

FABRICACIÓN DE MUEBLES DE OFICINA Y ESCOLARES, A PARTIR DE DESECHOS DE PAPEL

OFFICE AND SCHOOL FURNITURE MANUFACTURE FROM PAPER WASTE

Eduardo Martínez-Mendoza¹
Francisco Javier Sol-Sampedro²
Luis Arturo Rivas-Tovar³
Guadalupe Toledo-Toledo⁴

Recibido: enero 6 de 2015
Aceptado: mayo 13 de 2015

Resumen

El objetivo de este artículo es presentar el desarrollo de un material y una herramienta que permiten la fabricación de muebles a partir de desechos de papel de oficinas y escuelas. En el método se empleó la metodología TRIZ (Teoría para resolver problemas de inventiva), se establecieron criterios para evaluar el material a desarrollar, y se experimentó con diferentes configuraciones hasta crear un material adecuado para la fabricación de muebles; además, se construyó una herramienta para agilizar el proceso de fabricación. Los muebles fabricados se constituyen únicamente por papel, adhesivo biodegradable, y desechos textiles o pintura base agua para su acabado, y su proceso de fabricación es de fácil transferencia y muy bajo costo. A un año de haber fabricado el primer mueble, este permanece en óptimas condiciones, a pesar de haber sido sometido a condiciones para las cuales no fue diseñado.

Palabras clave: Reutilización, Papel, Muebles, TRIZ, Innovación.

Abstract

The aim of this paper is to present the development of a material and a machine that enable the manufacturing of furniture from waste paper from offices and schools. The method uses the TRIZ methodology. Criteria were established to evaluate the material to be developed, and different settings were experimented to create a suitable material for making furniture. Furthermore, a machine was constructed to speed up the manufacturing process. The manufactured furniture is only made by using paper, biodegradable adhesive, and either textile waste or water based paint for its finishing. Its manufacturing process is easy transfer and at a very low cost. A year after having manufactured the first piece of furniture, it remains in good condition, despite having been exposed to conditions for which it was not designed.

Keywords: Reuse, Paper, Furniture, TRIZ, Innovation

¹ Maestro en Ingeniería, Universidad del Istmo, México. E-mail: ed_mtzm@hotmail.com.

² Maestro en Ciencias de la Conservación de Recursos Naturales, Universidad del Istmo, México

³ Doctor en Ciencias Administrativas, Catedrático de la ESCA STO del IPN, México

⁴ Maestra en Ciencias de la Computación, Universidad del Istmo, México.

1. Introducción

Actualmente se generan a nivel mundial aproximadamente 1.3 billones de toneladas por año de residuos sólidos urbanos, y se estima que para el año 2025 se generen 2.2 billones de toneladas, esto representa un incremento de 1.2 a 1.4 kg. por persona por día en los siguientes años (Hoorweg & Bhada-Tata, 2012). Los habitantes de los países de la OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, generan en promedio 2.2 kg. de basura diaria, en tanto en el Sur de Asia cada habitante genera en promedio 0.45 kg (Hoorweg & Bhada-Tata, 2012); Latinoamérica genera 430,000 toneladas diarias, con cantidades diarias por habitante desde 1.1 hasta 14 kg, lo que implica que miles de dólares sean tirados diariamente a la basura, que de ser separada adecuadamente alrededor del noventa por ciento podría ser reconvertida en combustible o reciclada (Banco Mundial, 2013; Hoorweg & Bhada-Tata, 2012).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2014), en el caso mexicano durante 2012 se generaron más de 42 millones de toneladas de residuos, de las cuales se reciclaron solamente 2.1 millones de toneladas, es decir, menos del cinco por ciento del total generado. Los datos del INEGI reflejan los problemas que existen en el manejo de la basura y en la conciencia ambiental; en 2012, 8.679 millones de toneladas fueron vertidas a cielo abierto, y en promedio, 14.51 % de las viviendas mexicanas quemaron su basura, 0.35 % la tiró en terrenos baldíos o en la calle, y 0.30 % en lagos, ríos o mares, este problema se agudiza en estados como en Oaxaca, donde el 40.83 % de las viviendas quema su basura, o en Guerrero, donde el 1.29 % de las viviendas la tira en baldíos o calle, y 1.40 % en lagos, ríos o mar; acciones que sin duda contribuyen en la contaminación ambiental.

Del total de basura generada en 2012, 5.82 millones de toneladas fueron de cartón, papel o productos relacionados (INEGI, 2014), de estos desechos solo el 55.1 % es reciclado, lo que ubica a México en el lugar 33 a nivel mundial (Expok,

2013), lo que representa aún una gran oportunidad para incentivar el reciclaje o la reutilización de estos residuos en el país.

En la última década se han realizado esfuerzos para el aprovechamiento de los residuos de cartón para la fabricación de muebles. Existe una propuesta para crear muebles a partir de la reutilización de cartón para comedores comunitarios (Fernández, García, González, Rodríguez, & María, 2012); otra propuesta para mobiliario de cartón, fue desarrollada para el equipamiento de la sala de ventas de una empresa (Díaz, Nivia, & Vesga, 2012). Iguana 4 es un proyecto realizado por cuatro diseñadores industriales para fabricar muebles de cartón con diseños innovadores (Méndez, 2012).

Para obtener los parámetros de diseño de un mueble hecho a partir de cartón reciclado, se aplica la metodología de Despliegue de la Función de Calidad, QFD por sus siglas en inglés (Zaleta, Cruz, Mar, & Pérez, 2013), la fabricación de muebles a partir de cartón reciclado ha cobrado relevancia en los últimos años, al grado que empresas como e3mobiliario, modulec, Paper Sofa, y Molo sean algunas de las empresas cuyo negocio es la fabricación y venta de este tipo de productos. Sin embargo, respecto al uso de papel desechado en las escuelas y oficinas, solo se ha identificado a la empresa Debbie Wijkscamp, cuyo proceso consiste en moler el papel y crear una pasta, un proceso completamente distinto al desarrollado en el presente trabajo (Debbie Wijkscamp, 2015; 19bis, 2009); y una propuesta para el desarrollo de paneles de periódico como elemento aislante de construcción, cuyo objetivo es crear un producto económico para mejorar el confort en casas habitación (Paz, 2013).

Por su naturaleza, las escuelas y oficinas están intrínsecamente ligadas al papel, y son entidades donde se genera continuamente este tipo de desecho. Por otro lado, las escuelas, bibliotecas públicas y organizaciones civiles adolecen de mobiliario suficiente o adecuado para sus actividades, por lo cual, se planteó la interrogante ¿cómo apro-

vechar el papel desechado en escuelas y oficinas para crear muebles de oficina o escolares?

Esta idea comenzó a desarrollarse en agosto del año 2013. Actualmente se han fabricado dos muebles, que han sido sometidos a exigencias para las cuales no fueron diseñados, y se conservan en muy buenas condiciones, además, al usar solamente papel, pegamento biodegradable, y para el acabado desechos de textiles y pintura base agua, los muebles podrían ser reciclados al término de su vida útil. Aunque el proyecto nació enfocado en las escuelas y oficinas, estos muebles podrían ser empleados en otros ambientes.

A continuación se presentan el proceso de desarrollo del material a partir de los desechos de papel creado para la fabricación de los muebles, la herramienta adaptada para la fabricación de este material, los resultados obtenidos con los muebles fabricados, y los planes de desarrollo en el futuro inmediato. Aunada a la creación de un material a partir del papel de desecho en escuelas y oficinas, el presente trabajo contribuye con la mejora de mobiliario en escuelas y la promoción de la conciencia sobre la reutilización y reciclaje.

2. Materiales y métodos

2.1 Incubación de la idea

La TRIZ, acrónimo ruso para la Teoría de Resolución de Problemas Inventivos, es “un conjunto de técnicas... que se basan en la hipótesis de que existe un conjunto de principios básicos para el desarrollo de las invenciones, los cuales son la base para el avance inventivo de las tecnologías” (Ochoa, Zambrano, Navarro, Jaramillo, & Henao, 2013), la TRIZ “permite abordar de manera lógica y sistemática el proceso inventivo” (Patentes & Marcas, 2014), para ello descubre las principales contradicciones — técnicas o físicas— en un problema de innovación tecnológica o la necesidad de generar un invento (Coronado, Oropeza & Rico, 2005).

Bajo el concepto de contradicción de la TRIZ, se identificó que en las escuelas y oficinas continuamente generan residuos de papel, hojas de papel, cartulinas, carpetas y pliegos de papel, que se encuentran en buenas condiciones físicas, pero que deben ser desechados porque se ha escrito en ellos; para retirarlos hay implícitos costos, que pueden ser económicos, ambientales y sociales. Además, particularmente las escuelas requieren de mayor mobiliario para sus actividades, al cual no pueden acceder por la falta de recursos económicos para este fin; contradicción puede ser contrarrestada por los principios de la metodología TRIZ (Coronado et al., 2005).

El papel como residuo es *dañino* al medio ambiente, a la economía de los municipios por el gasto en el servicio de recolección de basura, y en la sociedad por los problemas derivados de la contaminación; cuando existe un elemento dañino, el principio 22 de la TRIZ recomienda convertirlo en algo *benéfico* (Coronado et al., 2005).

Con esta premisa se realizó una lluvia de ideas para identificar las oportunidades para el aprovechamiento del papel de residuo; en la lluvia de ideas fue muy importante considerar el concepto de *recurso invisible* de la TRIZ, concepto usado para referirse a recursos que a “simple vista pasan desapercibidos debido a bloqueos psicológicos” (Coronado et al., 2005), como la gravedad, el vacío, el aire, clientes, etc. (Apipilhuasco & Puente, 2010).

Como resultado, se obtuvo la idea de crear muebles para escuelas y oficinas, debido a que estas son generadoras del recurso invisible desechos de papel, al cual se le puede agregar valor. En este punto, el reto consistió en el diseño de un material que permitiera la creación de los muebles.

2.2 Criterios de desarrollo

En esta fase se generaron, mediante la técnica de lluvia de ideas, las posibles configuraciones para crear el material. Después de experimentar con las que se consideró tenían mayor posibilidad de

éxito, y condujeran a materiales similares a los que convencionalmente se emplean para la fabricación de muebles, se consideraron fundamentales las siguientes características:

Apariencia: el material debía poseer características que le permitieran recibir para su acabado pintura o forro con textiles. El mueble no debía ofrecer a simple vista una diferencia con los muebles tradicionales, porque podría sesgar su aceptación por parte del usuario. Por tanto, debía tratarse de una superficie plana con imperfecciones mínimas.

Resistencia al esfuerzo: el material seleccionado debía ser capaz de ser utilizado en mesas, libreros, asientos y otros usos sin sufrir deformación o rotura. Para ello se hicieron muestras de las diferentes configuraciones, y ante la ausencia de equipo de medición adecuado, se aplicó carga en ellas y se les mantuvo en observación durante dos meses para observar su comportamiento. Aunque se trata de una prueba cualitativa, el material seleccionado aunado al diseño de los muebles ha demostrado soportar adecuadamente esta exigencia.

No contaminante: Para el desarrollo de los materiales para fabricar los muebles, debían emplearse materiales biodegradables, de reutilización o reciclaje.

Transferencia: este proyecto fue pensado en el beneficio social, por lo que su transferencia debía ser muy fácil, tanto en conocimiento como en tecnología. El material debería ser posible de producir sin requerir de elementos tecnológicos costosos o difíciles de obtener.

Costos: Los costos del material a desarrollar debían ser bajos, para ello era necesario acudir a los recursos invisibles, como los materiales de reutilización o reciclaje, principalmente.

2.3 Experimentación y desarrollo de la máquina

Se desarrollaron las tres configuraciones que fueron consideradas con mayor probabilidad de éxi-

to. De ellas, la ganadora fue seleccionada por ser la única en superar los cinco criterios antes descritos. Una vez seleccionado el material, se inició con el desarrollo de una mesa infantil.

Hasta este punto el material se fabricaba en un proceso completamente manual. Sin embargo, el desarrollo del primer producto condujo al equipo de trabajo a plantearse la necesidad de crear una herramienta que agilizará la producción.

Ante este nuevo reto se buscaron tecnologías existentes que pudieran adecuarse para este fin. Se identificó que la tecnología empleada en la industria cigarrera podría resolver este problema. Se analizaron siete diferentes máquinas existentes en el mercado, de las cuales se compararon su complejidad tecnológica, costo y facilidad de adopción. Se construyó a partir de ella, un modelo con las adecuaciones necesarias para el trabajo requerido. Actualmente la máquina opera de forma manual; sin embargo, se logró agilizar y disminuir la fatiga en el proceso de producción.

El segundo mueble a desarrollar fue un sillón; se optó por él, debido a que era necesario validar el desempeño del material creado ante nuevas exigencias en esfuerzo, mayores dimensiones y diferentes estructuras de armado. Además, quería experimentarse la conveniencia de emplear textil como material de acabado, en lugar de la pintura base agua, con el objetivo de que al final de la vida útil del mueble, al separar el textil del papel, el papel sea fácilmente reciclado.

2.4 Retroalimentación

Finalizadas las fases anteriores, se realizó un análisis de las experiencias y conocimientos obtenidos, con el fin de detectar áreas de oportunidad y determinar las líneas de acción hacia el futuro del proyecto.

3. Resultados y discusión

Se desarrolló una máquina para la fabricación de placas a partir del papel de desecho en las oficinas y escuelas, como se ilustra en la figura 1, esta máquina se construye con materiales muy fáciles de encontrar, y que incluso, pueden ser residuos de carpinterías; aunque actualmente opera en forma manual permitió acelerar el proceso de produc-

ción de los muebles, antes de la máquina un operario fabricaba una mesa (figura 2) en una semana, con la máquina el tiempo se reduce menos de dos días, aunque se trata de un período considerable, este disminuirá en el futuro, cuando se la máquina sea automatizada; además, la máquina creada reduce la fatiga del operario, debido a que la fabricación de las placas de papel implican operaciones rutinarias y monótonas, la máquina mejora las condiciones de trabajo del operario.

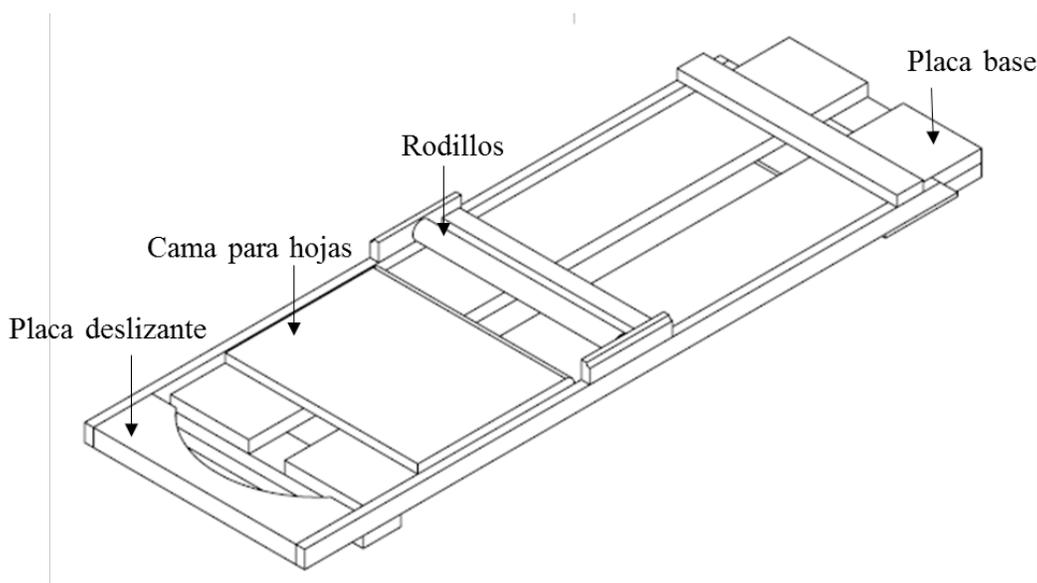


Figura 1. Máquina desarrollada

El funcionamiento de la máquina consiste en colocar la hoja de papel en la cama para hojas, y jalar la placa deslizante, para finalmente, aplicar pegamento, por lo cual, no implica peligros para las personas en su uso, lo que facilita que pueda ser empleada en ambientes escolares; además, es una máquina que puede fabricarse a partir de materiales muy comunes y económicos. Uno de los objetivos en el corto plazo es lograr la automatización de esta máquina, lo que incrementará el ritmo de producción y permitirá realizar un análisis confiable de los costos de producción, esta información permitirá extender los segmentos sociales donde podrían ser adoptados estos muebles.

3.1 Evaluación de los criterios de desarrollo

En una sección anterior se describieron los *criterios de desarrollo* evaluados para el desarrollo del material. Actualmente se han fabricado una mesa y un sillón, por ser muebles que son sometidos a esfuerzos o usos para los cuales no fueron diseñados, ver figuras 2 y 3. Estos muebles ofrecen una apariencia análoga a un mueble tradicional. El usuario no identifica que el mueble en uso sea de papel, en suma, se trata de un mueble más ligero respecto al símil tradicional. Además de su apariencia similar a los tradicionales, su resistencia al esfuerzo ha sido la suficiente para cumplir con su función y permanecer en las mismas condiciones.

La mesa ha sido utilizada como asiento, por lo cual ha estado sometida a esfuerzos mayores para los cuales fue diseñada, a pesar de ello, se mantiene en condiciones óptimas, figura 2, y el sillón fabricado con papel, a seis meses de uso permanece en excelentes condiciones como se observa en la figura 3.



Figura 2. Mesa de papel

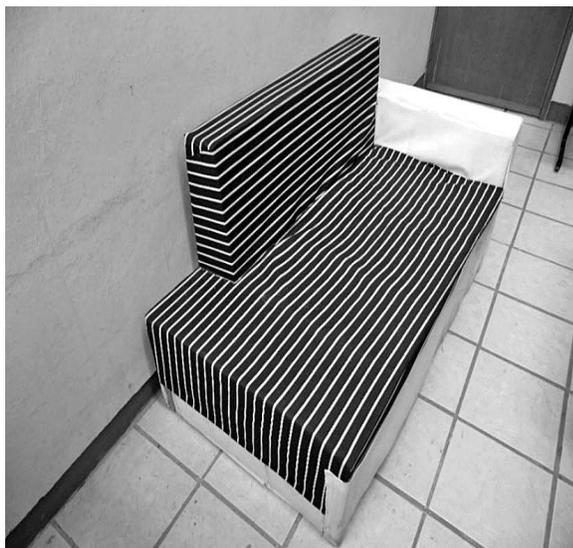


Figura 3. Sillón de papel

Ambos muebles han sido fabricados únicamente con papel adhesivo base agua, y para su acabado

desechos textiles y pintura base agua, por lo cual, al término de su vida útil, el papel podría ser reciclado, y los textiles separados fácilmente, por tanto, estos muebles ayudan en el manejo de los residuos de papel y crean muebles con bajo impacto negativo al ambiente. Es importante resaltar, que en el proceso de fabricación el uso de agua aproximado fue de un litro y medio en el caso de la mesa, y tres litros en el caso del sillón, el agua se utilizó para preparar el pegamento, la pintura empleada en el proceso de acabado, y en el lavado de utensilios empleados en la fabricación. En la fabricación de la mesa se emplearon alrededor de 1,500 hojas de papel tamaño carta, MX\$90 de pegamento, y MX\$40 de pintura; para el sillón, se emplearon aproximadamente 3,900 hojas de papel tamaño carta, MX\$270 de pegamento, y MX\$100 en textiles. La mano de obra no fue cuantificada por tratarse de un proceso de experimentación, para cuantificarla es necesario agilizar y estandarizar el proceso de producción; debido a que el proyecto está orientado a escuelas, se pueden aprovechar la habilidad de los estudiantes como parte de un taller de conciencia ecológica para fabricar los muebles, esto reduciría los costos en las escuelas.

El proceso de fabricación y el uso de la máquina creada son muy sencillos de transferir, y de muy bajo costo, por lo cual, fácilmente podrían ser adoptados en instituciones de nivel básico. La máquina puede ser construida con elementos que son muy económicos y de fácil adquisición, por lo cual su costo es muy bajo.

3.2 Desarrollo futuro

Debido al diseño, apariencia y funcionalidad lograda, el proyecto tiene como objetivo explorar en el desarrollo de mobiliario para casas, empresas, promocionales y podría ser una alternativa para apoyo en situaciones de desastres naturales. Además, con algunas pruebas adicionales el material creado podría ser empleado para la fabricación de placas similares a las empleadas en la industria de la construcción.

Para ello será necesaria la automatización de la máquina creada para agilizar el proceso de producción; experimentar con diferentes materiales para ampliar la gama de acabados; desarrollar prototipos de muebles publicitarios y del hogar; así como diseñar muebles que puedan ser transportados sin ensamblar. Sin embargo, se mantiene el objetivo esencial del proyecto, que es transferir este conocimiento y tecnología a las escuelas, asociaciones civiles e instituciones de gobierno, para contribuir en el fomento a la conciencia ambiental y la mejora de las instalaciones educativas.

4. Conclusiones

Se ha desarrollado un material y una máquina de bajo costo y fácil transferencia, tanto tecnológica como de conocimiento, para la fabricación de muebles a partir de papel de desecho. El material creado permitirá la fabricación de muebles a partir de hojas de papel de desecho de oficinas y escuelas; en tanto, la máquina, agilizará el proceso de producción de los muebles.

La apariencia de los muebles es similar a los tradicionales, a simple vista y durante su uso, los usuarios no han identificado diferencias; en suma, al conocer que se trata de un mueble de papel su aprobación para su empleo diario crece debido a su beneficio ambiental.

Los muebles fabricados han mostrado ser eficientes para el servicio que fueron diseñados. Los dos muebles fabricados no han sufrido deformación u otro daño por el esfuerzo al que han sido sometidos, y esta característica puede ser adaptada al tipo de servicio mediante el diseño de la estructura del mueble. Estos muebles son una oportunidad para crear beneficio social y ambiental, únicamente se utiliza papel de desecho, pinturas base agua, pegamento biodegradable, desechos textiles, y cantidades mínimas de agua.

El proceso de fabricación y la herramienta creada son de muy fácil transferencia, no implican el uso de agentes contaminantes o peligro alguno, tam-

poco requiere de instalaciones especiales, y en el caso de la herramienta, puede ser fabricada con materiales de bajo costo y fácil acceso.

La esencia del proyecto es beneficiar a escuelas para la ampliación de su mobiliario, y la promoción de la conciencia ambiental, y por los resultados obtenidos, estos muebles podrían ser adoptados por otros sectores sociales.

Referencias

Apipilhuasco, C. M., & Puente, J. (28 de septiembre de 2010). Diseño conceptual de un dispositivo adaptable al asiento de un automóvil que asista a personas ancianas y discapacitadas. D.F., México: UNAM.

Coronado, M., Oropeza, R., & Rico Arzate, E. (2005). Innovación sistemática mediante TRIZ. México, D.F.: Panorama.

Debbie Wijskamp. (2015). Debbie Wijskamp. Recuperado el 24 de 09 de 2014, de <http://www.debbiewijskamp.com/>

Díaz, A. F., Nivia, F. K., & Vesga, D. (2012). Equipamiento para la sala de ventas de la empresa D-Cartón, desarrollado a partir de cartón como materia prima principal; diseño y construcción de modelos. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.

El Banco Mundial. (18 de diciembre de 2013). El Banco Mundial. Recuperado el 12 de marzo de 2015, de <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/12/18/basura-en-latinoamerica>

Expok. (25 de abril de 2013). Expok. Obtenido de <http://www.expoknews.com/mexico-presume-produccion-de-papel-sin-tala/>

Fernández, W., García, C. V., González, M. M., Rodríguez, N., & María, C. (2012). "EcoMuebles" Construcción de muebles a partir de cartón reutilizado.

Revista de Investigaciones del Departamento de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de la Matanza. Recuperado de http://rinca.unlam.edu.ar/download/amartya/2012_ecomuebles.pdf

Hoorweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Washington, DC: World Bank. Recuperado de <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTURBANDEVELOPMENT/0,,contentMDK:23172887~pagePK:210058~piPK:210062~theSitePK:337178,00.html>

INEGI. (08 de noviembre de 2014). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Recuperado de: www.inegi.org.mx

Méndez, V. (03 de agosto de 2012). *Revista Código*. Recuperado el 15 de 12 de 2014, de <http://www.revistacodigo.com/entrevista-a-iguana-4-dise-no-con-conciencia/>

Ochoa, S., Zambrano, J., Navarro, A., Jaramillo, A., & Henao, L. (2013). Diseño de un escenario educativo para museos con el uso de TRIZ y ACT. *Pensamiento Psicológico*, 11(2), 71-88.

Patentes y Marcas. (27 de 03 de 2014). *Patentes y Marcas*. Recuperado el 20 de 01 de 2015, de <http://www.madrimasd.org/blogs/patentesymarcas/>

cas/2014/triz-una-teoria-para-resolver-problemas-de-forma-inventiva/

Paz, G. (21 de octubre de 2013). Tecnológico de Monterrey. Recuperado el 21 de enero de 2015, de <http://www.itesm.mx/wps/wcm/connect/snc/portal+informativo/por+tema/investigacion/bloquesconstruccionperiodico21oct13>

Smilovitz, E. (05 de marzo de 2013). Alto Nivel. Recuperado de <http://www.altonivel.com.mx/34383-bio-pappel-y-el-exito-del-papel-reciclado.html>

Zaleta, M., Cruz, L., Mar, C., & Pérez, M. (2013). Despliegue de la Función de la Calidad y Voz del Cliente para el diseño de muebles de cartón como alternativa de sustentabilidad. *Congreso Internacional de Investigación Academia Journals en Ciencias y Sustentabilidad*. Tuxpan, Veracruz: Academia Journals. Recuperado de <http://itsta.edu.mx/posgrados/industrial/MedVer/5.%20Resultados%20y%20vinculacion/Criterio%2013.%20Contribucion%20al%20conocimiento/M.C.%20Lidilia%20Cruz%20Rivero/13-1-16MemoriaDespliegueFuncionCalidad2013.pdf>

19bis creative. (19 de octubre de 2009). *Cómo hacer muebles con pasta de papel reciclado*. Recuperado de <http://19bis.com/objectbis/2009/10/19/eco-diseno/como-hacer-muebles-con-pasta-de-papel-reciclado/#comments>