en las filas

**Tabla 2.** Análisis de tiempos de espera en fila en la estación del Centro del SITM Transcribe, utilizando la aplicación.

Tiempos (Xi)	Resultados	
t1: 1,56	Promedio	1,81
t2: 2,14	Varianza	0,47
t3: 1,13	Desviación Estándar	0,69
t4: 2,05	Máximo	3,15
t5: 3,08	Mínimo	0,98
t6: 1,32	$LMAXD = promedio + desviacion\ estandar = 1,81 + 0,69 = 2,49$	
t7: 2,01		
t8: 1,1		
t9: 0,98		
t10: 2,11		
t11: 1,58		
t12: 2,36	$LMIND = promedio - desviacion\ estandar = 1,81 - 0,69 = 1,12$	
t13: 1,2		
t14: 3,15		
t15: 1,32		



**Fig. 5.** Promedio de dispersión en las filas

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto de Aula, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco (2016)

## 4 Conclusion

El desarrollo económico y social va de la mano con los avances de la tecnología, manifiesto, en la formación integral fundamentada en la investigación, innovación y emprendimiento de impacto social, misión institucional. Este artículo derivado de un proyecto de aula, propone el diseño de una aplicación móvil para mejorar tiempos en

la prestación del servicio en el SITM, basada en el QFD, con la finalidad de que la empresa en brinde a sus usuarios un servicio eficaz, ubicándola dentro de las empresas de transporte inteligente. Para garantizar la operacionalidad de la aplicación, el cliente requiere conexión a internet y conocimientos básicos de informática y la empresa Transcaribe, soporte técnico- humano, y cumplir los requisitos establecidos del cliente, como: usabilidad en múltiples plataformas, confiabilidad de su funcionamiento y capaz de satisfacer necesidades de tiempo. Dentro de los cómo críticos, se observan la seguridad en la información, un ítem de quejas y reclamos, diversas formas de pago.

### **Agradecimientos.**

Al proyecto de aula base: Desarrollo de una propuesta de mejora de la capacidad del sistema en el proceso de compra del pasaje de la empresa Transcaribe, 2016-1 desarrollado por: Leina Delanoy, Yulaineth Gómez, Lina Meza, Ana Milena Llamas y Piedad Santiago, estudiantes de la Fundación universitaria Tecnológico Comfenalco.

### **Referencias**

1. Dedios, N., Calle, J., Rubio L., Vasquez, J.: Radiacion Ultravioleta y su Validación en el Distrito de Chulucanas Región Piura Perú. *USB Med.*, vol. 8, n° (1), 50-51, (2017).
2. Manjarrez, C., Mogollón, E., Cortez I., Dussan, L.: Identificación de riesgos en el tratamiento de datos personales a nivel de usuarios clientes de aplicaciones móviles en el sector del transporte público individual en Bogotá D.C. Universidad Católica de Colombia facultad de Ingeniería, (2016).
3. Barbosa, A., De Almeida, J.: *Internet Teletraffic Modeling and Estimation*. River Publishers, Brasil, (2013).
4. Solano, M.: Sistema de Transporte Masivo, un modelo en aprietos. *La Republica*, 3 Septiembre (2017).
5. Gobernación de Bolívar.: Panel de expertos sobre sistemas integrados de transporte masivo: Retos para su socialización y apropiación Cartagena de Indias, Gobernación de Bolívar, Cartagena de Indias, (2015).
6. TransCaribe.: Transcaribe sistema integrado de transporte masivo. Edición electrónica, 2015 (citado 16 febrero 2015). Disponible en URL: <http://transcaribe.gov.co/transcaribe/historia/>.
7. Dirección operativa de salud pública.: Comportamiento de los eventos bajo vigilancia epidemiológica. Alcaldía de Cartagena, Cartagena de Indias, (2007/).
8. Buitrago, J., Rojas, O.: Implementación de una plataforma web para recargar las tarjetas del sistema integrado de transporte público de Bogotá. ECCI, (2014).
9. QFDLAT.: Asociación Latinoamericana de QFD. e-boletines QFDLAT, Latinoamérica, (2016).
10. Miranda, F.: *Introducción a la gestión de la calidad*. España, Delta Publicaciones, (2007).
11. Olaya, E., Cortes, C., Duarte, O.: Despliegue de la función calidad (QFD): beneficios limitaciones detectados en su aplicación al diseño de prótesis de mioeléctrica de mano. *Revista Ingeniería e Investigación*, n° (57), 30 - 38, (2005).
12. Marrugo, I., Guzmán, C., Garzón, H., Haydar, O., Bedoya, E.: Proyecto de Aula, Herramienta Articuladora para la Formación en Competencias de Investigación, Innovación y Emprendimiento. *Journal of Industrial Neo-Technologies*, vol. 4, n° (1), 27 – 35, (2017).
13. Medina, J.: El Despliegue de la Función Calidad como Herramienta Estratégica. *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol. 4, n° (8), 83 – 95, (2010).