



# **PRÁCTICA DE LOGÍSTICA INVERSA USANDO EL LABORATORIO MÓVIL DE LOGÍSTICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**Andrés Eduardo Muñoz Moreno, María Elena Bernal Loaiza**

**Universidad Tecnológica de Pereira  
Pereira, Colombia**

## **Resumen**

Desde la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira se busca por medio de espacios como el Laboratorio Móvil de Logística fortalecer las competencias del ingeniero industrial. En este laboratorio interactúan estudiantes y docentes que emplean herramientas tecnológicas con el fin de investigar y aplicar metodologías que permitan optimizar procesos empresariales a partir de postulados de control de inventarios, sistemas de información logísticos, mejora continua e impacto social.

En este contexto se desarrolló una práctica enfocada en la aplicación de conceptos de Logística Inversa y el empleo de tecnologías como la radio frecuencia (RFID), sistema de código de barras, lectores y software con funciones administrativas de recepción, despacho, inventario y reportes. La práctica ubica a los estudiantes en un ambiente donde se puede reconocer la trazabilidad interna y externa que sufren una serie de productos hasta llegar al consumidor, además, los participantes pueden vivenciar un proceso para garantizar la disposición final de los productos una vez hayan cumplido su ciclo de vida. De esta forma se buscó que los estudiantes comprendieran los conceptos de logística inversa, trazabilidad, inventarios, manejo de la tecnología RFID (identificación por radiofrecuencia) y, más relevante aún, el impacto social y ambiental que tienen este tipo de procesos sobre los consumidores.

Mediante el desarrollo de la práctica se fortaleció la relación enseñanza–aprendizaje, ya que se evidenció cómo se pueden mejorar las habilidades de los estudiantes con el uso de las tecnologías propuestas en el laboratorio; además se fomentó el interés y la

necesidad de aprender sobre logística inversa, su impacto social y ambiental.

**Palabras clave:** logística inversa; impacto social; práctica de laboratorio

### ***Abstract***

*From the Faculty of Industrial Engineering of the Technological University of Pereira seeks through spaces such as Mobile Laboratory Logistics strengthen the skills of the industrial engineer. In this laboratory, students and teachers relate using technological tools to investigate and apply methodologies that optimize business processes based on postulates of inventory control, logistic information systems, continuous improvement and social impact.*

*In this context, a practice was developed focused on the application of Logistics Investment concepts and the use of technologies such as RFID, barcode system, readers and software with administrative functions of reception, dispatch, inventory and reports. The practice locates to the students in an environment where they can recognize the internal and external traceability that some products undergo to reach the consumer, in addition, the results can undergo a process to guarantee the final disposal of the products once they have been fulfilled. In this way, students understand the concepts of reverse logistics, traceability, inventories, RFID (radio frequency identification) technology management and, more importantly, the social and environmental impact of this type of processes on consumers.*

*Through the development of the practice, the teaching-learning relationship is strengthened, as it was shown how students' skills can be improved by using the technologies proposed in the laboratory; In addition, interest and the need to learn about reverse logistics, their social and environmental impact were fostered.*

***Keywords:*** reverse logistics; social impact; laboratory practice

## **1. Introducción**

La Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira se ha caracterizado por permanecer a la vanguardia en la actualización de sus espacios educativos, entre ellos está el Laboratorio Móvil de Logística que favorece el proceso de enseñanza - aprendizaje por medio del diseño y ejecución de prácticas de diversas temáticas. Uno de los conceptos que se ha tratado es la logística inversa que es una estrategia enfocada en la gestión del costo - eficiente de productos destinados al reprocesamiento, reciclaje, reutilización o destrucción con el fin de reincorporarlos a la red de valor, de esta forma, disminuir los costos asociados, operar eficientemente los procesos relacionados y reducir el impacto ambiental y social (Gómez, 2010; LOGYCA, 2015).

No obstante el empleo de esta estrategia requiere de la administración efectiva de

flujos de información, productos y dinero presentes en las operaciones relacionadas con la recuperación de los productos; de lo contrario no se logrará adecuadamente la reducción de costos esperada, el incremento de beneficios económicos proyectados y la generación de procesos coherentes con las necesidades ambientales (Gómez, 2010). Por lo anterior, el propósito de esta investigación fue el desarrollo de una práctica que relacionó herramientas tecnológicas presentes en el Laboratorio Móvil de Logística y que son necesarias para la gestión correcta de los flujos de datos generados durante el diseño y ejecución de estrategias como la logística inversa, de esta forma, fomentar una cultura en los estudiantes de ingeniería industrial donde se comprenden los impactos ambientales y sociales relacionados con la organización y dirección de la cadena de suministros.

## 2. La importancia de la logística inversa y su impacto social

En la actualidad las empresas no sólo se preocupan por los flujos de productos e información generados desde sus proveedores hasta el cliente final, sino también en la atención y recuperación de los productos, una vez son desechados por el consumidor final (Gómez, 2010). Sin embargo, la estructuración de estrategias que permitan crear procesos más amigables con el ambiente, como lo es la logística inversa, requieren del soporte de instituciones gubernamentales que regulen la gestión de residuos mediante el establecimiento de normas, requisitos y agentes responsables de su aplicación (Sudarto, Takahashi, Morikawa, & Nagasawa, 2016). Evidencia de lo anterior es el caso brasilero donde se creó la ley de Manejo de Residuos Sólidos (BSWP por sus siglas en inglés) donde se involucraron a todos los eslabones de la cadena productiva para la administración de residuos provenientes de aparatos eléctricos y electrónicos (Sudarto et al., 2016).

Por su parte Colombia plantea actividades de logística inversa por medio de:

- Decreto 2676 de "*Gestión integral de los residuos hospitalarios y similares*", que tiene por objeto reglamentar ambiental y sanitariamente la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares generados por personas naturales o jurídicas (Diario Oficial de la República de Colombia, 2000)
- Decreto 1713 de 2002 con el cual se reglamenta el adecuado manejo de residuos sólidos y peligrosos (Diario Oficial de la República de Colombia, 2002)

Esta normatividad regula los procesos que diferentes residuos deben cumplir durante la ejecución de la estrategia de logística inversa, de esta manera el Estado colombiano brinda una serie de condiciones para que las empresas consideren el impactando social, económica y ambientalmente que producen.

Al ser evidente la transformación orientada a la responsabilidad social empresarial y la conservación del medio ambiente que vive el país, diversos investigadores han generado y desarrollado estudios relacionados con el diseño de modelos de gestión logística inversa que contribuya a la implementación de prácticas eficientes en las empresas de transporte de ciudades principales de Colombia (Meneses et al., 2016).

En este orden, al ser el diseño, ejecución y gestión de la estrategia de logística inversa una realidad empresarial y nacional, se destaca la relevancia de que los futuros ingenieros industriales reconozcan su rol en este campo de aplicación y las posibilidades que tienen desde un entorno profesional para generar impacto social al comprometerse con las cadenas de suministro verde.

### 3. Marco Conceptual

Los estudiantes durante el desarrollo de la práctica deben aprender acerca de los siguientes conceptos:

**La Tecnología RFID:** “Surgió en la Segunda Guerra Mundial para identificar objetos. Comercialmente se empezó a utilizar en los años 60. La tecnología RFID consiste básicamente en tres elementos: Lectores (readers o transceiver) encargados de mediar el flujo de información entre la computadora y las etiquetas, Antenas responsables de la emisión y recepción de las ondas electromagnéticas y Etiquetas (tags o transpondedores) consistentes en un microchip que almacena datos y una microantena” (Nava et al., 2009).

**Código de barras:** Conjunto de líneas paralelas verticales de distintos anchos y espacios se conoce como código de barras, que sirve para codificar y comparar información de un artículo, que al ser leído por un escáner proporciona datos relacionados con las características del producto como composición, precio, datos nutricionales y hasta fecha de vencimiento. El código de barras GSI unifica la denominación dada a cada artículo a lo largo de la Red de Valor, adicionalmente facilita la interoperabilidad de sus aplicaciones con las de sus clientes y proveedores, y apoya el procesamiento sin errores de la información, beneficiando también al consumidor en los procesos de compra y pago en punto de venta. (LOGYCA, 2015).

### 4. Diseño de la Práctica

El laboratorio Móvil de logística de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira es un lugar dotado de los medios necesarios para realizar prácticas que inducen a la investigación. Con las herramientas del laboratorio como: lectores de código de barras, tecnología de radiofrecuencia RFID, software de recepción, despacho, inventario y reportes, se desarrolló una práctica relacionada con la logística inversa. A continuación, se describen los diferentes momentos de la práctica.

#### Momento uno

Para comenzar se describen diferentes conceptos y pasos a realizar en la práctica, el primer concepto es la trazabilidad interna que es “la forma de hacerle seguimiento a un producto por todos los procesos internos de una compañía, es decir, todos los indicios que hacen o pueden hacer variar el producto para el consumidor final. El concepto de

trazabilidad externa o externalizar los datos conseguidos en la trazabilidad interna y añadirle algunos indicios más, como un cambio en el empaque o un cambio en el proceso de distribución. Para obtener la trazabilidad de un producto es necesario registrar de forma consecutiva los indicios que va dejando el producto mientras se mueve por la cadena de suministros, ya sea en el sentido normal o en el sentido inverso como la logística inversa” (Lord Fox, 2014).

Se explica la forma de identificación de productos por medio del código de barras iniciando con la materia prima y terminando con el producto solicitado al cual se le asigna un tag de radiofrecuencia que guarda información acerca del fabricante, distribuidor y llegado el caso del consumidor.

### Momento dos

La práctica se realizó con grupos de 4 estudiantes, donde se simuló una empresa que fabrica muebles en madera. Los productos a construir fueron una silla y una mesa de comedor, las materias primas fueron: madera tipo balsa para simular la madera, acrílico blanco para simular vidrio, foamy o goma eva para simular el forro de la parte acolchada de la silla y el icopor para simular espuma en la silla.

La primera identificación se hace a la materia prima por medio de un código de barras que contiene información del proveedor como: nombre, el tipo de producto que vende y el proceso al cual está destinada la materia prima (observar figura 1).



Figura 1. Materias primas y códigos de barras

A continuación, se observa en la figura 2 el proceso de fabricación de los productos, teniendo en cuenta la identificación con el código de barras.



Figura 2. Productos mesa y silla

Al producto final que es un comedor (mesa y silla) se le asigna un tag de radio frecuencia en el cual se almacenan proveedores de materia prima para este producto, fechas de elaboración y distribuidor al cual va a ser despachado. El distribuidor se encargará de elaborar la base de datos de los clientes para luego compartirlas y hacer el acompañamiento respectivo para la aplicación de la logística inversa.



Figura 3. Producto Final y Tags RFID

### Momento tres

Una vez ubicado el tag de radiofrecuencia en el comedor, se procede a realizar el registro en el software de inventario, después con este mismo software que tiene funciones de recepción y despacho se hace el respectivo envío del producto al distribuidor el cual se encarga de recolectar la información del consumidor final para luego compartirla con la empresa. Cuando se ha adquirido toda esta información, que en otras palabras es la trazabilidad del comedor, se elabora un reporte de los consumidores finales a quienes fueron entregados los productos. Luego de terminarse el ciclo de vida del comedor, el estudiante en el rol de ingeniero industrial tiene nuevamente el producto y debe tomar una decisión con respecto a la disposición final de las materias primas que elaboraron el comedor con base a los 6 caminos de la logística inversa.

### Momento cuatro

La importancia de la práctica radica en que los estudiantes de pregrado de la Facultad de Ingeniería Industrial adquieran y desarrollen una cultura ecológica con conciencia del impacto social en las futuras empresas en las que van ser actores, basados en su formación integral y en los aprendizajes adquiridos de logística inversa, haciendo de esta manera un manejo adecuado de los residuos que se generan de los productos utilizados por los consumidores finales.

En la práctica se hizo uso de materia prima, la cual según sea el caso se le debe de dar una disposición final adecuada, utilizando algunos de los 6 caminos de la logística inversa que son: reutilización, reparación, restauración, remanufactura, canibalización, reciclaje e incineración. A continuación, se definen los 6 caminos (Interempresas.net, 2014).

**Reutilización:** consiste en recuperar el producto en sí para darle un nuevo uso, dado que el mismo mantiene su forma y posee un nulo o escaso deterioro. En este caso el

producto es sometido a operaciones de limpieza y mantenimiento con lo cual el mismo es aprovechado en su totalidad, aunque existan mínimas diferencias con los productos similares pero nuevos.

**Reparación:** en este caso la opción es colocar de nuevo en funcionamiento el producto usado. Estas operaciones son llevadas a cabo en el domicilio del cliente o en los servicios técnicos de reparaciones. Nace generalmente de la necesidad de sustituir alguna pieza o componente que haya alcanzado su vida útil.

**Restauración:** se trata de devolver el valor al producto usado mediante la utilización de nuevas tecnologías que permitan ampliar su vida útil.

**Remanufactura:** los productos sometidos a este tipo de recuperación tienen un grado de descomposición medio-alto y ofrecen a la empresa un beneficio importante dado que se consigue un coste de fabricación en muchos casos cercano al 50% de un producto nuevo. En otras palabras, la compañía emplea sus componentes en la remanufactura de un producto original.

**Canibalización:** se les llama a aquellas operaciones de gestión de los productos fuera de uso (Final de Vida) donde sólo se recupera una parte mínima de los componentes que posteriormente podrán ser utilizados en un proceso de fabricación. Estas partes serán destinadas a las operaciones de reparación, restauración y re-fabricación.

**Reciclaje:** en este caso se busca una recuperación del material que es un residuo de otro producto para ser utilizado posteriormente como materia prima en la elaboración de uno siguiente que puede alcanzar niveles de calidad de un producto original debido al uso de nuevas tecnologías cada vez más avanzadas. Es un tratamiento que permite no sólo el aprovechamiento de residuos con lo cual se reduce el volumen de basura, sino que también disminuye la utilización de otras materias primas logrando un ahorro de energía y de recursos naturales.

**Incineración:** es un proceso de combustión controlada a altas temperaturas, que transforma la fracción orgánica de los residuos en materiales inertes (cenizas) y gases. A lo largo del proceso se obtiene gran cantidad de calor que puede aprovecharse para calefacción en ciudades o para generar energía eléctrica. No es un sistema de eliminación total, ya que genera cenizas, escorias y gases, pero determina una importante reducción de peso (70%) y volumen (80-90%) de las basuras originales.

La práctica finaliza con la entrega de una ficha a cada grupo, que contiene los 6 caminos de la logística inversa, con el fin de que decidan qué hacer con el producto que regresó. De esta manera se garantiza el regreso de estos residuos a la empresa para cumplir con su disposición final adecuada, permitiendo compromiso real de la empresa con la responsabilidad social y ecológica que genera este acompañamiento al consumidor final y a su respectivo producto.

## 5. Conclusiones y Resultados

La práctica de laboratorio favorece el aprendizaje de los estudiantes ya que logra acercarlo a la realidad de los procesos que surgen al interior de una compañía y le permite tomar decisiones frente a la disposición final de un producto (incineración, reciclaje, remanufactura), además de tener un panorama global sobre las implicaciones que estas decisiones pueden tener. Al finalizar la práctica el estudiante comprende y apropia el concepto de logística inversa.

Los resultados obtenidos indican que la práctica, con el uso de las diferentes herramientas del laboratorio de logística, consigue inquietar y despertar el interés del estudiante, además de permitirle asimilar conceptos como: trazabilidad del producto, código de barras y tecnología RFID.

Es de vital importancia que en la formación del ingeniero industrial se brinden herramientas que posibiliten la implementación en su desarrollo profesional de tecnologías orientadas a la producción más limpia y al manejo de residuos a nivel industrial. En este proceso de aprendizaje, la logística inversa cumple un papel primordial puesto que a través de ella se tiene una visión global de los productos y de su correcta disposición al término de su ciclo de vida. Esta es una misión en la que se encuentran involucrados todos los eslabones de la cadena productiva y que requiere ser fomentada, gestionada, aplicada y adecuada a la realidad que viven las organizaciones.

## 6. Referencias

- Diario Oficial de la República de Colombia. Decreto 2676 (2000). Colombia.
- Diario Oficial de la República de Colombia. Decretop 1713 (2002).
- Gómez, R. (2010). *Produccion + limpia. Producción + Limpia* (Vol. 5). Corporacion Universitaria Lasallista, Facultad de Ingenierias. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552010000200006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552010000200006)
- Interempresas.net. (2014). Logística inversa, qué es y cuáles son sus características principales - Reciclaje y gestión de residuos. Retrieved June 30, 2017, from <http://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/118305-Logistica-inversa-que-es-y-cuales-son-sus-caracteristicas-principales.html>
- LOGYCA. (2015). ¿Qué es el Código de Barras? | Visión LOGYCA. Retrieved June 30, 2017, from <http://blog.logyca.com/noticias/que-es-el-codigo-de-barras/>
- Lord Fox. (2014). ¿Que es trazabilidad?
- Meneses, C. R., Martínez, D. S. C., Mila, I. L. G., Salazar, O., Barragán, J. G., Rodríguez, J., & Vanegas, J. L. (2016). Aplicación de la logística inversa en la administración eficiente del retorno de llantas fuera de uso de las empresas de transporte de carga terrestre en la ciudad de Bogotá D.C. *Revista Vía Innova*, 0(3), 50–58. Retrieved from <http://revistas.sena.edu.co/index.php/RVI/article/view/473>
- Nava, S. W., Chavira, G., Hervás, R., Bravo, J., Terán, F., Luz López, M., ... Castro, M.

(2009). Adaptabilidad de las tecnologías RFID y NFC a un contexto educativo: Una experiencia en trabajo cooperativo. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Ramon\\_Hervas/publication/220139226\\_Adaptabilidad\\_de\\_las\\_tecnologias\\_RFID\\_y\\_NFC\\_a\\_un\\_contexto\\_educativo\\_Una\\_experiencia\\_en\\_trabajo\\_cooperativo/links/00b7d517f768e39a72000000.pdf?origin=publication\\_list](https://www.researchgate.net/profile/Ramon_Hervas/publication/220139226_Adaptabilidad_de_las_tecnologias_RFID_y_NFC_a_un_contexto_educativo_Una_experiencia_en_trabajo_cooperativo/links/00b7d517f768e39a72000000.pdf?origin=publication_list)

- Sudarto, S., Takahashi, K., Morikawa, K., & Nagasawa, K. (2016). The impact of capacity planning on product lifecycle for performance on sustainability dimensions in Reverse Logistics Social Responsibility. *Journal of Cleaner Production*, 133, 28–42. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.095>

## 7. Sobre los autores

- **Andrés Eduardo Muñoz Moreno**, Estudiante Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. [anedom@utp.edu.co](mailto:anedom@utp.edu.co)
- **María Elena Bernal Loaiza**: Ing. de Sistemas, Maestría en Investigación de Operaciones, y en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional, Estudiante Doctorado en Didáctica. Profesora Asociada Facultad de Ing. Industrial. Universidad Tecnológica de Pereira. [mbernal@utp.edu.co](mailto:mbernal@utp.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)