

Compendio Investigativo de Academia Journals Celaya 2015



Libro en CDROM
ISBN
978-1-939982-18-6



celaya.academijournals.com

<http://www.academijournals.com/inicio-celaya/>

Recopilación de Ponencias del Congreso Internacional de Investigación
Academia Journals Celaya 2015

ISBN 978-1-939982-18-6

Instalaciones del Instituto Tecnológico de Celaya
Celaya, Guanajuato, México
4, 5, y 6 de noviembre de 2015

Ergonomía asistida por computadora y la metodología TRIZ: una sinergia en la innovación y diseño de productos

M. en C. Guillermo Flores Téllez¹, Dr. Jaime Garnica González²,
Dr. Joselito Medina Marín³ y Mtra. Elisa Arisbé Millán Rivera⁴

Resumen— En el presente estudio se plantean los elementos que conforman a TRIZ y la ergonomía asistida por computadora, como una sinergia para la innovación de productos. La ergonomía es una disciplina científica, es un campo de la ingeniería que emplea teoría, principios, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y todo el desempeño de un sistema, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del ser humano. La ergonomía, como ciencia multidisciplinar, al igual que TRIZ, es una disciplina sistemáticamente orientada y puede ser asistida por software, con los alcances de diseño, ingeniería, manufactura y simulación de las interacciones entre humanos y los elementos de un sistema.

Palabras clave— TRIZ, Innovación, antropometría, software, ergonomía, diseño del producto.

Introducción

Los avances tecnológicos y la innovación son un elemento imprescindible, representan una exigencia continua para las compañías, frente a los requerimientos de competitividad global de las empresas internacionales (León, N., Flores, M., Aguayo, H. y Ortiz, S., 2012). La innovación involucra un asunto complicado que es suscitado por componentes técnicos, económicos y sociales, constituye una tarea que demanda de la creatividad que conciba una significativa diversidad de aportaciones, nuevos bienes y servicios (Fundación de la innovación Bankinter, 2010). TRIZ es una metodología que auxilia en el proceso creativo de innovación de productos y se constituye de varias herramientas para apoyar a los proyectistas (Oropeza, R., 2011). La metodología TRIZ es un instrumento de soporte para innovadores y un componente integrador, se ha empleado durante años con diversos casos de éxito documentados de empresas, universidades nacionales y extranjeras que reportan a TRIZ como un amplificador de talentos creativo (Flores, G., Garnica, J. y Millán, E. A., 2014). También, los investigadores han considerado a TRIZ como una plataforma que agiliza la obtención de beneficios y resultados en menor tiempo, en comparación de métodos lineales que se aplicaban convencionalmente (Zapata, A. y Treviño, J. J., 2011). TRIZ es un método sistemático para aumentar la creatividad, se basa en el estudio de modelos de evolución y patentes. Las personas que resuelven problemas de manera intuitiva, se encuentran con ideas adicionales y las personas que resuelven problemas de forma estructurada poseen estructuras adicionales (Oropeza, R., 2010). Para obtener resultados precisos y confiables en el diseño de productos, es necesario que las soluciones obtenidas, se apoyen por el empleo de software para asistir el diseño, manufactura e ingeniería del producto (Córdova, E., Flores, G., y Torres, S. J., 2006). La ergonomía es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos de un sistema. Es un campo de la ingeniería que emplea teoría, principios, datos y métodos de diseño para mejorar el bienestar humano y todo el desempeño de un sistema, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del ser humano (Mondelo, P., Gregori, E., De Pedro, O. y Gómez, M., 2002). Etimológicamente, significa ergon: trabajo y nomos: ley, representa una tecnología de las comunicaciones recíprocas entre el hombre y su entorno socio técnico, sus objetivos son proporcionar el ajuste recíproco, constante y sistémico entre el hombre y el ambiente (Oborne, D., 1999). La ergonomía, como ciencia multidisciplinar, convoca a profesionales de diversas áreas y al igual que TRIZ, la ergonomía es una disciplina sistemáticamente orientada y que puede ser asistida por software, con los alcances de diseño, ingeniería,

¹ El M. en C. Guillermo Flores Téllez es estudiante del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Industrial del Centro de Investigación Avanzada en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. gft17@yahoo.com. Pachuca, Hidalgo. (Autor correspondiente)

² El Dr. Jaime Garnica González es profesor investigador del Centro de Investigación Avanzada en Ingeniería Industrial perteneciente al Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo. jgamicag@gmail.com, jgarnica@uaeh.edu.mx

³ Dr. Joselito Medina Marín es profesor investigador del Centro de Investigación Avanzada en Ingeniería Industrial perteneciente al Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo. jmedina@uaeh.edu.mx

⁴ La Mtra. Elisa Arisbé Millán Rivera es empresaria y directora de CASDT- Chinese Technology to Improve México y coordina los programas de captación de talentos, innovación y transferencia de tecnología. Puebla, Puebla. lis_millan@yahoo.com

manufactura y simulación de las interacciones entre humanos y los elementos de un sistema (Coronado, M., Oropeza, R. y Rico, E., 2005). En el presente estudio se plantea los elementos que conforman a TRIZ y la ergonomía asistida por computadora, exponiendo la funcionalidad en lo referente a la antropometría estática y antropometría funcional, como una sinergia para la innovación de productos, bajo la consideración del hombre, las máquinas y el ambiente involucrados en el proceso creativo.

Descripción de la problemática

La antropometría o medición del cuerpo humano, es la subdisciplina para la “aplicación de los métodos fisicocientíficos al ser humano para el desarrollo de los estándares de diseño y los requerimientos específicos y para la evaluación de los diseños de ingeniería, modelos a escala y productos manufacturados, con el objetivo de asegurar la adecuación de estos productos a la población de usuarios pretendida” (Oborne, D., 1999). De este modo el diseñador de productos emplea los datos antropométricos para ajustar el proyecto a las especificaciones correspondientes del usuario. Es importante contar con los detalles de las dimensiones de las partes apropiadas del cuerpo humano. Actualmente se cuenta con bases de datos internacionales acerca de la estatura promedio de hombres y mujeres en los diferentes países, como los contenidos en Society at a Glance de OECD Social Indicators (Society at a Glance 2009, OECD Social Indicators), sin embargo no especifican mediciones parciales de diferentes partes del cuerpo, lo que limita su empleo para aplicaciones muy concretas. La fuente principal de datos antropométricos se ha obtenido primordialmente de estudios militares. Debido a que es necesario medir a grandes cantidades de personas para establecer las dimensiones representativas de una población, condición que los analistas militares tienen a su disposición por la numerosa cantidad de hombres y mujeres para los que deben diseñar diversidad de productos. Estas bases de datos representan una aproximación que puede no adecuarse a los requerimientos de diseño para la población civil.

Es importante establecer que actualmente se cuenta con tablas de datos antropométricos de la gente de un país y al momento de emplear los datos pueden no adaptarse a la población de otro país diferente, siempre es conveniente disponer de tablas de valores antropométricos que cumplan con ciertos requisitos primordiales, tales como: que procedan de un estudio representativo, ser adecuadas a la raza del país para el que se diseña y contar con datos actualizados debido al crecimiento secular de la población. Existen diversas fuentes de información provenientes de estudios de U.S.A., Gran Bretaña, España y otros países desarrollados, pero no son aproximaciones que puedan emplearse para países de Latinoamérica, lo que representa una constante y creciente necesidad de contar con datos apropiados y compatibles para la población correspondiente a los desarrollos. Aunado a esto la creciente migración de población global, no permite especificar una raza determinada que se ubique geográficamente con precisión. Lo que convierte en obsoleta mucha de la información disponible que ha sido publicada en estudios de la población civil de diversas zonas geográficas del mundo. El tipo de datos antropométricos que son de interés en el desarrollo de productos, se clasifica en antropometría estructural y la antropometría funcional (Mondelo, M., et al., 2002). La primera se refiere a las dimensiones simples de un ser humano en reposo y la segunda son las medidas compuestas de un ser humano en movimiento. Se requiere contar con datos precisos y las aproximaciones simples no pueden ocupar el lugar de los datos de las encuestas antropométricas controladas de manera completa. Los investigadores consideran que no existe una panacea de referencia para todos los problemas de diseño y las aportaciones realizadas solo proporcionan un punto de referencia. En la figura 1., se muestra un esquema de las proporciones y dimensiones condensadas a manera de aproximaciones de la altura total (Oborne, D., 1999).

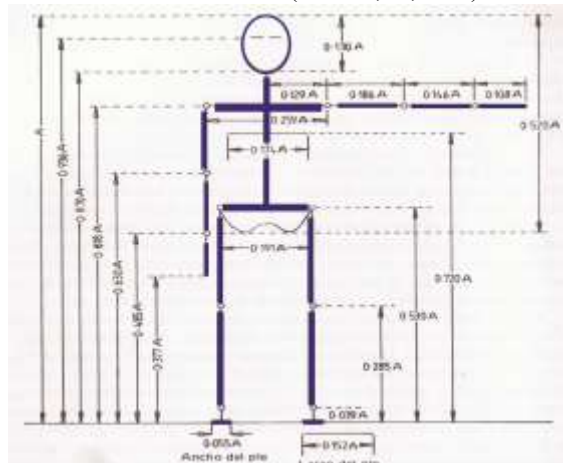


Figura 1. Largos aproximados de las partes del cuerpo expresados como proporciones de la altura total. (Oborne, D., 1999).

En concreto no existe un estudio antropométrico completo de una población específica y son escasos los estudios verificados, estos presentan datos de poblaciones sesgadas, anticuadas o que no consideran las dimensiones completas requeridas en el diseño ergonómico de productos.

Por otro lado, en lo referente al diseño ergonómico de productos con TRIZ, es posible encontrar escasos estudios de aplicaciones de la metodología TRIZ en el diseño ergonómico, donde la herramienta metodológica se ha aplicado en la solución de problemas ergonómicos, para encontrar recursos creativos, tales como el diseño de estaciones de trabajo, ruido e iluminación (Henrich, M. y Rojas, O., 2013). La problemática radica en que no existe un esquema específico que oriente al diseñador acerca de que herramientas de TRIZ debe aplicar en las diversas fases del diseño del producto, es decir queda a consideración del experto designar las herramientas que se aplicaran acorde con las contradicciones o problemas que se presenten durante el proceso creativo. Se debe mencionar, que se han realizado estudios acerca de TRIZ, para establecer las tendencias de evolución en el diseño de productos y concluyen que TRIZ representa un esquema de razonamiento capaz de guiar el desarrollo de productos, sin embargo, la dificultad de aplicar dichas herramientas reside que las tendencias no tienen un orden de aplicación lineal, es decir, requiere iniciar el proceso de manera creativa de inicio a fin, además de necesitar apoyo mediante herramientas informáticas que permitan a los diseñadores, una economía de tiempo y recursos materiales (Marín, H. E., Guzmán, E., Lira, J. L. y Guzzi, M. G., 2012). La necesidad de desarrollar nuevos productos es una actividad complicada que demanda de herramientas simples y en la actualidad esta condición no se ha comprobado compensada con el software disponible (Dadyko, O., Pérez, R. D., González, S. y Ramírez, H., 2012). Sin embargo, existen estudios que exhiben alternativas viables que los emprendedores en otros países han adoptado para contar con software y herramientas informáticas necesarias (Rodríguez, R., M., 2007), así como desarrollo de propuestas de software como alternativa de apoyo para el desarrollo de innovación y proyectos de ingeniería, con las funciones de diseño, análisis, simulación e interfaces de manufactura bajo la licencia GNU (Flores, G., Millán, E. A. y Flores, T., 2007).

Ergonomía asistida por computadora y la metodología TRIZ

Es necesario establecer una idea clara de TRIZ y la ergonomía para asociarlas sinérgicamente, por lo que es mediante la revisión de sus antecedentes, conceptos, fundamentos, funciones, aplicación de métodos y resultados obtenidos que es posible obtener como deducción de este estudio, una relación existente, debido a que ambos instrumentos encaminados al diseño de productos, pueden ser orientados sistemáticamente y requieren ser asistidos por software, que permita lograr los alcances de diseño, ingeniería, manufactura y simulación de los resultados del proceso creativo. Por lo tanto, la ergonomía asistida por computadora, permite maximizar los alcances y resultados que la metodología TRIZ provee por su aplicación individual. Esta concordancia brinda como resultado un método creativo de innovación para maximizar el valor de productos. El diseño ergonómico y TRIZ pueden integrarse para facilitar el diseño conceptual y lograr hacer más eficiente el proceso de desarrollo de nuevos productos. Los puntos de Integración de estas metodologías, se identifican mediante el análisis de su estructura interna y sus aspectos comunes, las mediciones antropométricas propias de la ergonomía pueden establecer e identificar en que etapas del proceso de diseño se puede hacer uso óptimo de las diferentes herramientas de TRIZ. Es necesario el empleo de software para obtener mejores resultados, más rápidos y de calidad, el utilizar congruentemente las herramientas CAD/ CAM / CAE, es posible mediante un proceso concurrente desde el inicio de toma de datos, hasta el final del proceso de creación, lo que permite una exacta realización del producto. En la figura 2., se muestra un esquema de la asociación y análisis de la sinergia de TRIZ, la ergonomía y la asistencia de software para establecer una integración.

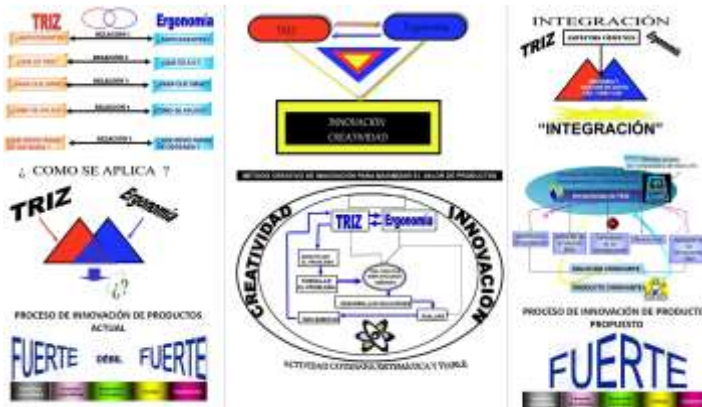


Figura 2. Integración de Software - Ergonomía - TRIZ. Elaboración propia

Con respecto a la interpretación de datos antropométricos que provienen de una población, es necesario establecer que la distribución de valores se aproxima a una función normal, que se describe por el valor promedio y su desviación estándar, como medidas de dispersión. En un procedimiento general se conceptualizan diseños que pueda adaptarse al mayor número de personas posible, mediante el empleo de percentiles. Por lo que el percentil 5 (p5) significa que el 5% de la población alcanza este valor y un percentil 95 (p95) significa que el 95% de la población alcanza a este valor. Es entre estos dos percentiles que se abarca un 90% de la población.

Es mediante de apoyo de captura de movimiento en tiempo real (Mocap), software de simulación y animación, que es posible crear un modelo definido de un determinado sistema, en este caso mediante la captura de las mediciones antropométricas y la manipulación de cantidades vectoriales, escalares y manejo de datos estadísticos, además de la modelación de ambientes de interacción entre el usuario y el producto diseñado. Que mediante las herramientas de TRIZ son definidos y clasificados como supersistema, sistema y subsistema tecnológico para su análisis. Las cadenas generadas en diferentes cuadros de tiempo o frames, son empleadas para la construcción de modelos humanos, que son utilizados para el cálculo y determinación de las dimensiones de los ítems por diseñar, así como, comprobar los alcances en situación de posición estática o funcional. El beneficio y utilidad de estos modelos desde el punto de vista ergonómico es claro, porque es posible comprobar la adecuación de un producto a distintos tipos de usuarios, sin disponer físicamente del mismo. Las posiciones, los ángulos de trabajo y los alcances, se pueden verificar sobre el producto modelado con distintos modelos humanos. En la figura 3., se muestra algunos ejemplos de modelos humanos, de niños de distintas edades, hombres y mujeres de morfologías diferentes y modelos que son generados mediante el empleo de software específicos, con diversidad de funcionalidad y manejo de datos, posteriormente, en la figura 4, se ejemplifica el empleo de texturas, materiales para productos e interfaces graficas 3D.

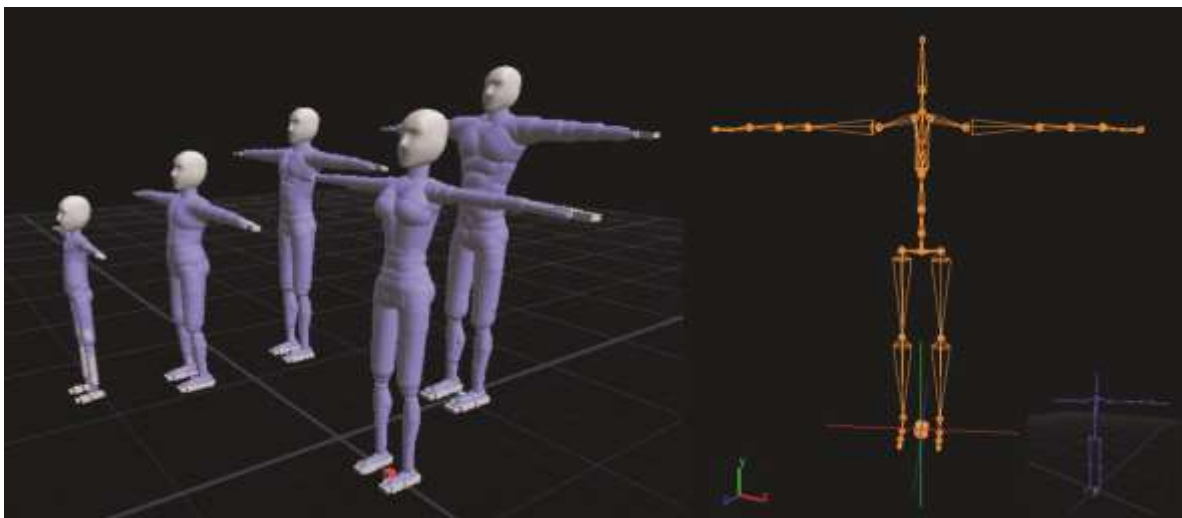


Figura 3. Ejemplos de modelos humanos. Elaboración propia



Figura 4. Modelos humanos con el empleo de texturas, materiales e interfaces gráficas para la visualización 3D. Elaboración propia.

En la tabla 1., se enlistan algunas opciones de software para el movimiento dinámico de modelos humanos para asistir los estudios ergonómicos. Pueden ser usados para simular actividades físicas con objetos y para crear una animación 3D apoyada con texturas, materiales y comportamientos. Estas simulaciones permiten crear modelos que interactúan con el ambiente, a través del seguimiento de parámetros basados en magnitudes y cantidades escalares.

Software	Descripción general	Licencia
	<p>Modelador 3D paramétrico hecho principalmente para diseñar objetos de la vida real de cualquier tamaño. Es posible, modificar fácilmente el diseño y cambiar sus parámetros. FreeCAD es de código abierto y altamente personalizable, scripts y extensible.</p> <p>FreeCAD es multiplataforma (Windows, Mac y Linux), permite importar y exportar muchos formatos de archivo abiertos como STEP, IGES, STL, SVG, DXF, OBJ, la CFI, DAE. Está dirigido directamente a la ingeniería, diseño de productos y otras especialidades de la ingeniería. FreeCAD cuenta con herramientas similares a Catia, SolidWorks o Solid Edge, y por lo tanto también cae en la categoría de MCAD, PLM, CAx y CAE. Es un modelador paramétrico función basada en una arquitectura de software modular que hace fácil para proporcionar funcionalidad adicional sin modificar el sistema central.</p>	<p>Libre</p>
	<p>Es de código abierto y una alternativa a la propiedad núcleos de modelado 3D. Es una plataforma de software de gran alcance para el desarrollo de los CAM / CAE y aplicaciones CAD. Cuenta con núcleo de modelado 3D que consiste en un reutilizable C ++ bibliotecas de objetos, y un conjunto de herramientas de desarrollo, todos disponibles en código abierto.</p>	<p>Libre</p>
	<p>Es un programa de modelado 3D, se puede utilizar para diseñar fácilmente modelos humanos a través de su rico conjunto de herramientas de escultura. La superficie Sculptris contiene infinidad de triángulos que se construyen automáticamente en su superficie del modelo 3D. Ofrece una excelente puerta de entrada en el modelado 3D. Sus características son fáciles de aprender y suficientemente robusta para la creación de modelos de base, que luego pueden ser refinados en otras aplicaciones.</p>	<p>Libre</p>
	<p>Software producido para la creación 3D, como herramienta de modelos humanos y escenarios 3D. Contiene una plataforma 'Génesis' con el apoyo de varios archivos y capacidades de importación y exportación, compatible con otras soluciones de software de animación, simulación y diseño 3D . Está disponible de forma gratuita, DAZ Studio está diseñado para permitir a los usuarios manipular "listo para usar" modelos y figuras, así como otro tipo de contenido 3D de apoyo. Está dirigido a los usuarios que están interesados en que presenta figuras humanas y no humanas de las ilustraciones y animaciones.</p>	<p>Libre</p>
	<p>Endorphin es un programa de síntesis de movimiento dinámico desarrollado por Natural Motion. Puede ser usado para simular actividades físicas con objetos y para crear comportamientos, los cuales son una serie de movimientos predeterminados que pueden ser usados en un personaje. Endorphin tiene su versión gratis (Endorphin Learning Edition) y su versión comercial, la diferencia más importante entre ellas es que en la comercial se pueden exportar las animaciones a 3D Studio Max o Maya</p>	<p>Libre & Comercial</p>

Tabla 1. Opciones de software para asistir los estudios ergonómicos. Elaboración propia.

Comentarios Finales

El empleo de software, maximiza los alcances de los estudios ergonómicos para el desarrollo de productos y con la metodología TRIZ se apuntala el método creativo de innovación para extender el alcance de la innovación de bienes. Las mediciones antropométricas propias de la ergonomía, son asistidas por el empleo de la captura de movimiento en tiempo real (MOCAP), que como técnica de grabación de movimiento logra el traslado de un entorno real a un modelo digital, es un método que ofrece un mayor grado de precisión en captura y recopilación de datos. Es la ergonomía, la guía que puede establecer e identificar en que etapas del proceso de diseño se puede hacer uso óptimo de las diferentes herramientas de TRIZ. Existen diversas alternativas de software con herramientas y aplicaciones asistidas por computadora, algunos son una opción gratuita y otros requieren del pago de licencia, sin embargo, al combinar su empleo, cualquier opción permite el intercambio, importación y exportación de proyectos para los fines de CAD/ CAM / CAE y simulación asistida por computadora. Se recomienda el uso de software libre o GNU, en LINUX, con el objetivo de optimizar los distintos procesos de innovación, creación de nuevos productos y tecnologías.

Referencias

- Altshuller, G. (2006). And suddenly the inventor Appeared, TRIZ, the Theory of inventive problem solving. (2nd ed.), Worcester. MA: published by Technical Innovation Center, Inc
- Beltrán, E., Juárez, U. y Cortés, G. (Noviembre, 2012). Patrones de diseño de software con principios inventivos. VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Orizaba, Veracruz, México.
- Chiner, M., Mas, J. y Alcaide, J. (2004). Laboratorio de Ergonomía. México: Alfaomega.

- Clive Dym (2011), El proceso de diseño en ingeniería: Cómo desarrollar soluciones efectivas. México D.F., México: Limusa Wiley.
- Córdova, E. y Macías, J. S. (Octubre, 2011). Cocreación con TRIZ, un enfoque moderno de innovación sistemática. *VI Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Querétaro, México.
- Córdova, E. y Perez, G. (Septiembre, 2006). Propuesta Metodológica TRIZ-A.V. *I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, ISBN: 9688639230. México.
- Córdova, E., Flores, G., y Torres, S. J. (Septiembre, 2006). Diseño Funcional de un aparato para el desarrollo de la elasticidad (FXL). *I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, ISBN: 9688639230. 103-119. Puebla, México.
- Coronado, M., Oropeza, R. y Rico, E. (2005). Triz, la metodología más moderna para inventar o innovar tecnológicamente de manera sistemática. México: Panorama.
- Dadyko, O., Pérez, R. D., González, S. y Ramírez, H. (Octubre, 2012). La resolución de contradicciones físicas para asistir el diseño conceptual de nuevos productos. *VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Orizaba, Veracruz, México.
- Darrell, M. (Octubre, 2008). Levers to breakthrough solutions. *III Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Guadalajara, Jal, México.
- DAZ Studio 4.7 User Guide (2014)
- Domb, E. (Noviembre, 2008). Teaching TRIZ to Beginners. *III Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Guadalajara, México.
- Endorphin User Guide, NaturalMotion Ltd. Version 2.5.2.5052 (2005) & 2.7.1.7332 Learning Edition, (2006).
- Fiksel, J. (2009). Design for Environment: a Guide to Sustainable Product Development. (2da. Ed.). USA: McGraw-Hill.
- Flores, G., Garnica, J. y Millán, E. A. (Noviembre, 2014). TRIZ como elemento de integración de planes de negocios, en la creación de nuevos productos y servicios. caso: productores de la sierra norte del estado de Puebla. IX Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica y Desarrollo de Productos, 1-15. México, DF.
- Flores, G., Millán, E. A. y Flores, T. (Noviembre, 2007). Empleo de la metodología TRIZ, para la creación de un generador de programas de ingeniería asistidos por computadora para las funciones CAD-CAM-CAE-CAPP-CAQ. II Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica, 78-87. Monterrey, México.
- Fundación de la innovación Bankinter. (2010). El arte de innovar y emprender, cuando las ideas se convierten en riqueza. Future Trends Forum. Madrid, España. Recuperado de: <http://www.fundacionbankinter.org>
- Garnica, J. (2012). Modelo sistémico para la innovación producto-tecnología, en las pequeñas y medianas empresas, un estudio de caso. (Tesis de doctoral). Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla, México.
- Guzman, L.A. (2012). Manual de Cineantropometría. Colombia: Kinesis.
- Henrich, M. y Rojas, O. (Octubre, 2013). Aplicaciones de la metodología TRIZ en el diseño ergonómico de estaciones de trabajo. Industrial Data. Industrial Data, vol. 16, núm. 1, enero-junio, 2013, pp. 102-107. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- León, N., Flores, M., Aguayo, H. y Ortiz, S. (Octubre, 2012). La innovación en México, contexto actual y necesidades de las empresas Mexicanas. *VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Orizaba, Veracruz, México.
- Lin, C. & Luh, D. (2009). A vision-oriented approach for innovative product design. *Advanced Engineering Informatics*. 23(2). 191-200. doi:10.1016/j.aei.2008.10.005.
- Malagón de García, C. (2001). Manual de antropometría. Colombia: Kinesis.
- Marín, H. E., Guzmán, E., Lira, J. L. y Guzzi, M. G. (Octubre, 2012). Aplicación de las tendencias de evolución durante el diseño conceptual de nuevos productos. *VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Orizaba, Veracruz, México.
- Martínez, L., Zapata, A., Castillo, B. E. y Hernández, V. (Octubre, 2011). Aplicación de TRIZ en el diseño de herramientas. VI Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Querétaro, México.
- Mondelo, P., Gregori, E., De Pedro, O. y Gómez, M. (2002). Ergonomía 4. México: Alfaomega.
- Monnier, B. (Septiembre, 2006). Innovation improvement strategy using TRIZ. *I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, ISBN: 9688639230. México.
- Montiel, A. y Montalvo, N. (Noviembre, 2012). INNOPTIMIZATION – an Evolutive Innovation Algorithm. VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Orizaba, Veracruz, México.
- Nishiyama, J. C., Zagorodnova, T. y Requena, C. E. (Diciembre, 2010). Unified Structured Inventive Thinking. *V Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica Basado en TRIZ*, ISBN: 9786074872347. Puebla, México.
- Nishiyama, J. C., Zagorodnova, T. y Requena, C. E. (Noviembre, 2013). Funciones en el marco del Unified Structured Inventive Thinking. *VIII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Mérida, Yucatán, México.
- Norman, D. (2002). The Design of everyday things. Newyork, U.S.A.: BASIC BOOKS.
- Oborne, D. (1999). Ergonomía en acción. La adaptación del medio de trabajo al hombre. México: Trillas.
- Oropeza, R. (2010). TRIZ, La metodología más avanzada para acelerar la innovación tecnológica sistemática. Monterrey, NL.
- Oropeza, R. (Octubre, 2011). Niños y Jóvenes Creativos en un Tris, con TRIZ. *VI Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Querétaro, México.
- Poser pro, User Guide (2014).
- Rodríguez, R., M. (Noviembre, 2007). Herramientas informáticas para el apoyo de la Innovación en las Pymes, Barcelona- España. *II Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, ISBN: 9789689182887. Monterrey, NL, México.
- Savranski, S. D. (2000). Engineering of creativity: introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. Boca Raton, USA: CRC Press LLC.
- Seredinski, A. (Noviembre, 2007). TRIZ and Innovation Methods. *II Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, ISBN: 9789689182887. Monterrey, NL, México.
- Seredinski, A. (Septiembre, 2006). Creativity, TRIZ, Innovations: always together?. *I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, ISBN: 9688639230. Puebla, México.
- Society at a Glance 2009, OECD Social Indicators. ISBN: 9789264056879 (PDF) ; 9789264049383 (print). DOI: 10.1787/soc_glance-2008-en
- Zapata, A. y Treviño, J. J. (Octubre, 2011). Dictamen sobre el conocimiento y aplicación de TRIZ en la industria maquiladora. VI Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Querétaro, México.