

PERCEPCIÓN INDUSTRIA-AMBIENTE DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INDUSTRY-ENVIRONMENT PERCEPTION OF COLLEGE STUDENTS OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Quetzalli Aguilar-Virgen¹, Paul A. Taboada-González¹, María E. Ramírez-Barreto²

(1) Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Calzada Universidad #14418,
Parque Industrial Internacional Tijuana C.P. 22390, Tijuana - México

(2) Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ingeniería, Calle de la Normal S/N y Blvd. Benito Juárez,
Col. Insurgentes Este, C.P. 21280, Mexicali - México
(e-mail: qaguilar@uabc.edu.mx)

Recibido: 24/09/2015 - Evaluado: 30/10/2015 - Aceptado: 26/11/2015

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue analizar la percepción de estudiantes universitarios sobre su papel en la minimización de impactos ambientales, aplicando la filosofía de CPS (consumo y producción sustentable). Se diseñó y validó un cuestionario; el cual se aplicó a 288 estudiantes con un nivel de confianza 95% y un error del 10%. Los estudiantes están conscientes de que es necesario optimizar sus procesos y hacer rentables sus empresas. Sin embargo, les falta mayor conocimiento en las herramientas de CPS para hacer los procesos más eficaces, eficientes y ambientalmente amigables. Es necesario que se cambien los paradigmas industria-ambiente para lograr sistemas productivos más sostenibles.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the perception of college students about their role in minimizing environmental impacts, applying the philosophy of SCP (sustainable consumption and production). It was designed and validated a questionnaire; which it was applied to 288 students with a confidence level of 95% and 10% error. Students are aware of the need to optimize their processes and make their businesses profitable. However, they lack more knowledge tools SCP to make the most effective, efficient and environmentally friendly processes. It is necessary for industry-environment paradigm change to achieve more sustainable production systems.

Palabras clave: actitudes, conciencia ambiental, industria sostenible, minimización de impacto ambiental
Keywords: attitudes, environmental awareness, sustainable industry, environmental impact minimization

INTRODUCCIÓN

Los actuales patrones de consumo y sistemas de producción basados en prácticas tradicionales y tecnologías comerciales, son generalmente no sustentables. Nash (2009), expone que el consumo y la producción contribuyen significativamente en el calentamiento global, contaminación, uso de materiales, generación de residuos y residuos peligrosos y el agotamiento de los recursos naturales.

En la actualidad, existe la necesidad de tener una nueva forma de pensar, no para mantener el estatus quo, sino para tener una transformación efectiva (Da Silva *et al.*, 2013). En este contexto, el problema debe de entenderse como un todo, tratando de reconocer y construir un nuevo estilo de vida, con nuevos métodos de producción y nuevos patrones de consumo, con cambios estructurales y transformadores de fondo en las iniciativas económicas y sociales. Sedlacko *et al.* (2014), exponen que la sustentabilidad es una estrategia de ganar-ganar, donde el consumo puede llegar a ser más sostenible, nuevas oportunidades de negocios pueden surgir, y la calidad de vida puede mejorar, todo al mismo tiempo.

En la práctica, las transformaciones en la industria han sido lentas. Nazzal *et al.* (2013), indican que la literatura no muestra cómo los productores pueden ser compensados por incrementar el ciclo de vida de sus productos. En este sentido, Boons *et al.* (2013) reportan, que si bien existe una cantidad considerable de conocimientos sobre lo que impulsa la innovación sostenible a nivel de empresa, no se conoce cómo las innovaciones sostenibles se pueden realizar y cómo se pueden crear situaciones ventajosas de negocios para los involucrados, mientras que en realidad permite la sostenibilidad a nivel de la producción y los sistemas de consumo.

En México, los temas referentes a consumo y producción sustentable (CPS) no tienen mucho en marcha. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2012) publicó el Programa Especial de Producción y Consumo Sustentable 2014-2018 dentro de la Estrategia Nacional de Producción y Consumo Sustentable. Sin embargo, falta generar información que permita establecer las bases adecuadas para que se pueda implementar estas buenas prácticas en la industria maquiladora, reconvirtiendo los procesos productivos y cambiando la percepción industria-ambiente-economía. Tseng *et al.* (2013a; 2013b), mencionan que los elementos del consumo y producción sustentable se integran plenamente en el diseño de productos y servicios a través de todas las cadenas de suministro, y con ello se aumenta la probabilidad de avanzar hacia sociedades más sostenibles.

Borchardt *et al.* (2011), exponen que el proceso de implementación para un diseño ambientalmente amigable incluye siete alcances: 1) elección y consumo de materiales, 2) elección de los componentes del producto, 3) características del producto, 4) uso de la energía, 5) distribución de productos, 6) embalaje y documentación, y 7) residuos. Sobre este último, los objetivos son minimizar los residuos generados en el proceso de producción, la reutilización de los residuos generados y para garantizar los límites aceptables de sustancias peligrosas. Por ello, se deben de establecer cambios de fondo en las políticas públicas, las políticas industriales, procesos, productos, servicios y la educación para aumentar la conciencia de los impactos ambientales que se han generado.

Por lo descrito anteriormente, y como primer paso, el objetivo del presente estudio fue analizar la percepción de los alumnos de la carrera de ingeniería industrial sobre su papel en la minimización de impactos ambientales, aplicando la filosofía de CPS. Esto con la finalidad de desarrollar estrategias o planes de acción para aumentar el conocimiento y por ende la conciencia que dentro del sistema productivo se pueden tener opciones que minimicen el impacto ambiental al mismo tiempo que los costos se minimizan.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, campus Tijuana. Se eligió este campus, ya que de acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Económico http://www.exeedu.com/publishing.cl/av_cienc_ing/

(SEDECO, 2011), la inversión privada del 2012 en Baja California fue de USD\$2,429.3 millones, siendo Tijuana el municipio con una mayor participación (50% de la inversión). Dicha inversión se utilizó en un mayor porcentaje en el sector de la Industria Manufacturera/Maquiladora (43%), sector en el cual se colocan los egresados de ingeniería industrial, y por ello, se puede esperar un crecimiento en las necesidades de estudiantes con mayor conocimiento en la relación industria-ambiente.

Para conocer la percepción de los alumnos de ingeniería industrial, se elaboró un cuestionario de 36 preguntas estructurado en tres temas principales: conceptos generales de CPS, conciencia ambiental y necesidades de formación académica. Se consideraron cinco preguntas para información socio-demográfica y condiciones económicas, 20 para conocimientos sobre conceptos generales de CPS, seis sobre conciencia ambiental, y cinco sobre necesidades de formación. En conceptos generales se consideraron cinco categorías: conocimiento general, producción, embalaje, comercialización y retiro.

El cuestionario se integró con 24 preguntas en escala de Likert de tres puntos, donde 1 representa una condición de desconocimiento, 2 una condición de conocimiento parcial, y 3 representa una condición de conocimiento total. Seis preguntas de respuesta múltiple con dos opciones (económica, ambiental) ayudaron a identificar el tipo de ventaja considerada por el estudiante. Por último, se realizó una pregunta en escala ordinal del 1 al 5 (donde 5 es más importante y 1 menos importante) para identificar los aspectos que los estudiantes consideran como más importantes al momento de mejorar un proceso productivo. Para ello, se tomaron 5 categorías expuestas por Borhardt *et al.* (2011), sobre las etapas del ciclo de vida de un producto. Este instrumento fue validado con 15 personas antes de su aplicación en campo.

Para la obtención de la muestra se utilizó el software Stats[®]. El estudio se realizó en dos periodos con la finalidad de conocer la percepción a través del tiempo, el primer estudio se realizó en el 2013-1 y el segundo en el 2015-1. Para ambos estudios se consideró una población estudiantil de 400 alumnos, un nivel de confianza del 95%, un error del 10%. La aplicación del instrumento fue aleatoria entre los alumnos del 4to. al 9no. semestre. La información recolectada se concentró en una hoja de cálculo de Microsoft Excel[®] para su análisis.

Por último, se realizó una prueba de proporciones para determinar si hubo un cambio en la percepción de los estudiantes respecto a la relación industria-ambiente durante dos periodos escolares, 2013-1 (febrero-mayo) y 2015-1 (febrero-mayo). Se consideró un nivel de confianza del 95%, una muestra de 110 para el periodo 2013-1 (p_1), una muestra de 178 para el periodo 2015-1 (p_2). Se tomó como hipótesis alterna la diferencia entre las proporciones. Para los cálculos se utilizó el software Minitab 16.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tamaño de la muestra para cada periodo se determinó en 78 estudiantes, para un total de 156 en los dos periodos. No obstante, debido a la cooperación de los estudiantes, se encuestó a un mayor número para un total de 288 encuestas. En el periodo 2013-1 se obtuvieron 110 encuestas, reduciendo el error a 8%; en el periodo 2015-1 fueron validadas 178, reduciendo el error a 5.5%. La información socio-demográfico y socioeconómico mostró lo siguiente: a) el 62% de los encuestados fueron hombres; b) la edad promedio fue de 22 años, con una desviación estándar de 2 años; c) los resultados por ingreso familiar mensual muestran que el 27% de los estudiantes son de ingreso bajo (USD \$168-423), el 36% de ingreso medio-bajo (USD \$424-721), 31% ingresos medio-alto (USD \$722-2,176), y 6% de ingreso alto (USD \$2,177-5,286).

Los resultados obtenidos de los dos periodos de estudio en la primer categoría, conocimientos generales, se muestran en la Figura 1. Se puede observar que los estudiantes tienen conocimientos básicos sobre CPS. El 28% los estudiantes consideran que tienen conocimiento de lo que significa CPS y el 45% expone que medianamente (1). Sin embargo, el 81% mencionan que no conocen las herramientas básicas para aplicar CPS (2) y el 72% afirma que solo se aplica a productos, no a servicios (3). Por otra parte, el 72% de los estudiantes encuestados consideran que tienen elementos suficientes para implementar en la empresa producción más

limpia (6), aunque el 77% no conocen el concepto "de la cuna a la tumba" (7). Los estudiantes están conscientes de sus limitaciones en el tema, por lo que el 58% considera que tiene conocimientos suficientes para diseñar productos ambientalmente aceptables (12).

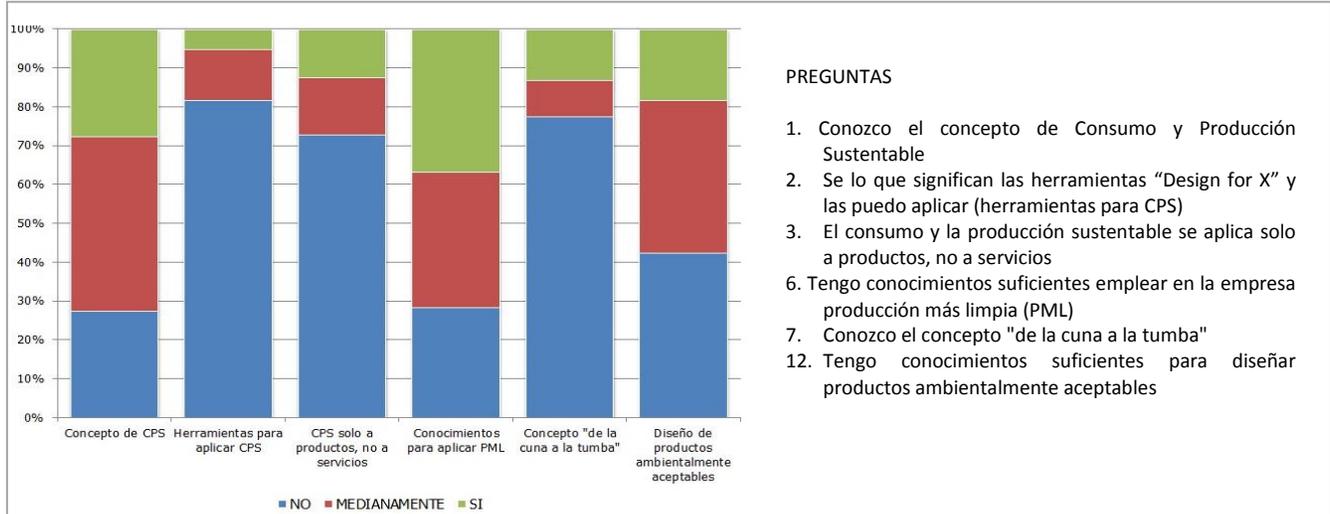


Fig. 1: Categoría Conocimiento general

Respecto a la categoría producción y embalaje, el 31% tiene conocimiento sobre el manejo de materiales en una planta productiva y el 23% piensa que puede seleccionar materiales en procesos productivos. Los estudiantes reconocen que es importante seleccionar el material adecuado para el embalaje, ya que el 91% piensa que el tipo de material empleado para el empaque de un producto puede disminuir la contaminación ambiental. En la categoría comercialización y retiro, el 47% sabe de qué forma afectan los materiales al medio ambiente y el 39% sabe qué es una eco-etiqueta. Esto es consistente con el 47% que considera que no todos los residuos pueden ser reciclados.

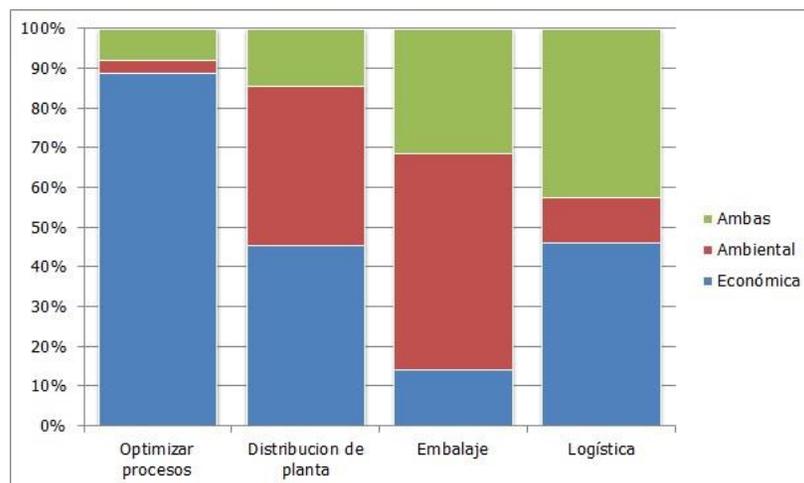


Fig. 2: Perspectivas de las ventajas en un sistema productivo

Un gran porcentaje de los estudiantes percibe los beneficios de la optimización de procesos desde el punto de vista de proceso (ver Figura 2). Desconocen que aplicar un enfoque sustentable tiene implicaciones financieras en términos del uso eficiente de los recursos, reducción de materiales redundantes e innecesarios, reducción de residuos y el ahorro en los costos de eliminación de residuos, como lo exponen Clark (2007) y Dües *et al.* (2013).

En cuanto al segundo tema, conciencia ambiental, los resultados muestran algunas contradicciones. Se puede apreciar que a pesar de no tener conocimientos muy claros sobre el CPS, intuyen la importancia de los aspectos ambientales (ver Figura 3). En promedio en los dos periodos se observa que el 82% considera que su profesión está relacionada con la contaminación ambiental y 70% piensa que el medio ambiente es un aspecto importante en una estrategia comercial. Respecto a la convicción ambiental, se observan inconsistencias. El 53% respondió que buscaría alternativas para reusar o reciclar productos o materiales almacenados que no se van a utilizar en el proceso productivo. Sin embargo, solo el 19% adquiere productos creados a partir de materiales reciclados. Una estrategia para revertir tal comportamiento sería la propuesta por Barber (2007), quien indica la promoción de iniciativas de consumo orientadas hacia la sensibilización y el cambio de comportamiento de consumo, valores y motivaciones, como la educación para la sostenibilidad, derecho a saber, boicoteo de productos, y las campañas de sensibilización de los consumidores.

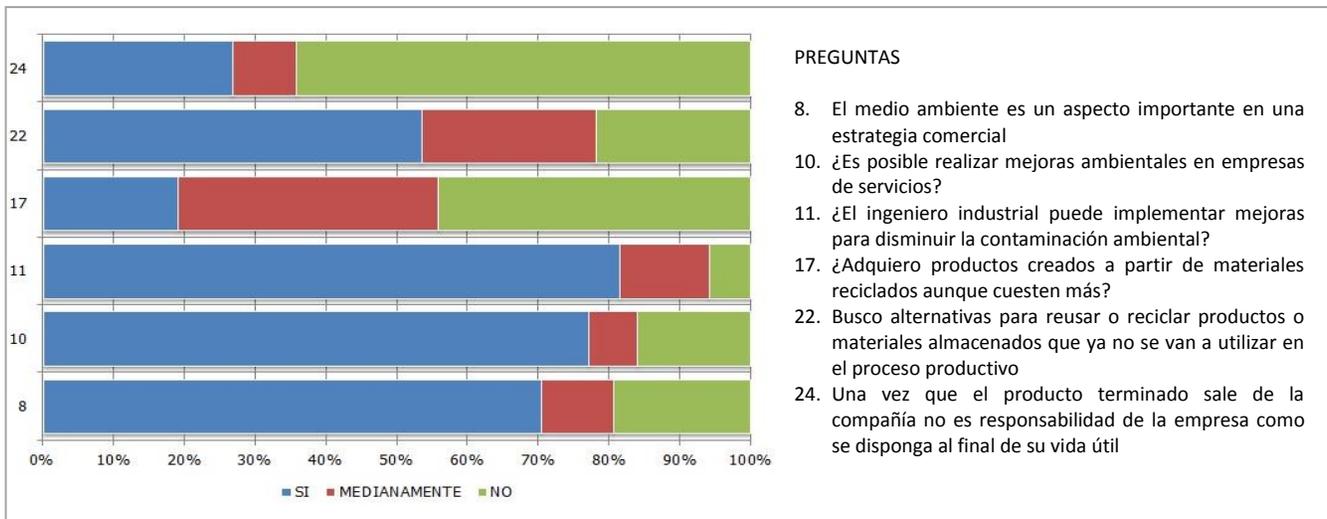


Fig. 3: Percepción sobre conciencia ambiental

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la comparación de proporciones. Un valor P es el nivel (de significancia) más bajo en el que el valor observado del estadístico de prueba es significativo. Así, el valor de P debe ser inferior al nivel de significancia seleccionado ($\alpha=0.05$) para indicar una diferencia significativa. Los signos (+,+) en los intervalos de confianza indican un valor más alto para p_2 , (-,+) indica que no existe diferencia entre las proporciones y (-,-) indica un valor más alto para p_1 . La percepción de los estudiantes respecto a considerar al medio ambiente como una estrategia comercial (8), realizar mejoras ambientales en empresas de servicios (10) e implementar mejoras para disminuir la contaminación ambiental (11) es más alta en el periodo 2015-1, lo que significa que se va avanzando hacia una cultura pro-ambiental. La percepción de los estudiantes respecto a comprar productos creados a partir de materiales reciclados (17) y buscar alternativas para reusar o reciclar (22) no ha cambiado con el paso del tiempo. También se muestra un retroceso en el sentido de que los estudiantes encuestados en el 2013-1 consideraban que la empresa era responsable de cómo se disponían sus productos al final de su vida útil (24).

Los hallazgos sobre las necesidades de formación académica son los siguientes. El 14% considera que les enseñan herramientas sobre CPS. Al preguntarles si llevaron al menos una materia que les hablaba sobre el CPS, el 27% contestó que sí. Al preguntarles si han realizado proyectos vinculados a la industria que hayan ayudado a mejorar el ambiente, el 85% contestó que no. Al preguntarles si sus maestros relacionan sus materias con el cuidado ambiental, el 29% contestó que no. Esto constituye una oportunidad de mejora, ya que diversos autores (Tseng *et al.*, 2013b; Chiou *et al.*, 2011), mencionan que en la actualidad las empresas han estado implementando estrategias y prácticas ambientales proactivas tienen una ventaja competitiva.

Tabla 1: P-Value e Intervalo de Confianza de las preguntas de percepción sobre conciencia ambiental

Pregunta	P-Value	Intervalo de Confianza
8. El medio ambiente es un aspecto importante en una estrategia comercial	0.000	(0.299, 0.511)
10. ¿Es posible realizar mejoras ambientales en empresas de servicios?	0.000	(0.293, 0.495)
11. ¿El ingeniero industrial puede implementar mejoras para disminuir la contaminación ambiental?	0.000	(0.282, 0.475)
17. ¿Adquiero productos creados a partir de materiales reciclados aunque cuesten más?	0.530	(-0.063, 0.122)
22. Busco alternativas para reusar o reciclar productos o materiales almacenados que ya no se van a utilizar en el proceso productivo	0.842	(-0.107, 0.131)
24. Una vez que el producto terminado sale de la compañía no es responsabilidad de la empresa como se disponga al final de su vida útil	0.000	(-0.337, -0.122)

Se solicitó ponderar en una escala del 1 al 5 (donde 5 es más importante y 1 menos importante) los aspectos que consideran como más importantes a mejorar en un proceso productivo. Los resultados que se observan en la Figura 4, muestran una clara tendencia hacia la mejora de materiales y producción. También se puede apreciar que los estudiantes se preocupan más por lo que sucede dentro de la planta que lo que pasa con el producto una vez que este sale a su venta. Este comportamiento también se aprecia en el punto 24 de la Figura 2, donde el 64% considera que una vez que el producto terminado sale de la compañía no es responsabilidad de la empresa como se disponga al final de su vida útil. Dicho comportamiento difiere de lo expuesto por Clark (2007), en el que expone que los aspectos ambientales se ven en todas las etapas del proceso de desarrollo de productos para diseñar productos con menor impacto ambiental durante todo el ciclo de vida del producto.

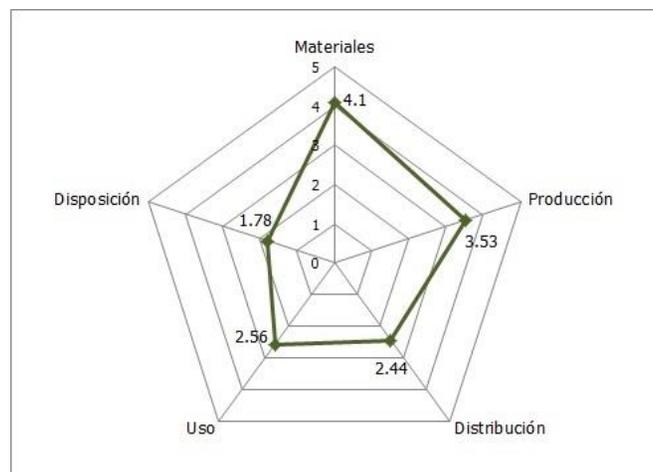


Fig. 4: Aspectos a mejorar en un proceso

Las deficiencias en conocimientos que son mostrados en los resultados anteriores deben de ser subsanadas, ya que de acuerdo con Clark (2007), el PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) promueve una serie de herramientas para ayudar a reformular las necesidades del consumidor con menos impactos ambientales y sociales. Estos enfoques incluyen el diseño sostenible en el que el medio ambiente se convierte en un "copiloto" en el desarrollo del producto y se le da el mismo rango que los valores industriales más tradicionales, como el lucro, la funcionalidad, la estética, la ergonomía, la imagen y la calidad en general.

CONCLUSIONES

Los futuros ingenieros industriales piensan que las actividades que realicen dentro de la empresa tienen principalmente un impacto económico, su deber es ser eficientes y eficaces. Sin embargo, no relacionan que todas las actividades que realicen para mejorar los productos y sus procesos productivos les dará adicionalmente una ventaja ambiental. No alcanzan a visualizar que todas las actividades que realicen tienen que ver con la disminución de residuos.

En la primera fase de diseño, el elegir correctamente los materiales de los que se debe componer el producto existe una disminución de residuos, y la adquisición de los materiales elegidos puede ser a través del consumo sustentable sin aumentar el costo final del producto. En producción es importante la distribución de la planta para un adecuado flujo de materiales evitando así la posibilidad de material dañado y por ende se genere menos residuo. También puede optimizarse el proceso productivo utilizando el material de embalaje de los proveedores como parte del mismo sistema, dejando de consumir materiales que ya tienen disponibles. En cuanto al embalaje de un producto, este se puede acomodar de tal forma que se utilice todo el potencial, por lo tanto no se requiera tanto plástico, cartón y otros elementos necesarios para proteger y transportar el producto. Por último, existe la posibilidad de recuperar y aprovechar económicamente aquellos productos que dejan de satisfacer las necesidades del consumidor a través de la implementación de logística inversa.

Por lo escrito anteriormente, se tiene que un mayor seguimiento en los temas de selección y utilización de materiales de ingeniería, daría como resultado recurso humano con mayor capacidad para mejorar procesos e incrementar la sustentabilidad. La capacitación al alumno sobre programas y herramientas de consumo y producción sustentable permitiría la reducción del uso de materiales y suministros, el incremento en la productividad y un valor agregado como profesionistas. Ambientalmente, se lograría una reducción de residuos y una menor presión a los recursos naturales. Todo esto si los estudiantes se convencen de su rol en el crecimiento económico y la preservación ambiental y asumen su responsabilidad social.

La falta de conocimiento transversal sobre la sustentabilidad dentro de su formación profesional no les permite una correcta comprensión de los alcances que podrían tener dentro de la industria para una participación activa en favor del medio ambiente. En esencia, se propone impulsar una educación que permita una correcta percepción de las funciones de un ingeniero industrial hacia la productividad y sostenibilidad con decisiones basadas en un pensamiento "lean" y "green" con una perspectiva de la cuna a la tumba del producto.

REFERENCIAS

1. Barber, J. (2007). Mapping the movement to achieve sustainable production and consumption in North America. *Journal of Cleaner Production*, 15, 499-512.
2. Boons, F., Montalvo, C., Quist, J. & Wagner, M. (2013). Sustainable innovation, business models and economic performance: an overview. *Journal of Cleaner Production*, 45, 1-8.
3. Borchardt, M., Wendt, M.H., Pereira, G.M. & Sellitto, M.A. (2011). Redesign of a component based on ecodesign practices: environmental impact and cost reduction achievements. *Journal of Cleaner Production*, 19, 49-57.

4. Chiou, T.Y., Chan, H.K., Lettice, F. & Chung, S.H. (2011). The influence of greening the suppliers and green innovation on environmental performance and competitive advantage in Taiwan. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(6), 822-836.
5. Clark, G. (2007). Evolution of the global sustainable consumption and production policy and the United Nations Environment Programme's (UNEP) supporting activities. *Journal of Cleaner Production*, 15, 492-498.
6. Da Silva, M.E., Gabriel de Oliveira, A.P. & Pasa Gómez, C.R. (2013). Can collaboration between firms and stakeholders stimulate sustainable consumption? Discussing roles in the Brazilian electricity sector. *Journal of Cleaner Production*, 47, 236-244.
7. Dües, C.M., Tan, K.H. & Lim, M. (2013). Green as the new Lean: how to use Lean Practices as a catalyst to greening our supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 40, 93-100.
8. Nash, H.A. (2009). The European Commission's sustainable consumption and production and sustainable industrial policy action plan. *Journal of Cleaner Production*, 17, 496-498.
9. Nazzal, D., Batarseh, O., Patzner, J. & Martin, D. (2013). Product servicing for lifespan extension and sustainable consumption: An optimization approach. *International Journal of Production Economics*, 142, 105-114.
10. SEDECO (2011). Estadísticas de Baja California. Secretaría de Desarrollo Económico (en línea). Recuperado, Febrero 4, 2015). Sitio web: <http://www.bajacalifornia.gob.mx/sedeco/estadisticas/inversion/inversionSector.pdf>
11. Sedlacko, M., Martinuzzi, A., Røpke, I., Videira, N. & Antunes, P. (2014). Participatory systems mapping for sustainable consumption: Discussion of a method promoting systemic insights. *Ecological Economics*, 106, 33-43.
12. SEMARNAT (2012). Programa especial de producción y consumo sustentable (PEPyCS) 2014-2018. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (en línea). Recuperado, Marzo 2, 2015). Sitio web: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342495&fecha=28/04/2014
13. Tseng, M.L., Chiu, S.F., Tan, R.R. & Siriban-Manalang, A.B. (2013a). Sustainable consumption and production for Asia: sustainability through green design and practice. *Journal of Cleaner Production*, 40, 1-5.
14. Tseng, M.L., Wang, R., Chiu, A.S.F., Geng, Y. & Lin Y.H. (2013b). Improving performance of green innovation practices under uncertainty. *Journal of Cleaner Production*, 40, 71-82.