

Impacto de la gestión de los procesos colaborativos utilizando las TIC en empresas de manufactura

Juan Carlos Márquez Cañizares*, Martha Fabiola Wences Díaz**,
Gerardo Haces Atondo***, Beatriz Amado Sánchez**** y Héctor Montiel
Campos*****

El presente artículo identifica el impacto que tiene sobre la competitividad de las empresas de manufactura el uso de las TIC en el diseño industrial. Para ello, se llevó a cabo una investigación cualitativa en seis empresas de manufactura de diferentes países, donde se evaluaron las variables TIC, Diseño y Proceso Colaborativo, cuyos resultados demostraron algunos aspectos importantes, evidenciando que las TIC son un factor clave en la competitividad de las empresas. Con base en los resultados, se establecen futuras líneas de investigación para lograr un mayor conocimiento y comprensión de las variables que en este trabajo se consideran.

Palabras clave: Proceso Colaborativo, Competitividad y Tecnologías de Información

1. Introducción

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) son aquellas que permiten transmitir, procesar y difundir información de forma simultánea, así mismo optimizan el manejo de la información y el desarrollo de la comunicación, lo que permite la generación de mayor conocimiento e inteligencia (Apulu y Latham, 2011).

Igualmente, las TIC están conformadas por un conjunto de servicios, software, hardware y redes de interconexión, cuya finalidad es el intercambio y comunicación de información, lo que permite mejorar la competitividad de las empresas (Ongori y Migiro, 2010).

***Juan Carlos Márquez Cañizares**, Universidad de Los Andes, Facultad de Arquitectura y Diseño, Escuela de Diseño Industrial. Núcleo Universitario "Pedro Rincón Gutiérrez", Sector La Hechicera, Mérida - Venezuela. Tel. (+58 274) 2401902, juancm@ula.ve

****Martha Fabiola Wences Díaz**, Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos, División Académica de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Emiliano Zapata, Morelos, México. Tel. (+52 777) 3681165, fabiolawences@utez.edu.mx

*****Gerardo Haces Atondo**, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Comercio y Administración Victoria, Centro Universitario Adolfo López Mateos. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Tel. (+52 834) 3181756, ghaces@uat.edu.mx

******Beatriz Amado Sánchez**, Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos, División Académica de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Emiliano Zapata, Morelos, México. Tel. (+52 777) 3681165, beatrizamado@utez.edu.mx

*******Héctor Montiel Campos**, Universidad de las Américas Puebla, Centro de Investigación de la Empresa Familiar Ex hacienda Sta. Catarina Mártir, Cholula, PUE 72810, México. Tel. (+52 222) 2292479. E-mail: hector.montiel@udlap.mx.

Márquez, Wences, Haces, Amado y Montiel

Debido al alto grado de penetración de las TIC en los últimos años, se han generado una cantidad de cambios significativos en los procesos para la creación de nuevos productos manufacturados (Akoglu y Er, 2010). A esto se le ha sumado la inclusión del diseño industrial como una disciplina "...que se ocupa tanto de la proyección de productos aislados o sistemas de productos, como del estudio de las interacciones inmediatas que tienen los mismos con el hombre y con su modo particular de producción y distribución..." (Rodríguez, 1998, p.14), lo que profundiza aún más estos cambios. Las TIC están modificando de manera considerable la actividad económica de los países, y en algunos casos han revolucionado el modelo de negocios de sectores productivos y de servicios. En este sentido, está claro que las empresas, ya sean grandes o pequeñas, no pueden ignorar el uso de la tecnología si quieren expandir o garantizar su permanencia, pero sobre todo, su competitividad en el mercado (Ca´ Zorzi, 2011).

Específicamente en los procesos de manufactura, las TIC se han utilizado para facilitar la colaboración entre todos los participantes del proceso, y se han centrado principalmente en ayudar en los aspectos de comunicación entre diseñadores, ingenieros y ensambladores, dentro de las que destacan, *Computer Aided Design (CAD)*, *Computer Aided Manufacturing (CAM)* y *Computer Integrated Manufacturing (CIM)* (Chowdary, 2005). Por otra parte, la implantación de *Building Information Models (BIM)* ha permitido que, además de la geometría del producto, también se almacenen muchos de sus atributos y se pueda transmitir más información que sólo dibujos y modelos tradicionales. Esto ha dado lugar a sistemas de información que faciliten la gestión de los procesos de diseño, la gestión de sus diferentes versiones, y coordinación en el acceso simultáneo a la información (Kalay, 2005).

En este sentido, el propósito de la presente investigación es identificar el impacto que tiene sobre la competitividad de las empresas de manufactura el uso de las TIC en el diseño industrial. Esta investigación a diferencia de otros trabajos se enfoca en la efectividad que tienen las TIC en el rendimiento de un proceso de colaboración requerido para optimizar el diseño en pequeñas y medianas empresas de manufactura. Para alcanzar el objetivo de este trabajo, se presenta una sección con la revisión de la literatura relacionada con el tema, posteriormente se establece una sección con la metodología que se siguió en la investigación, particularmente el Estudio de Caso, llevando a cabo un trabajo de campo en empresas de manufactura ubicadas en México, Estados Unidos y Venezuela, dentro de las cuales se aplica una entrevista semi-estructurada a los directivos de las mismas. En un siguiente apartado se presentan los principales resultados de la investigación, terminando con una sección sobre las conclusiones más importantes de la investigación, encontrando resultados favorables en todas las empresas estudiadas.

2. Revisión de la Literatura

Las presiones económicas han obligado a los fabricantes a crear productos más personalizados, de alta calidad, en series más pequeñas, con menor plazo y costos reducidos (Siva et al., 2008). Esta dinámica ha impulsado la incorporación de equipos de trabajo multidisciplinarios y la aplicación del Diseño Concurrente como una metodología que permite incrementar la calidad, reducir costos y reducir el tiempo que tardan los productos en llegar al mercado, beneficios que han sido posibles gracias a la incorporación de las TIC (Sapuam, 2005). En este orden de ideas, las TIC han facilitado la reconfiguración de las plantas de producción y

Márquez, Wences, Haces, Amado y Montiel

procesos para generar los productos bajo los nuevos estándares (Vinodh et al., 2009), hasta el punto de intervenir en los procesos de colaboración dentro de las organizaciones, ya que uno de sus objetivos es reducir los tiempos de iteración que tendrían lugar dentro de un proceso tradicional de desarrollo de productos. El proceso de colaboración en el que intervienen las TIC, parte de una integración que depende en gran medida de la complejidad del proyecto o producto que se esté desarrollando. Los aspectos o elementos que intervienen en el proceso de colaboración son el producto, las personas, los datos, la información y las herramientas. La interdependencia de estos elementos influye sobre todo el proceso y su éxito estará determinado por la correcta alineación y orientación de las metas (Maiera et al., 2009).

Chiang, Trappey y Ku (2006) mencionan que un proceso colaborativo debe ser ágil, eficiente y preciso, con el fin de desarrollar los productos que demandan los clientes en el menor tiempo posible, lo cual, incluye las actividades de investigación y desarrollo. La mayoría de las investigaciones que existen relacionadas con el uso de las TIC en los procesos de manufactura, se enfocan a determinar cuáles son los factores clave de éxito para que las empresas puedan satisfacer las cambiantes demandas de los clientes a través de procesos colaborativos. Small y Yasin (2003) describen que las tecnologías utilizadas en la manufactura, se pueden clasificar en tres grandes grupos: sistemas independientes (*Computer Aided Design, Computer Numerical Control Machines*), sistemas intermedios (pruebas, inspección y manejo de materiales) y sistemas integrados (*Computer Integrated Manufacturing, Flexible Manufacturing Systems, Just in Time Production, Manufacturing Resources Planning II, Enterprises Resources Planning*). Específicamente la tecnología *Computer Integrated Manufacturing (CIM)*, se refiere a la administración de varias tecnologías, en las que participan la integración del personal y las funciones del proceso de manufactura, utilizando para ello la computadora y las redes de comunicación, con el fin de transformar la automatización en sistemas de manufactura interconectados (Pagès, Bikfalvi y De Castro, 2010).

La efectividad de la comunicación en el proceso de colaboración, depende del conocimiento de las necesidades de información, del conocimiento del formato de la información y del conocimiento sobre el procesamiento de la información una vez transmitida (Maiera et al., 2009). Cuando al proceso de colaboración se le incluye la variable Diseño como un elemento más que debe ser manejado bajo las TIC, éste adquiere matices diferentes y deben manejarse áreas técnicas sobre la efectividad de la transferencia de los datos, la construcción de la base de datos para la co-gestión, y una correcta visualización de los modelos 3D que deben ser compartidos en tiempo real (Nam y Sakong, 2009). La riqueza visual de los modelos y prototipos *3D CAD*, así como la manera relativamente sencilla a través de la cual son creados, hace de las TIC una herramienta más del proceso de diseño (Ryan y Berente, 2007).

Al día de hoy, las actividades de diseño de producto o el proceso de diseño se realizan bajo la dinámica de las tecnologías basadas en Web (Álvares, Ferreira y Lorenzo, 2008). Un entorno Web para el diseño y la fabricación permite mejorar la competitividad de las empresas a través del fortalecimiento de sus capacidades para reaccionar de manera rápida y eficaz a los cambios del mercado, permitiéndole sobrevivir y prosperar en un entorno competitivo, constata e impredecible (Jiansheng y Daizhong, 2008).

Márquez, Wences, Haces, Amado y Montiel

Se han creado plataformas inteligentes de colaboración, buscando que el diseño colaborativo sea dinámico, por medio del uso de patrones basados en imágenes y reglas, combinando los conocimientos de diseño de productos y las reglas de diseño a la perfección. Estas plataformas ofrecen un entorno integrado de diseño colaborativo para que los diseñadores e ingenieros de diseño puedan llevar a cabo un diseño eficiente, evaluando los diseños de productos. Entre las ventajas que estas tecnologías ofrecen está la posibilidad de evitar errores de diseño y los conflictos que se puedan presentar, así como la acumulación del *know-how* y el reuso de patrones y reglas de diseño que puedan ser reutilizados por diferentes proyectos (Chiang, Trappey y Ku, 2006).

Las TIC están abriendo un nuevo dominio para la construcción de ambientes de manufactura llamados *e-Mfg*, utilizando métodos de *e-Work* (trabajo a través de Internet) basados en la colaboración, tales como el *e-Business* (negocios a través de Internet), *e-Commerce* (compra y venta de productos y servicios a través de Internet), *e-Manufacturing* (manejo de aspectos de fabricación a través de Internet), etc., y en especial las actividades realizadas durante el desarrollo de productos en ambientes integrados tales como *Computer Integrated Manufacturing*, *Computer Aided Process Planning* y *Computer Aided Manufacturing*. El *e-Mfg* puede ser considerado como un nuevo paradigma para los sistemas informáticos basados en entornos globales, que permite a los diseñadores de productos una mejor y más fácil comunicación, haciendo posible compartir y colaborar durante el desarrollo de nuevos productos. Al mismo tiempo, la integración también permite a los empleados llevar a cabo sus actividades de forma remota (De Souza et al., 2010).

Las empresas que invierten fuertemente en TIC llegan a superar a los competidores que no invierten en la misma medida, logrando una ventaja competitiva que las ayuda a diferenciarse en el mercado (Dibrell, Davis y Craig, 2008). Tanto las empresas grandes como las pequeñas, deben ser capaces de utilizar con mayor eficacia las nuevas tecnologías y apoyarse en ellas para así poder lograr una ventaja competitiva sobre sus competidores. Las empresas que son capaces de crear los recursos y capacidades únicas a través del uso de las TIC no son fácilmente imitables. Las empresas deben estar más dispuestas a invertir en TIC, deben ser conscientes de la necesidad de crear sistemas y procesos que optimicen el uso de las TIC con mayor eficacia, y por último, contratar a los empleados que sean capaces de utilizar las TIC para implementar estrategias competitivas a nivel de negocios exitosos (Dibrell, Davis y Craig, 2008).

Como lo han mencionado diferentes autores, las TIC han tenido efectos considerables a favor de mejorar y facilitar el diseño de productos en empresas de manufactura, mediante una colaboración que permite atender de una forma rápida las demandas de los clientes. Los resultados de los trabajos citados se enfocan principalmente en el impacto que tienen las TIC sobre los procesos, la automatización y la integración. No obstante, esta investigación se realizó a nivel de pequeñas y medianas empresas utilizando para ello el método de Estudio de Caso.

3. Metodología

Partiendo del Método de Estudio de Caso como una herramienta que permite indagar sobre un fenómeno contemporáneo y sus participantes en un entorno real (Lee et al., 2009), se plantea un proceso metodológico (figura 1), que inicia con una

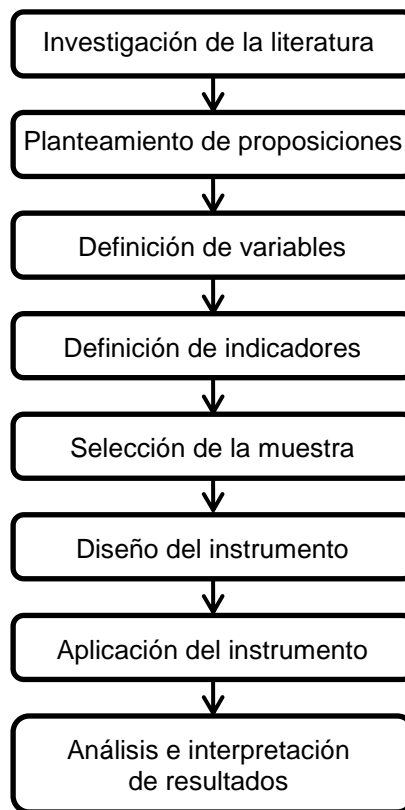
Márquez, Wences, Haces, Amado y Montiel

revisión de la literatura (Kim y Kang, 2008; Hevner et al., 2004), para establecer luego proposiciones, así como lo hicieron Dibrell, Davis y Craig (2008) y Ruiz, Meroño y Sabater (2006) en sus respectivas investigaciones. Bajo esta premisa, se formularon dos proposiciones:

-Proposición uno: Las TIC permiten optimizar los procesos de manufactura y de desarrollo de productos para hacerlos más eficientes (Chiang, Trappey y Ku, 2006; Sapuan, 2005; Vinodh et al., 2009).

-Proposición dos: El proceso colaborativo para la inclusión del diseño es mucho más efectivo a través de las TIC (Dibrell, Davis y Craig, 2008; Maiera et al., 2009).

Figura 1: Diagrama del proceso metodológico.



De estas proposiciones se desprendieron las variables TIC, Diseño y Proceso Colaborativo, de manera similar a la metodología aplicada por Toloie et al. (2010), dichas variables fueron medidas por indicadores tal como lo sugieren Sacristán, Álvarez y Domínguez (2005). Para la variable Diseño, los indicadores a analizar fueron, la cantidad de productos diseñados, la generación de nuevos productos y el tiempo de desarrollo de cada producto (Yao et al., 2007). Para la variable de Proceso Colaborativo (Chiang, Trappey y Ku, 2006; Maiera, et al., 2009), los indicadores fueron el nivel de colaboración interna (entre áreas o departamentos) y el nivel de colaboración externa (la empresa con los clientes y proveedores). Para la variable TIC, el indicador fue el número de actividades en las que se utilizan las TIC dentro del proceso de diseño y manufactura (Chowdary, 2005; Thakur, Jain, y Gupta, 2007). Una vez establecidos los indicadores fue seleccionada la muestra teórica, a la que hace referencia Yin (2002) teniendo en consideración los criterios

Márquez, Wences, Haces, Amado y Montiel

de Chowdary (2005): en primer lugar, que las empresas tuviesen incorporado el diseño como un elemento más dentro de su proceso de manufactura o en sus productos. En segundo lugar, que las empresas hicieran uso de las TIC en sus procesos de manufactura y de diseño, y en tercer lugar, que fueran empresas pequeñas o medianas, según la clasificación establecida en el Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos (2009), el cual define que las empresas pequeñas y medianas para el sector industrial son aquellas que poseen desde 11 hasta 250 trabajadores. Bajo estos criterios se seleccionaron seis empresas de las cuales tres están ubicadas en Puebla, México, una en Indiana, E.E.U.U y dos en Miranda, Venezuela.

Para la recolección de los datos, se diseñó un instrumento tipo entrevista semi-estructurada (Ryan y Berente, 2007), el cual fue valorado previo a su aplicación final por dos directivos que no formaron parte de la muestra teórica. Las observaciones y recomendaciones fueron incluidas en el formato final de la entrevista, donde se consideraron todas las variables e indicadores planteados previamente. La entrevista fue dirigida al gerente de procesos y desarrollo, o el equivalente en dicho cargo de cada empresa, según lo sugerido por Chowdary (2005) y Kim y Kang (2008). Finalmente, para analizar los resultados se realizó una concentración de las respuestas obtenidas de las entrevistas, y luego un análisis e interpretación de las mismas, con el fin de identificar patrones de coincidencia, para llegar de esta manera, a las conclusiones finales (Poot, Faems y Vanhaverbeke, 2009).

La presente investigación establece un incremento desde el punto de vista metodológico, en el sentido de que se combinan propuestas diferentes y de diferentes autores para generar una nueva secuencia de métodos y actividades que han llevado al resultado obtenido y que no se había apreciado en otras investigaciones.

4. Resultados

Los resultados obtenidos se pueden analizar desde las tres variables que fueron consideradas en la metodología de esta investigación (TIC, Diseño y Proceso Colaborativo). De la variable TIC, surgió como resultado que todas las empresas estudiadas utilizan las TIC en sus procesos de desarrollo de nuevos productos, comenzando a través de la solicitud de un cliente o a través de un requerimiento del departamento de ventas. Esto obedece a que las empresas analizadas no son proactivas sino reactivas, es decir, que no generan los productos por iniciativa propia, sino que esperan la solicitud de un agente externo. Otra fase importante en el desarrollo de productos y en la que también intervienen las TIC, es la formulación de una cotización por parte de la empresa, donde se establecen las especificaciones técnicas del producto a desarrollar, el volumen de producción, los tiempos de entrega, entre otros, lo que permite establecer un panorama de la magnitud del proyecto. Esta cotización debe ser aprobada por el cliente para poder continuar con el desarrollo del mismo, y se convierte a su vez, en una garantía de la inversión que realizarán ambas partes. Paralelo a esto, todas las empresas validan sus proyectos a través de un prototipo y una pre-serie, en las que se hace obligatoria la participación de los clientes, propiciando de esta manera una necesidad de comunicación e interacción con la empresa, condición que incrementa la necesidad de tener que incorporar un sistema de comunicación que permita agilizar el proceso de interacción.

Márquez, Wences, Haces, Amado y Montiel

Por otra parte, se pudo determinar que en las empresas analizadas se llevan a cabo actividades internas y externas para el diseño de nuevos productos, haciéndose notar que en las actividades externas del proceso se genera una condición de dependencia de las TIC para que efectivamente esas actividades se puedan realizar. Sin embargo, para el caso de las actividades internas la dependencia de las TIC es menor e inclusive existe la posibilidad de que la comunicación o interacción se realice de manera personal.

En las empresas analizadas, se comprobó que a pesar de tener una trayectoria de varios años en el desarrollo de nuevos productos, la incorporación de las TIC, ha tenido una incidencia considerable en el incremento de la frecuencia con la cual desarrollan o diseñan los nuevos productos, incluso, hace suponer que les permite incrementar su cartera de clientes y proveedores, debido a que tienen acceso a nuevos mercados y zonas geográficas.

Con respecto a la variable Diseño, se pudo conocer que el tiempo de desarrollo de un producto puede variar entre las empresas analizadas, e inclusive puede variar dentro de la misma empresa, ya que depende en gran medida de la complejidad del producto que se esté desarrollando y de los requerimientos del cliente. Esto hace imperativa la necesidad de utilizar un sistema o proceso de desarrollo lo suficientemente flexible, de manera que se pueda adaptar a la naturaleza de cada proyecto, dentro de lo cual las TIC facilitan dicha flexibilidad acortando considerablemente el tiempo de desarrollo. El rango de tiempo que puede tomar el desarrollo de un producto es tan variable que va desde una semana hasta cuatro años en las empresas analizadas.

A pesar de que el desarrollo de nuevos productos es un proceso que puede ser de subcontratación, se confirmó que en las empresas estudiadas éste es un proceso interno, sin embargo, no limita la posibilidad de que puedan participar otras empresas o agentes externos, es decir, asesores o consultores especializados en un área en particular.

La última variable consultada fue la variable Proceso Colaborativo, sobre la cual se pudo determinar que en todas las empresas analizadas se da el proceso colaborativo entre diferentes áreas o departamentos, no obstante, las áreas que participan en ese proceso varían entre cada una de esas empresas. Por ejemplo, en algunas empresas pueden participar principalmente las áreas de ventas, diseño y desarrollo, y logística de materiales, mientras que en otras pueden participar las áreas de control de calidad, compras y servicio postventa.

Entre las herramientas más utilizadas dentro del proceso colaborativo en las empresas, se encuentran el correo electrónico, la mensajería instantánea de texto, voz y video y el servicio telefónico, paralelo a esto, el proceso se ve reforzado con el uso de diferente software de diseño asistido por computadora (*CAD*), así como software de gestión de recursos de la empresa (*ERP*) que funcionan sobre la plataforma que ofrece Internet y/o una intranet de la empresa. Dentro del proceso, las TIC antes mencionadas, permiten mejorar la comunicación y la colaboración en términos de efectividad, rapidez, eficiencia y seguridad entre las diferentes áreas que participan. Por otra parte, las TIC dentro del proceso colaborativo permiten controlar el cumplimiento de las etapas planificadas durante el proceso de generación de nuevos productos.

Márquez, Wences, Haces, Amado y Montiel

Debido a la naturaleza del proceso colaborativo que se está dando en las organizaciones y a la amplitud que estos tienen, se indagó cómo este proceso se está dando con los clientes y proveedores de la empresa. A este respecto, en las empresas estudiadas se determinó que existe un sólido proceso de colaboración en las que principalmente las áreas de ventas, compras, diseño y desarrollo se mantienen en constante comunicación con los clientes y proveedores. El hecho de que participe el área de diseño y desarrollo, marca una diferencia con otros sistemas tradicionales de comunicación en los que sólo participan las áreas de compras y ventas. Al igual que en el proceso colaborativo descrito anteriormente, en el caso de la relación con los clientes y proveedores, las herramientas más utilizadas son el correo electrónico, la mensajería instantánea de texto, voz y video, el servicio telefónico y los sistemas basados en la plataforma de Internet, facilitando la comunicación tanto interna como externa y disminuyendo la necesidad de un medio o sistema particular para cada una de las operaciones.

La investigación arrojó que el proceso colaborativo con los clientes y proveedores a través de las TIC, le permite a las empresas reducir los tiempos de reacción ante las necesidades de los clientes, así como asegurar la comprensión de la información que es enviada y recibida durante el proceso. A esta realidad, se le suma la posibilidad de hacer mejoras o actualizaciones sobre los productos y procesos productivos, acción esta que se ve favorecida con el uso de herramientas específicas que minimizan las posibilidades de error en la fase de desarrollo de productos, lo que repercute directamente en lo asertivo que puede ser el producto que se esté desarrollando.

Por último, cabe resaltar que los resultados de la investigación dejan ver la existencia de un impacto positivo para las organizaciones, al incorporar el diseño a través de las TIC en su proceso de desarrollo de nuevos productos, traducido en una mejor interacción de la empresa con sus clientes y proveedores, incremento en la frecuencia de desarrollo de nuevos productos, el acceso a nuevos mercados y mayor seguridad en la información que se maneja. Todo esto pudiera resultar en un incremento de su competitividad, sin embargo, sugiere a su vez la necesidad de determinar el grado en que se está dando dicho impacto en las organizaciones y en qué medida contribuye a su competitividad.

5. Conclusiones

A pesar de que la investigación realizada constituye una fase inicial de una investigación mucho más amplia, ha permitido establecer un marco de referencia inicial sobre el efecto que tiene la incorporación del diseño a través de las TIC en las organizaciones. En tal sentido, se han podido sustentar las proposiciones planteadas, dado que los resultados han arrojado la existencia de factores clave tales como la efectividad y la eficiencia en la comunicación, que se traduce en una reducción considerable del tiempo de desarrollo de los productos y en una adecuación óptima a las necesidades y requerimientos de los clientes. Por otra parte, se ha podido notar el incremento en la seguridad de la información que se comparte, lo que permite a su vez incrementar el grado de confianza que las empresas puedan tener en sus socios comerciales.

Es importante resaltar que a pesar de la diversidad que pueda existir entre las empresas estudiadas en términos de productos que elaboran, sistema organizativo,

Márquez, Wences, Haces, Amado y Montiel

capacidad instalada y ubicación geográfica, las similitudes fueron notorias en las variables propuestas para esta investigación, aspecto que se considera muy positivo para efectos de poder continuar con una investigación sobre este tema. No obstante, surgen una serie de interrogantes que la presente investigación no logra satisfacer y que por consiguiente plantea la necesidad de hacer más profunda y específica la medición de las variables planteadas.

Más allá de la importancia de los resultados obtenidos en la presente investigación y del aporte que los mismos pueden hacer sobre los temas referidos, vale la pena mencionar dos limitaciones que son importantes. La primera de ellas, tiene que ver con el hecho de que sólo se pudo obtener información de seis empresas dadas las dificultades de diferente índole para la aplicación del instrumento. En este orden de ideas, la segunda limitación tiene que ver con la aplicación del instrumento, el cual fue aplicado a una sola persona por empresa, lo que reduce la amplitud de la visión que se puede tener sobre el impacto que tiene en la organización el tema en cuestión.

Derivado de las limitaciones anteriores, se abre la posibilidad de generar nuevas líneas de investigación donde se considere en primer lugar una muestra más significativa de empresas, así mismo, se puedan aplicar instrumentos para la recolección de los datos a más individuos dentro de cada organización y donde se pueda profundizar en algunos resultados importantes de esta investigación, tales como seguridad, tiempo de reacción, medición del impacto, competitividad, entre otros.

Referencias

- Akoglu, K. y Er, A. 2010, 'The Role of Interaction Design in Information and Communication Technologies Embedded Product Development Activity', *Paper presented at the Design Research Society International Conference, Design & Complexity, DRS2010. July 8, 2010. Montreal, Canada.*
- Álvares, A. J., Ferreira, J. C. y Lorenzo, R. M. 2008, 'An integrated web-based CAD/CAPP/CAM system for the remote design and manufacture of feature-based cylindrical parts', *Journal Intelligent Manufacturing*, vol. 19, pp. 643–659.
- Apulu, I. y Latham, A. 2011, 'Drivers for Information and Communication Technology Adoption: A Case Study of Nigerian Small and Medium Sized Enterprises', *International Journal of Business and Management*, vol. 6 no.5, pp. 51-60.
- Ca' Zorzi, A. 2011, 'Las TIC en el desarrollo de la PyME, algunas experiencias de América Latina', *Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo en colaboración con Fondo Multilateral de Inversiones / Banco Interamericano de Desarrollo*, p.89.
- Chiang, A., Trappey, A., y Ku, C. 2006, 'Using Knowledge-Based Intelligent Reasoning to Support Dynamic Collaborative Design', *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 31 no. 5-6, pp. 421-433.
- Chowdary, B. 2005, 'Information Technology in the Caribbean Manufacturing Firms: An Industrial Survey', *Global Journal of Flexible Systems Management*, vol. 6 no. 3 y 4, pp. 1-10.
- De Souza, J., Teixeira, E., Álvares, A. y Ferreira, J. 2010, 'An internet-oriented management and control system in a distributed manufacturing environment', *International Journal Manufacturing Research*, vol. 5 no.1, pp. 5-25.

Márquez, Wences, Haces, Amado y Montiel

- Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos. (2009). Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5096849&fecha=30/06/2009.
- Dibrell, C. Davis, P. S. y Craig, J.B. 2008, 'Fueling innovation through information technology in SMEs', *Journal of Small Business Management*, vol. 46 no.2, pp. 203–218.
- Hevner, A. R., Salvatore, T. M., Park, J. y Ram, S. 2004, 'Design Science in Information Systems Research', *Management Information Systems Research, MIS Quarterly*, vol. 28 no.1, pp. 75-105.
- Jiansheng, L. y Daizhong, S. 2008, 'Support modules and system structure of web-enabled collaborative environment for design and manufacture', *International Journal of Production Research*. vol. 46 no. 9, pp. 2397–2412.
- Kalay, Y. E. 2005, 'The impact of information technology on design methods, products and practices', *Journal Design Studies*, vol. 27 no. 3, pp. 357-380.
- Kim, B. y Kang, B. 2008, 'Cross-Functional Cooperation with Design Teams in New Product Development', *International Journal of Design*, vol. 2 no.3, pp. 43-54.
- Lee, S.-H., Lee, J., Liu, X., Bonk, C. J., & Magjuka, R. J. 2009, 'A review of case-based learning practices in an online MBA program: A program-level case study', *Educational Technology & Society*, vol. 12 no.3, pp. 178–190.
- Maiera, A. M., Kreimeyerb, M., Lindemannb, U. y Clarksona, P. J. 2009, 'Reflecting communication: a key factor for successful collaboration between embodiment design and simulation', *Journal of Engineering Design*, vol. 20 no. 3, pp. 265–287.
- Nam, T., y Sakong, K. 2009, 'Collaborative 3D workspace and interaction techniques for synchronous distributed product design reviews', *International Journal of Design*, vol. 3 no.1, pp. 43-55.
- Ongori, H. y Migiro, S. 2010, 'Information and communication technologies adoption in SMEs: literature review', *Journal of Chinese Entrepreneurship*, vol. 2 no. 1, pp. 93-104.
- Pagès, J. L., Bikfalvi, A. y De Castro, R. 2010, 'The use and impact of technology in factory environments: evidence from a survey of manufacturing industry in Spain', *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, vol. 47 no.1-4, pp. 181–190.
- Poot, T., Faems, D. y Vanhaverbeke, W. 2009, 'Toward a dynamic perspective on open innovation: a longitudinal assessment of the adoption of internal and external innovation strategies in the Netherlands', *International Journal of Innovation Management*, vol.3 no. 2, pp.177-200.
- Rodríguez, G. 1998, *Manual de Diseño Industrial*. 3ra Edición. México. Gustavo Gili.
- Ruiz, J., Meroño, A. L. y Sabater, R. 2006, 'Information technology and learning: Their relationship and impact on organisational performance in small businesses', *International Journal of Information Management*, vol. 26 no.1, pp.16–29.
- Ryan, B. y Berente, N. 2007, 'Embedding New IT Artifacts into Design Practice for Knowledge Creation', *Paper presented at the 40th Hawaii International Conference on System Sciences. January 3-6, 2007. Waikoloa, Big Island, Hai. USA.*
- Sacristán, M., Álvarez, M. J. y Domínguez, J. A. 2005, 'Performance measurement systems, competitive priorities, and advanced manufacturing technology', *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 25 no. 8, pp.781-799.

Márquez, Wences, Haces, Amado y Montiel

- Sapuan, S. M. 2005, 'Concurrent design and manufacturing process of automotive composite components', *Assembly Automation, the International Journal of Assembly Technology and Management*, vol. 25 no. 2, pp. 146-152.
- Siva, S. R., Asokan, P., Prabhakaran, G. y Phani, A. V. 2008, 'A CAPP framework with optimized process parameters for rotational components', *International Journal of Production Research*, vol. 46 no. 20, pp. 5561-5587.
- Small, M. H. y Yasin, M. 2003, 'Advance manufacturing technology adoption and performance', *Integrated Manufacturing Systems*, vol. 14 no. 5, pp. 409-422.
- Thakur, L. S., Jain, V. K. y Gupta, R. 2007, 'Successful strategies for AMT adoption in India: Analyzing important variables via factor and discriminant analysis', *Journal of Advances in Management*, vol. 4 no.1, pp. 7-18.
- Toloie, A. E., Mashayekhi, A. N., Rajabzadeh, A. y Razavian, M. M. 2010, 'Applying path analysis method in defining effective factors in organisation agility ', *International Journal of Production Research*, vol. 48 no.6, pp. 1765–1786.
- Vinodh, S., Sundararaj, G., Devadasan, S. R., Kuttalingam, D. y Rajanayagam, D. 2009, 'Computer-aided design of experiments: an enabler of agile manufacturing ', *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, vol. 44, pp. 940–954.
- Wang, L y Nace, A. 2009, 'A sensor-driven approach to Web-based machining', *Journal Intelligent Manufacturing*, vol. 20, pp. 1–14.
- Yao, S., Han, X., Yang, Y., Rong, Y., Huang, S., Yen, D. y Zhang, G. 2007, 'Computer aided manufacturing planning for mass customization: part 2, automated setup planning', *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 32, pp. 205-217.
- Yin, R.K. 2002, *Case Study Research- Design and Methods*, 3th ed. Sage, Thousand Oaks.