

DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE APOYO PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE AIDC EN PROCESOS LOGÍSTICOS

MARÍA ALEJANDRA RÍOS CÓRDOVA*

<https://orcid.org/0000-0001-5788-4589>

Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", La Habana, Cuba

IGOR LOPES-MARTÍNEZ

<https://orcid.org/0000-0002-1249-8833>

Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", La Habana, Cuba

ROXANA ALEMÁN BRAVO

<https://orcid.org/0000-0002-8686-6790>

Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", La Habana, Cuba

Recibido: 28 de mayo del 2024 / Aceptado: 13 de junio del 2024

Publicado: 12 de diciembre del 2024

doi: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2024.n47.7063>

RESUMEN. En las cadenas de suministro actuales, el uso de las tecnologías de identificación y captura automática de datos (AIDC) permite que la información que fluya sea estandarizada y fiable, así como obtener una serie de ventajas relacionadas con ahorro de tiempo y costos. En Cuba, el uso de estas tecnologías no se encuentra regulado en las leyes nacionales y las empresas, en su mayoría, no las utilizan, se considera que a causa del desconocimiento de su efectividad. En esta investigación se analizan las tecnologías AIDC: específicamente los sistemas de códigos de barras y los sistemas de radiofrecuencia, su funcionamiento y beneficios de su utilización en las cadenas suministro. A partir de la necesidad existente, se diseñó una herramienta basada en un procedimiento

Este estudio no fue financiado por ninguna entidad.

* Autora corresponsal

Correos electrónicos en orden de aparición: mariale.rc2000@gmail.com; ilopes@ind.cujae.edu.cu; ralemanbravo5@gmail.com

Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

que establece una guía para la selección de tecnologías que se pueden implementar en procesos logísticos. Se emplea la herramienta diseñada para casos de estudio a fin de conocer su aplicación y modo de uso.

PALABRAS CLAVE: identificación automática / códigos de barra / sistemas de identificación por radiofrecuencia / normalización / cadena de suministro

DESIGN OF A SUPPORT TOOL FOR THE SELECTION OF AIDC TECHNOLOGIES IN LOGISTICS PROCESSES

ABSTRACT. In current supply chains, the use of AIDC technologies allows the information that flows to be standardized and reliable, as well as obtaining a series of advantages related to saving time and costs. In Cuba, the use of these technologies is not regulated by national laws and most companies do not use them, considering ignorance of their effectiveness as the cause. This article analyzes AIDC technologies: specifically, bar code systems and radio frequency systems, their operation and benefits of their use in supply chains. Based on the existing need, a tool was designed based on a procedure that establishes a guide for the selection of technologies to be implemented in logistics processes. The tool designed is used for Case Studies to know its application and mode of use.

KEYWORDS: automatic identification / bar coding / radio frequency identification systems / standardization / supply chain management

INTRODUCCIÓN

La cadena de suministro comprende los procesos necesarios para la fabricación de un producto; independientemente del número de organizaciones que intervengan, estas forman una gran red única de organizaciones en cuyo interior hay un flujo de información, productos y recursos monetarios (Fontalvo-Herrera et al., 2019). Para una efectiva gestión de la cadena de suministro, la información que se intercambia entre cada uno de los actores debe ser estandarizada y de calidad para poder lograr un mejor entendimiento, facilitar la organización y el análisis de los datos y la trazabilidad (Valdés-Lefebvre et al., 2022). La calidad se atribuye a la toma de decisiones basada en datos confiables, es decir que cumplan con los requisitos establecidos para su uso (Agüero Zardón et al., 2017). Importantes publicaciones técnicas muestran cifras millonarias por las pérdidas económicas de las empresas por este concepto (Vilalta Alonso & Espinosa Álvarez-Buylla, 2010).

Para lograr que la información obtenida sea de calidad, se deben considerar las tecnologías de identificación y captura automática de datos (AIDC, por sus siglas en inglés), esto es, una serie de tecnologías que posibilitan la obtención de información sin entrada de datos manual. Esto se debe a que las cadenas de suministros, por la gran cantidad de transacciones que se generan en ellas, requieren información para la planeación y control de las operaciones de cada uno de los actores y la trazabilidad del producto (Correa Espinal et al., 2010).

Las tecnologías de AIDC tienen un uso ampliamente difundido y su funcionamiento se aborda en numerosas literaturas; incluso, existen normativas internacionales que las respaldan, entre ellas la ISO/IEC 15424:2008, la ISO 17367:2013, la ISO/FDIS 29161:2016 y la ISO/IEC 14443:2018. En el ámbito regulador cubano, si bien existen decretos y resoluciones que rigen la identificación única de los productos a partir de los estándares globales —como el Decreto 29/2020, De la Gestión de Inventarios (GOC-2021-04-02); y la Resolución 167/2020, Regulaciones para la Gestión de los Inventarios de las Entidades de la Economía que participan en el Comercio Interno (GOC-2021-05-02)—, no se propone el uso de tecnologías de AIDC. Sin embargo, aunque su uso no es exigido, la competitividad de las empresas y la satisfacción de los clientes se ve elevada al implementarlas.

En Cuba, la mayoría de las empresas no utilizan las tecnologías de AIDC en las operaciones logísticas, lo que es una debilidad del sistema logístico cubano (Lopes-Martínez et al., 2018a, 2018b; Lopes-Martínez et al., 2019; Rodríguez-Rius et al., 2021; Valdés-Lefebvre et al., 2022). Así lo demuestra un estudio precedente realizado por la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE) a once empresas pertenecientes a un grupo empresarial cubano. Una de las causas que generan esta problemática podría estar relacionada con el desconocimiento de cuál es la tecnología efectiva.

En este estudio, en las once empresas pertenecientes al grupo empresarial analizado, se observaron los diferentes procesos y se realizó una encuesta que buscaba comprobar, entre otros aspectos, la utilización de sistemas de identificación automática de los códigos de la entidad en los procesos logísticos de almacenaje y transporte. Finalmente, se concluyó que ninguna usa tecnologías de AIDC, específicamente lectores de códigos de barras o RFID, para estos procesos, sino que son exclusivamente empleados en las entidades comerciales en el punto de contacto con el cliente.

En las cadenas de suministro, son muchos los usos de las herramientas de identificación automática: permiten cerrar brechas, ahorrar costos, prevenir pérdidas, tener una trazabilidad en tiempo real y una mayor confiabilidad de cantidades y características del producto que se produce, almacena y transporta (Baquero Vanegas, 2019). Los procesos logísticos en los que pueden observarse mayores beneficios mediante la aplicación de las tecnologías de AIDC son aprovisionamiento, gestión de almacenes, producción, distribución y cliente, así como la logística inversa para el caso específico de los sistemas RFID (Correa Espinal et al., 2010).

Lo anteriormente expuesto evidencia la necesidad de la implementación de tecnologías de AIDC para un mejor funcionamiento de la cadena de suministro en Cuba; el tipo de herramienta que se utilice depende en gran medida del sector, así como de las características de la empresa y los impactos que se pretendan generar. Por esta razón, el objetivo que se persigue es el diseño de una herramienta que facilite la selección de estas tecnologías una vez conocidos los beneficios que se pueden obtener. El no uso de los estándares de codificación por los actores de la cadena limita considerablemente la implementación de las tecnologías de Auto-ID (Lopes-Martínez et al., 2018a), debido a que la base de su uso es que el pilar "identificar" se encuentre resuelto; el uso de la herramienta se ve restringido a aquellas empresas que al menos tengan identificado este pilar.

Las cadenas de suministro han evolucionado y se han vuelto más seguras y eficientes gracias a las tecnologías de la informática y las comunicaciones (Rodríguez-Rius et al., 2021), lo que, en los procesos logísticos cubanos, debe convertirse en una meta en el corto plazo. Una de las causas de su poca o nula utilización es el desconocimiento de las ventajas que se pueden obtener y del procedimiento para su elección según las características del escenario de uso. Por tanto, esta investigación tiene como objetivo diseñar una herramienta de apoyo a la selección de tecnologías de AIDC en los procesos logísticos

METODOLOGÍA

La investigación fue de tipo aplicado con un enfoque cuantitativo para cumplimentar el objetivo propuesto. Se utilizó un enfoque de investigación y desarrollo (I+D) que involucró etapas iterativas de diseño, implementación y evaluación de la herramienta.

El alcance del estudio se centró en la caracterización de la situación internacional y nacional con respecto a los estándares GS1 y al uso de tecnologías de AIDC, a partir del análisis documental físico y electrónico de artículos científicos, resoluciones y normas vigentes internacionalmente y en Cuba, así como en el diseño, desarrollo y validación de la herramienta con macros de Excel y su comparación con otras herramientas existentes en el mercado. Además, se analizaron propuestas publicadas en sitios web de entidades internacionales relacionadas con la fabricación y comercialización de tecnologías de AIDC.

Para llevar a cabo el diseño de la herramienta se implementa la siguiente metodología:

1. Colectar y procesar información sobre el funcionamiento técnico de las tecnologías de AIDC estudiadas: sistemas de códigos de barras unidimensionales, bidimensionales y sistemas RFID, mediante el análisis bibliográfico.
2. Definir los criterios comunes para la elección de tecnologías de AIDC a partir del análisis de propuestas publicadas en sitios web de entidades internacionales relacionadas con la fabricación y comercialización de estas tecnologías.
3. Diseñar y desarrollar la herramienta de apoyo a la selección de tecnologías de AIDC en los procesos logísticos a partir de los criterios definidos, mediante el uso de la herramienta Microsoft Excel con una interfaz de usuario que permita ingresar sus requisitos.
4. Validar y evaluar la herramienta diseñada; se somete a estudios de usabilidad para evaluar su efectividad y utilidad en la selección de tecnologías de AIDC.

Entre los métodos empleados durante la investigación, se destacan la observación directa, las entrevistas a especialistas, el estudio de artículos de revistas de impacto en la materia abordada, así como el uso de Microsoft Excel y Microsoft Visio.

Sistema de estándares GS1

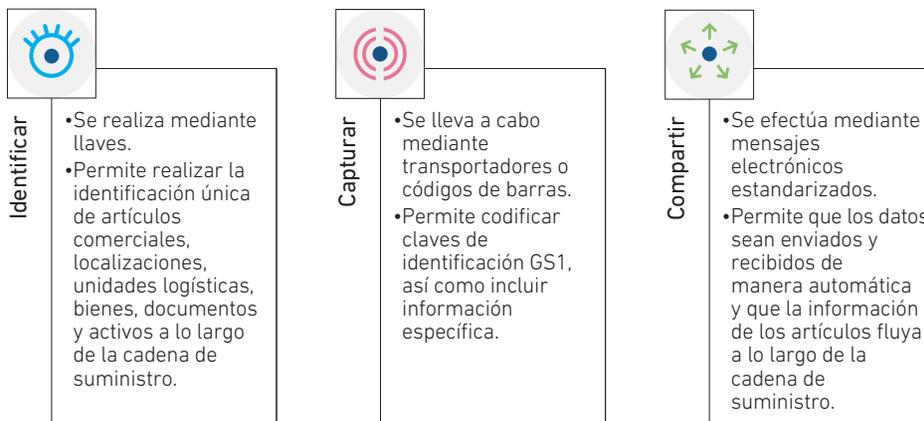
El sistema Global Standards One (GS1) es un conjunto de estándares que permite la administración eficiente de las cadenas de abastecimiento multisectorial y mundial mediante la identificación inequívoca de productos, unidades de embarque, bienes, localizaciones y servicios (GS1 Colombia, 2018).

Los estándares GS1 son el lenguaje común para identificar, capturar y compartir los datos a lo largo de la cadena de suministro, asegurando que la información importante sea accesible, precisa y fácil de entender (GS1 Spain, s. f.). Como constituyen una forma estandarizada, posibilitan un mayor entendimiento y mejora significativa de la eficiencia y competitividad de los diferentes procesos en los sectores industriales que los utilizan.

Los estándares GS1 pueden dividirse en tres pilares cuyas características y funciones se muestran en la Figura 1.

Figura 1

Funciones de los estándares GS1



Nota. Adaptado de *Estándares GS1 SPAIN*, por GS1 Spain, s. f. (<https://www.gs1es.org/estandares-gs1/>).

En el presente trabajo se abordan los estándares de captura que proporcionan los medios para obtener los datos que se transportan directamente en objetos físicos, uniendo el mundo físico y el mundo de la información electrónica (Valdés-Lefebvre et al., 2022), mediante códigos de barras unidimensionales y bidimensionales o etiquetas EPC de identificación por radiofrecuencia (RFID). La captura es necesaria, pues permite a las organizaciones centrarse en cómo utilizar la información, y no en cómo obtenerla.

La captura automática de datos ha logrado la utilización más eficiente de los recursos, disminuyendo el error humano en el control de la mercadería, el tiempo prolongado en el conteo de inventarios y las confusiones en los pedidos, de tal manera que el personal asignado solo se dedica al control e inspección para evitar robos y pérdidas materiales (Mejía Gomez et al., 2013). Además, posibilitan el incremento de la eficiencia operacional, ya que el registro y el procesamiento de información son más rápidos y eficaces, logrando seguir el producto por su paso a través de la cadena de suministro (León-Duarte et al., 2020); y al realizarse la captura automática, existe una mayor exactitud en la información obtenida. Todas estas ventajas contribuyen a generar menores costos operativos que se ven directamente reflejados como ahorro en las empresas (Casaretto Inga, 2020).

Las tecnologías que permiten la implementación de los sistemas basados en los estándares GS1 son las de identificación automática de los datos de los productos [Auto-ID] (Lopes-Martínez et al., 2018a); también conocidas como tecnologías de AIDC,

a su vez posibilitan decodificar la información incluida en las etiquetas que contienen la identificación de los artículos. Entre las tecnologías de AIDC, se pueden mencionar las de código de barras y radiofrecuencia, que contribuyen a que los flujos de información en la gestión de la cadena de suministro se realicen de manera eficiente (Correa Espinal et al., 2010). Por esta razón, la presente investigación se centra en los estándares de captura y los medios para capturar la información, por lo que se procede a explicar el funcionamiento de estas tecnologías, así como los beneficios que pueden generar en la cadena de suministro.

Métodos de captura: explicaciones tecnológicas

Sistema de código de barras

El código de barras es una herramienta que sirve para capturar información de forma automática. Permite identificar productos, servicios, localizaciones y activos de manera única a nivel mundial (GS1 Colombia, 2010).

Para el funcionamiento de un sistema de código de barras, se necesita una serie de componentes, los cuales se muestran en la Figura 2. Como elemento inicial, es necesario tener la etiqueta con el código que se haya determinado para el artículo en cuestión; se la imprime utilizando impresoras específicas, y se la adhiere a los objetos que se va a identificar o, en ocasiones, se la incluye en el envase o embalaje del producto. Posteriormente, cuando se requiere conocer la información contenida, se lee la etiqueta con el lector: su láser empieza a leer el código de barras en un espacio blanco, continúa pasando hasta la última línea y termina en el espacio blanco siguiente, lo cual activa el sistema de información, recupera y registra la información relacionada.

Figura 2

Componentes del sistema de código de barras



Nota. Adaptado de *Planeación de un sistema de identificación por radiofrecuencia en un centro de distribución* (p. 4), por M. H. Martínez Garay, 2017, Repositorio Institucional de la Universidad Militar Nueva Granada.

Los códigos de barras pueden ser clasificados en unidimensionales y bidimensionales. Los unidimensionales son una representación visual de los códigos GTIN (Valdés-Lefebre et al., 2022), para el caso de la utilización de los estándares GS1. Por otra parte, los códigos bidimensionales constituyen una evolución de los anteriores y contienen una mayor cantidad de información almacenada en un espacio más reducido. La Tabla 1 muestra la estructura de los códigos clasificados en unidimensionales y bidimensionales de acuerdo con los estándares GS1.

Tabla 1
Estructuras de identificadores GS1

Códigos unidimensionales	Códigos bidimensionales
<p>EAN/UPC</p>  <p>9 323222 999992</p>	<p>GS1 DataMatrix</p> 
<p>GS1-128</p>  <p>(01) 1 0012345 67890 2 (10) 123ABC</p>	<p>GS1 QR Code</p> 
<p>ITF-14</p>  <p>1 7 3 5 0 0 5 3 8 5 0 2 5 2</p>	<p>GS1 Composite Barcode</p>  <p>(90) 123456789012345678901234567890 (01) 0 0614141 99999 6</p>
<p>GS1 DataBar</p>  <p>(01) 00075678164125</p>	

Nota. Adaptado de *Estándares GS1 para código de barras y código electrónico de producto (EPC)*, por GS1 Uruguay, s. f. (<https://gs1uy.org/que-hacemos/estandares-gs1/>).

RFID

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) es una tecnología de comunicación inalámbrica que facilita la identificación automática y captura de datos sin la necesidad de intervención humana (Gupta et al., 2015). Se utiliza para la captura y rastreo de datos sobre un determinado producto a través de ondas de radiofrecuencia. Esta tecnología permite identificar de manera única productos de una misma familia, de modo que estos se encontrarán diferenciados en cualquier punto de la cadena de suministro.

El modo de funcionamiento de los sistemas RFID, como se puede observar en la Figura 3, tiene lugar a través de una etiqueta que contiene los datos de identificación del objeto al que se encuentra adherida; esta genera una señal de radiofrecuencia captada por la antena y, a su vez, interpretada por el transpondedor lector. La señal es enviada a la computadora en código binario, y una base de datos que contiene la información de los diferentes productos es la encargada de presentar el contenido al usuario final (Medranda, 2016). Las ondas en el sistema RFID son electromagnéticas, y la energía radiada por estas ondas se denomina *radiación electromagnética*, que se compone por longitud de onda, amplitud, velocidad y frecuencia.

Figura 3

Funcionamiento de un sistema RFID



Nota. De *Identificación RFID*, por Baroig, s. f. (<https://baroig.com/impresion-etiquetado/sistema-rfid-etiquetas-identificacion-activos/>).

La tecnología *near field communication* (NFC), al igual que la RFID, utiliza las ondas electromagnéticas entre dos antenas de espira a una frecuencia específica para transmitir información a corta distancia. La información es almacenada en etiquetas y transmitida a

los lectores dentro de un cierto rango físico (Giese et al., 2019). Es una tecnología basada en comunicaciones de muy corta distancia (no más de 10 cm) que, con los protocolos de seguridad adecuados, permite que unos dispositivos se autentifiquen frente a otros y se puedan validar transacciones (Andrés García & Okazaki, 2012); se utiliza en los teléfonos móviles y en las tarjetas de crédito para pagar sin contacto (Khalil et al., 2020).

Las tecnologías de AIDC analizadas coinciden en su uso para la colecta de información de diferentes elementos sin la necesidad de entrada de datos de forma manual; estudios han demostrado que, con información recopilada manualmente, el porcentaje de errores que ingresan durante la captura de datos es de 300 caracteres. Sin embargo, con la captura automática de información, los usuarios pueden esperar una tasa de error de menos de 1 carácter en 1 millón (Acosta, 2015). En cuanto a los aspectos técnicos, existen algunos atributos que difieren entre las tecnologías. Lotlikar et al. (2013) realizan una comparación entre las tecnologías de códigos de barras, códigos QR y RFID, a la que se pueden adicionar atributos: tasa de lectura, seguridad (León-Duarte et al., 2020) y durabilidad (Medranda, 2016), lo que se sintetiza en la Tabla 2.

Tabla 2

Comparación entre código de barras unidimensional, código de barras bidimensional y RFID

Atributo	Código 1D	Código 2D	RFID
Línea visual	Requerida	Requerida	No requerida
Orientación dependiente	Sí	No	No
Rango de lectura	Corta distancia	Generalmente 10 veces la diagonal del código (Valdés-Lefebvre et al., 2022)	Pasivas: decenas de metros Activas: de 10 a 100 metros generalmente (Medranda, 2016)
Identificación	Un tipo de producto	Cualquier artículo de manera única	Cada producto de manera individual
Lectura/escritura	Solo lectura	Solo lectura	Lectura y escritura
Tasa de lectura	Una etiqueta a la vez	Una etiqueta a la vez	Varias etiquetas a la vez
Actualización	No modificable	No modificable	Pueden reescribirse
Automatización	Mayormente, requiere humanos para operar	Necesita de los humanos para operar	No requiere de intervención humana
Capacidad de datos	Hasta 24 caracteres (León-Duarte et al., 2020)	Superior a 7089 caracteres	De 100 a 1000 caracteres
Capacidad de información	Muy baja	Baja	Mayor que Código 1D y Código 2D
Durabilidad de las etiquetas	Corta	Corta, cierto grado de degradación	Larga, limitada por la unión entre la antena y el chip

(continúa)

(continuación)

Atributo	Código 1D	Código 2D	RFID
Confiabilidad	Etiquetas dañadas, manchadas y arrugadas no funcionan	Mecanismo de corrección de errores	Tasa de lectura casi perfecta
Seguridad	Información fácilmente reproducida	Información fácilmente reproducida	La información puede ser encriptada y borrada

Nota. Adaptado de "Comparative study of Barcode, QR-code and RFID System", por T. Lotlikar, R. Kankapurkar, A. Parekar y A. Mohite, 2013, *System. International Journal of Computer Technology and Applications*, 4(5), p. 821 (<https://studylib.net/doc/18917112/comparative-study-of-barcode--qr>).

A pesar de que los sistemas RFID presentan mayores prestaciones, los sistemas de códigos de barras son los más utilizados en el mundo, debido a su bajo costo en comparación con otras herramientas de identificación automática. Además, los sistemas de códigos de barras presentan una gran madurez operacional, facilidad y confiabilidad de uso, ya que tienen una presencia más prolongada en el mercado internacional.

RESULTADOS

Las tecnologías descritas con anterioridad —código de barras unidimensionales y bidimensionales, y RFID— tienen como propósito común brindar trazabilidad a un producto o proceso, y como se ha expuesto, su utilización conlleva una serie de beneficios para la cadena de suministro. Sin embargo, la elección de una tecnología u otra depende de una serie de factores propios de la empresa que las implemente, así como de las características técnicas propias de dichas tecnologías. La selección va más allá del tipo de código que se desea escanear; incluye también una serie de criterios para que la decisión sea la más acertada. A partir de una recopilación y análisis realizados en sitios oficiales de fabricantes de herramientas de AIDC y artículos de revistas de impacto en la materia abordada, se determinaron los criterios más frecuentes, los cuales se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Criterios definidos para el diseño de la herramienta

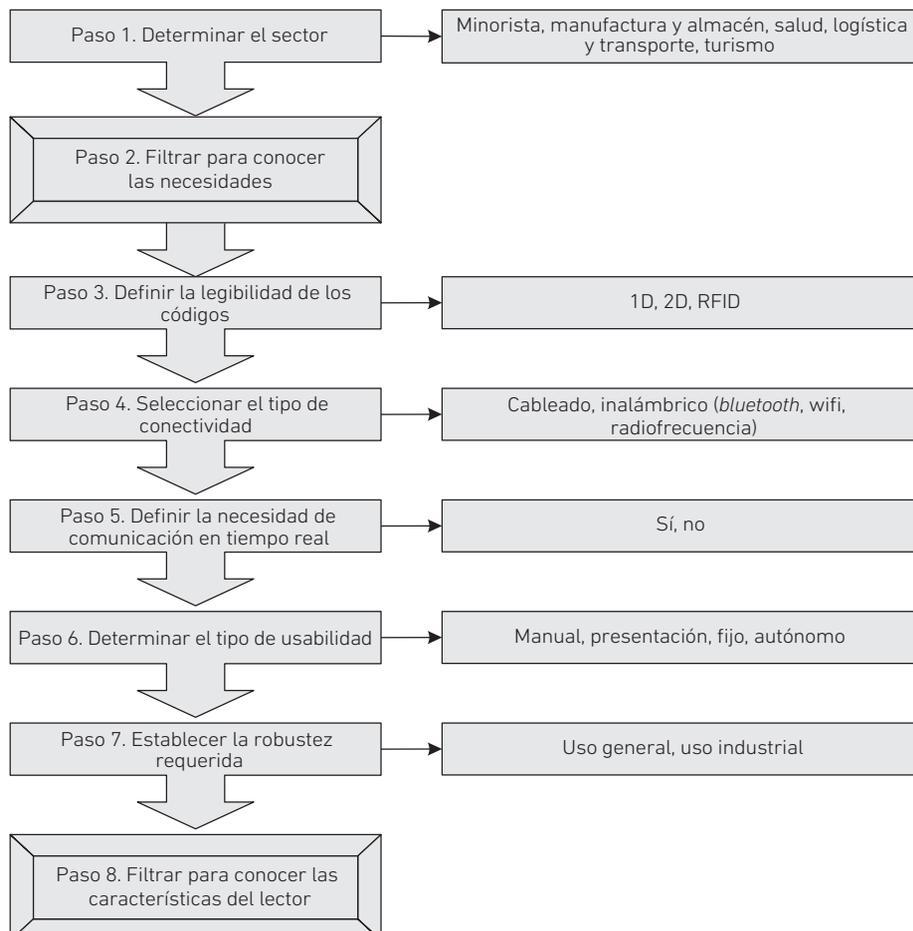
N.º	Criterio	Referencia
1	Sector	Datalogic (s. f.), Zebra Technologies (s. f.-a)
2	Legibilidad	Zebra Technologies (s. f.a), Honeywell (s. f.), Microscan (2015), GS1 Canada (2018), Alli (2021)
3	Conectividad	Zebra Technologies (s. f.-a), Honeywell, (s. f.), Garg (2012), Microscan (2015), GS1 Canada (2018), Alli (2021)
4	Comunicación en tiempo real	Garg (2012), GS1 Canada (2018), Alli (2021)
5	Usabilidad	Datalogic (s. f.), Zebra Technologies (s. f.-a), Honeywell (s. f.), Garg (2012), GS1 Canada (2018), Alli (2021)
6	Robustez	Zebra Technologies (s. f.-a), Garg (2012), GS1 Canada (2018), Alli (2021)

A partir de estos criterios, se diseña una herramienta de apoyo a la selección de tecnologías de Auto-ID en los procesos logísticos, en Microsoft Excel mediante el uso de macros. La función de la herramienta es filtrar, a partir de los atributos introducidos por el usuario mediante listas desplegables con opciones predeterminadas, el contenido existente en la base de datos y mostrar las características principales de la tecnología de AIDC que se va a implementar.

En la Figura 4, se definen los pasos sobre la base de los criterios previamente establecidos y los atributos que se deben tener en cuenta cuando se requiera implementar un lector de código de barras o RFID, y que constituyen la base de la herramienta.

Figura 4

Pasos para la selección de una tecnología de captura automática de datos



La entidad que va a implementar las tecnologías debe realizar un análisis detallado para determinar qué equipo de AIDC es más eficiente para sus procesos logísticos y para apoyar las actividades de cada proceso (GS1 Canada, 2018).

A continuación, se explican de forma detallada los pasos que conforman el procedimiento propuesto en la Figura 4.

- *Paso 1. Determinar el sector.* El usuario debe definir el sector en el que se implementará la tecnología. Existen numerosos tipos de lectores con características específicas para múltiples funciones; por esta razón, su utilización en los diferentes sectores permite generar beneficios de acuerdo con sus necesidades.
- *Paso 2. Filtrar para, a partir del sector, conocer las aplicaciones.* El usuario debe pulsar el botón de filtrar y la herramienta mostrará las necesidades/aplicaciones de acuerdo con el sector seleccionado.
- *Paso 3. Definir la legibilidad de los códigos.* El usuario define qué tipo de códigos utiliza la empresa en cuestión. Actualmente, existen códigos unidimensionales (1D), bidimensionales (2D) y códigos basados en identificación por radiofrecuencia (RFID); todos los lectores se encuentran equipados para realizar la lectura de códigos 1D, pero no ocurre lo mismo para los códigos 2D, que requieren tecnologías basadas en el uso de cámaras; o para los RFID, que deben operar con radiofrecuencia. Los lectores pueden leer varios tipos de códigos en las categorías 1D, 2D y RFID. En el caso de las empresas que utilicen códigos no convencionales, se deben consultar las fichas técnicas de los lectores que se van a implementar para definir su compatibilidad.
- *Paso 4. Seleccionar el tipo de conectividad.* El usuario selecciona el tipo de conectividad del lector; las tecnologías pueden ser cableadas, que por lo general utilizan conexión USB, o inalámbricas, que pueden ser a través de *bluetooth*, wifi o radiofrecuencia. En los dispositivos que utilizan conexión con cable, el movimiento se ve limitado para efectuar la lectura de un código, por lo que, si es necesario desplazarse a distancias mayores a las que pueda permitir el cable, se recomienda el uso de herramientas inalámbricas para la transmisión de datos. Aquellos dispositivos inalámbricos equipados con tecnología *bluetooth* pueden moverse de 10 hasta 100 metros sin obstáculos intermedios en línea con la base receptora; y en el caso de la tecnología wifi, será necesario equipar el área con una red wifi y varios escáneres se podrán conectar a la misma antena. También existen lectores que se comunican a través de radio conectados a una base o, en algunos casos, a una antena que ejerce de receptor y con un funcionamiento similar al *bluetooth*.

- *Paso 5. Definir la necesidad de comunicación en tiempo real.* El usuario debe definir si es necesario que la información sea recibida o no en tiempo real por el equipo servidor que almacena y procesa la información, pues existen lectores que disponen de una memoria interna, lo que no permite que los datos capturados se transmitan al momento; una comunicación en tiempo real puede ser garantizada con escáneres cableados, por comunicación *bluetooth* y por wifi.
- *Paso 6. Determinar el tipo de usabilidad.* El usuario determina si el lector se debe clasificar como manual, de presentación, fijo o autónomo. La elección debe realizarse en correspondencia con las necesidades del usuario y que aporten comodidad de manejo. Los dispositivos manuales son los más ampliamente difundidos por su sencillez de empleo; deben ser ergonómicos y livianos para la comodidad de los operarios; funcionan a través de un mecanismo activado cuando se coloca frente a este un código de barras y, en ocasiones, al apretar un botón. Los lectores de presentación están diseñados para colocarse sobre una encimera, un mostrador o un soporte fijo, y no requieren ser sujetados por un operario para utilizarlos; además, tienen amplias áreas de lectura para reducir la necesidad de apuntar (Logiscenter, s. f.); es necesario considerar el tamaño que ocupará este dispositivo. Los escáneres fijos son los formatos más especializados porque deben integrarse en un sistema automatizado más grande; están desarrollados para montarse en una línea transportadora, siempre encendidos o activados mediante un sensor o controlador externo cuando los elementos pasen por delante. Finalmente, los lectores autónomos brindan más funcionalidades que las de un simple escáner, pues posee también las funcionalidades de una computadora; permiten tener una total libertad de movimiento necesaria en determinados procesos.
- *Paso 7. Establecer la robustez requerida.* El usuario establece el ambiente donde se utilizará el lector, general o industrial, pues de acuerdo con esto debe ser un lector más o menos robusto. En este sentido, es necesario comprobar el nivel de protección internacional (IP, por sus siglas en inglés), respaldado por la norma internacional IEC 60529, en la cual a cada dispositivo se le asignan dos dígitos en dependencia del grado de resistencia con que haya sido equipado; el primer dígito hace referencia a la protección contra la penetración de objetos sólidos, que va desde el 0 hasta el 6; y el segundo dígito, a la protección contra la penetración de líquidos, que va desde el 0 hasta el 8. Además, se debe considerar el riesgo y frecuencia de caídas accidentales del aparato y elegir un modelo lo suficientemente robusto. También se debe considerar su uso en interiores y/o exteriores, exposición a frío o calor extremo, sujeto a productos químicos corrosivos/agresivos (Alli, 2021).

- **Paso 8. Filtrar para conocer las características del lector.** El usuario pulsa el botón de filtrar para conocer las características técnicas que debe presentar el lector que va a implementar.

Para utilizar la herramienta diseñada, las empresas cubanas deben trabajar en el reconocimiento de la necesidad de utilización de las tecnologías de AIDC y conocer los estándares de identificación necesarios en caso de no estar implementados. La implementación de las tecnologías de Auto-ID puede representar altos costos, por lo que es necesario analizar y evaluar los costos y beneficios, no solo desde la perspectiva económica, sino también social, teniendo como base el hecho de que la implementación de este sistema en la cadena aumentará su eficacia y disminuirá los riesgos y brechas de seguridad (Rodríguez-Rius et al., 2021).

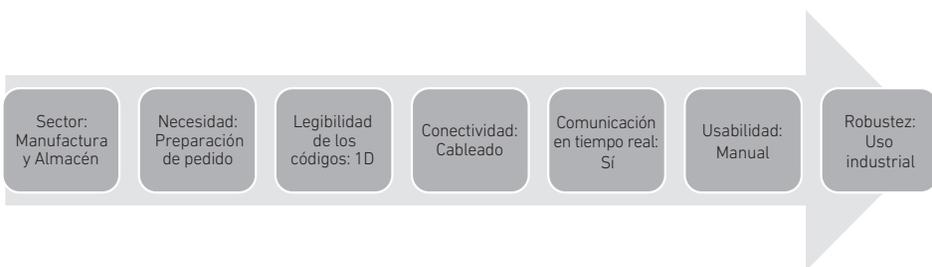
Casos de estudio

En primer lugar, se presenta lo obtenido en el caso de estudio: Empresa A del sector manufacturero. Se realizó un análisis de la situación de la empresa con respecto al empleo de herramientas de AIDC en los procesos llevados a cabo en el almacén de productos terminados: preparación de pedidos, embalaje y despacho. Los productos terminados en estuches primarios que se almacenan cuentan con etiquetas con códigos unidimensionales; el pilar de identificación no es utilizado en ningún otro nivel de embalaje: caja o paleta, sino que se emplean etiquetas humanamente legibles, que no garantizan la identificación única, por lo que no se aprovechan las ventajas que ofrecen los códigos de barras. Para un correcto funcionamiento de las tecnologías de AIDC, es necesaria la implementación de los estándares en cada nivel de empaque, lo cual no constituye un objetivo de la presente investigación.

Al emplear la herramienta para la selección de la tecnología de AIDC más efectiva, se tienen en cuenta los atributos que dan respuesta a los criterios establecidos que quedarían para este escenario, específicamente del proceso de *picking* o preparación de pedidos, como muestra la Figura 5.

Figura 5

Escenario de uso de la herramienta en la Empresa A



Estos atributos se definen a partir de las características propias de la empresa y del proceso analizado. Se selecciona como sector el de manufactura y almacén, debido a que el análisis se realiza en el almacén de productos terminados de la Empresa A. La necesidad es la del proceso de *picking* o preparación de pedidos, por ser uno de los procesos que tienen lugar en este almacén. La fase de acondicionamiento de los pedidos ocurre en un lugar específico del almacén, luego de realizados los recorridos para la recogida de la mercancía. Los códigos empleados por la empresa en los envases primarios para sus diferentes productos son EAN-13, un tipo de código unidimensional; por eso, se buscan lectores de códigos que cumplan con esta funcionalidad exclusivamente. En cuanto a la conectividad, se requiere de un lector de códigos cableado, pues, una vez que los productos estén ubicados en el mismo lugar, se procede al escaneo y, con comunicación en tiempo real, los datos pueden ser registrados en el sistema ERP utilizado por la empresa e ir descontando los artículos que conformarán el pedido. Se define un lector manual para que un operario pueda utilizarlo y escanear cada producto durante el proceso de preparación de pedidos. Respecto a la robustez, se quiere una tecnología de uso industrial por el ambiente en el que será utilizado.

Luego de definidos los atributos, se obtiene, a través de la herramienta, que será necesario utilizar un lector de códigos de barras cableado y manual resistente, y se procede a buscar una tecnología en el mercado que cumpla con estas características.

Según Markets and Markets (2020), se identifica a Honeywell, Datalogic, Zebra Technologies, Sick AG y Cognex Corporation como las principales empresas en el mercado de las tecnologías de AIDC. Por esta razón, se buscan tecnologías de estas marcas como propuestas de solución al caso de estudio. Las características del lector de códigos que se requiere coinciden con los datos suministrados por las fichas técnicas, lo que puede observarse en la Tabla 4 para el lector A del fabricante Sick AG.

Tabla 4

Ficha técnica del lector A

Lector D: escáner portátil de mano	
Legibilidad	1D
Tipo de códigos	Codabar, Code 39, Code 32, UPC-A, UPC-E, Standard and Industrial 2 of 5, Interleaved & Matrix 2 of 5, Code 128, UCC/EAN-128, Code 11, Code 93, German ITF Postal Code, Mainland China Postal Code Telepen, MSI/Plessey, UK/Plessey, Limited/Expanded GS1 DataBar, Code 39 Trioptic, IATA, UPC/EAN/JAN
Distancia de lectura	20 mm a 850 mm
Diseño	Variante con conexión de cable
Interfaz de comunicación	Ethernet, PROFINET, EtherCAT®, Serial, PROFIBUS DP, DeviceNet™, USB, PS/2

(continúa)

(continuación)

Lector D: escáner portátil de mano	
Aplicación	Industrial
Grado de protección	IP 65
Temperatura de operación	-10 °C a 50 °C

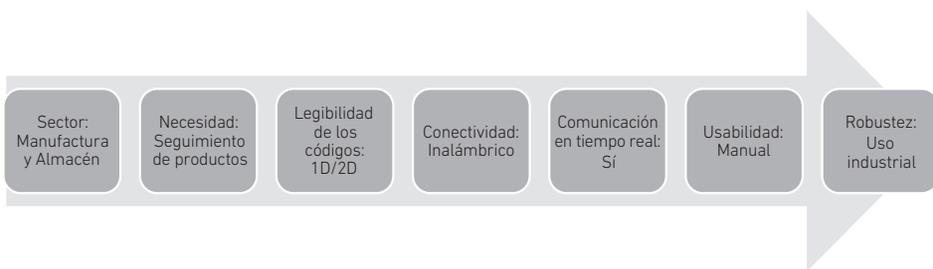
Nota. Adaptado de *IDM16x. Industrial mobile reliability. Mobile handheld scanners*, por Sick, s. f. (https://cdn.sick.com/media/familyoverview/5/55/255/familyOverview_IDM16x_g222255_en.pdf).

En segundo lugar, se presenta lo obtenido en el caso de estudio: Empresa B del sector manufacturero. Se realizó un análisis de la situación de la empresa con respecto al empleo de herramientas de AIDC en los procesos llevados a cabo en el almacén de materias primas: recepción, control de calidad, seguimiento de productos y selección. La materia prima es recibida de diferentes proveedores, que cuentan con distintas estructuras para la codificación de sus productos. Algunos utilizan códigos estandarizados en los empaques primarios, otros en embalajes primarios y secundarios, y otros no los utilizan. Para un correcto funcionamiento de las tecnologías de AIDC, se necesita la implementación de los estándares en cada nivel de empaque, lo cual no constituye un objetivo de la presente investigación.

Al emplear la herramienta para la selección de la tecnología de AIDC más efectiva, se tienen en cuenta los atributos que dan respuesta a los criterios establecidos que quedarían para este escenario, específicamente del proceso de archivado y selección, como muestra la Figura 6.

Figura 6

Escenario de uso de la herramienta en la Empresa B



Estos atributos se definen a partir de las características propias de la empresa y del proceso analizado. Se selecciona como sector el de manufactura y almacén, debido a que el análisis se realiza en el almacén de materias primas de la Empresa B; la necesidad es la del proceso de seguimiento de productos, uno de los procesos que tienen lugar en

este almacén. Los códigos de las materias primas que recibe el almacén son EAN-13, GS1 128, GS1 DataMatrix y GS1 QR Code; al utilizar tanto códigos unidimensionales como bidimensionales, se busca lectores de códigos que cumplan con estas funcionalidades de escaneo. En cuanto a la conectividad, se necesita un lector de códigos inalámbrico por las condiciones del almacén estudiado: un espacio grande con 57,8 × 48,72 metros, con cuatro niveles de estanterías, y se requiere que el lector tenga comunicación en tiempo real para que los datos puedan ser registrados en el sistema ERP utilizado por la empresa. Se define un lector manual para que un operario pueda utilizarlo y escanear cada producto durante el proceso de seguimiento de productos. Respecto a la robustez, se demanda una tecnología resistente a caídas por la altura de las estanterías (5 metros), por tanto, un equipo de uso industrial con IP 65 o superior; y no se ha de tener en cuenta la exposición a temperaturas extremas, pues la temperatura que debe tener el almacén es de 15 °C a 25 °C.

Luego de definidos los atributos, se concluye que será necesario utilizar un lector de códigos de barras inalámbrico, manual y resistente (2D), y se procede a buscar una herramienta en el mercado que cumpla con estas características. Estas coinciden con los datos suministrados por las fichas técnicas, lo que puede observarse en la Tabla 5 para el lector B del fabricante Zebra Technologies.

Tabla 5

Ficha técnica del lector B

Lector H: escáner ultrarresistente	
Legibilidad	1D y 2D
Tipo de Códigos	1D: Code 39, Code 128, Code 93, Codabar/NW7, Code 11, MSI Plessey, UPC/EAN, I 2 of 5, Korean 3 of 5, GS1 DataBar, Base 32 (Italian Pharma) 2D: PDF417, Micro PDF417, Composite Codes, TLC-39, Aztec, DataMatrix, MaxiCode, QR Code, Micro QR, Chinese Sensible (Han Xin), Postal Codes
Diseño	Manual
Robustez	Resistente a caídas de 3 m sobre concreto
Conexión	Inalámbrica
Interfaz de comunicación	Ethernet, PROFINET, EtherCAT®, Serial, PROFIBUS DP, DeviceNet™, USB, PS/2
Aplicación	Industrial
Grado de protección	IP 65
Temperatura de operación	-20 °C a 50 °C

Nota. Adaptado de *DS3600-ER Ultra-Rugged Scanner. Unstoppable performance for extended range 1D/2D barcode scanning*, por Zebra Technologies, s. f.-b (<https://www.zebra.com/us/en/products/spec-sheets/scanners/ultra-rugged-scanners/ds36x8-er.html>).

DISCUSIÓN

El impacto de las tecnologías Auto-ID se evidencia en el tamaño del mercado global de identificación automática y captura de datos, que se valoró en 54 580 millones de dólares en el 2022, y se espera que se expanda a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR, por sus siglas en inglés) del 12 % del 2023 al 2030 (Grand View Research, s. f.).

Para Valdés-Lefebvre et al. (2022), en el contexto de las empresas cubanas, el paso inicial para la utilización de las tecnologías de AIDC consistiría en abordar los problemas de identificación y clasificación, comenzando con la organización y estandarización de la información, y garantizando la implementación de códigos en todos los niveles de embalaje. Una vez logrado esto, se pasaría a seleccionar la tecnología más adecuada para capturar estos datos; a partir de la aplicación de la herramienta diseñada en los diferentes escenarios de uso, se evidencia que el procedimiento propuesto establece una guía que permite que las entidades identifiquen las necesidades de una forma estandarizada, que facilita la selección de propuestas de tecnologías con mayor efectividad en ese proceso.

CONCLUSIONES

El análisis del estado actual de utilización de las tecnologías de AIDC permite determinar que su implementación se encuentra limitada por la no utilización de los estándares de codificación en el país y por desconocimiento a la hora de seleccionar la tecnología más eficiente. En las normativas cubanas vigentes se define el uso de estándares de identificación, pero los estándares de captura no se mencionan. La comprensión de la necesidad de uso de los estándares de captura constituye la base para la implementación de las tecnologías de AIDC.

Se diseña una herramienta basada en un procedimiento que establece una guía para la selección de tecnologías de AIDC en procesos logísticos, por la complejidad de la decisión, solo teniendo en cuenta las características técnicas y precios. Esta herramienta permite elegir las características de los dispositivos de AIDC que se van a adquirir: sector, legibilidad, conectividad, comunicación en tiempo real, usabilidad y robustez, para que este proceso se realice con mayor efectividad.

La herramienta diseñada se implementó en dos entidades para ayudar en el proceso de identificación de los posibles dispositivos que podrían adquirir, según las necesidades reales de los procesos estudiados. Con el resultado, se buscaron en el mercado tecnologías que dieran respuesta a estas necesidades de acuerdo con las características técnicas definidas por los fabricantes.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN A LA AUTORÍA

María Alejandra Ríos Córdova: escritura-borrador original, redacción-revisión y edición, conceptualización, *data curation*, metodología, investigación, *software*, visualización, validación. **Igor Lopes Martínez:** redacción-revisión y edición, supervisión, conceptualización, validación. **Roxana Alemán Bravo:** redacción-revisión y edición.

REFERENCIAS

- Acosta, O. (2015). *Metodología para la implementación de un proyecto de automatización y codificación, a partir de un sistema de captura automática y la utilización de códigos de barra en agroindustrias y cadenas de abastecimiento* [Tesis de licenciatura, Universidad de La Sabana]. Repositorio Institucional de la Universidad de La Sabana. <http://hdl.handle.net/10818/15498>
- Agüero Zardón, L., Vilalta Alonso, J. A., Garza Ríos, R., & Urquiola García, I. (2017). Diagnóstico de la calidad de los datos siguiendo el enfoque de la ISO 9001:2015. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 4(2). <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/395>
- Alli, S. (2021). Barcoding an automatic identification and data capture system in healthcare settings. *The Pharma Innovation*, 10(1), 187-200. <https://www.thepharmajournal.com/archives/?year=2021&vol=10&issue=1&ArticleId=5508>
- Andrés García, J. C., & Okazaki, S. (2012). El uso de los códigos QR en España. *Distribución y Consumo*, 22(123), 46-62. <http://hdl.handle.net/10486/663503>
- Baquero Vanegas, H. A. (2019). *El aporte que genera la implementación de un sistema de radiofrecuencia (RFID) a la cadena de suministro* [Tesis de licenciatura, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Institucional de la Universidad Militar Nueva Granada. <http://hdl.handle.net/10654/35707>
- Baroig. (s. f.). *Identificación RFID*. <https://baroig.com/impresion-etiquetado/sistema-rfid-etiquetas-identificacion-activos/>
- Casaretto Inga, F. A. (2020). *Implementación de código de barras para la gestión de inventarios en los almacenes de la empresa DD Logistic EIRL* [Tesis de licenciatura, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. Repositorio Institucional de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/5252>

- Correa Espinal, A., Álvarez López, C. E., & Gómez Montoya, R. A. (2010). Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro. *Estudios Gerenciales*, 26(116), 115-141. [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(10\)70126-1](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(10)70126-1)
- Datalogic. (s. f.). *Products: Find your product*. <https://www.datalogic.com/eng/products-hp-16.html>
- Fontalvo-Herrera, T., De-la-Hoz-Granadillo, E., & Mendoza-Mendoza, A. (2019). Los procesos logísticos y la administración de la cadena de suministro. *Saber, Ciencia y Libertad*, 14(2), 102-112. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2019v14n2.5880>
- Garg, N. (2012). Improving business logistics using barcode scanners. *International Journal of Computer Applications*, 50(15). <https://doi.org/10.5120/7844-0815>
- Giese, D., Liu, K., Sun, M., Syed, T., & Zhang, L. (2019). Security analysis of near-field communication(NFC) payments. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1904.10623>
- Grand View Research. (s. f.). *Automatic identification and data capture market size, share & trends analysis report by component (hardware, software, services), by end-user (retail, BFSI, healthcare), by region, and segment forecasts, 2023-2030*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/automatic-identification-data-capture-market-report>
- GS1 Canada. (2018). *Barcode scanning equipment selection criteria: A guide to choosing appropriate scanning equipment*. https://www.gs1ca.org/files/aidc_-_selecting_bar_code_scanning_equipment_eng.pdf
- GS1 Colombia. (2010). *Guía de calidad sistema GS1. Guía práctica de apoyo - Estudio calidad sistema GS1 2010*. <https://gs1co.org/sites/default/files/libreria/Guía de Calidad Sistema GS1.pdf>
- GS1 Colombia. (2018). *Guía de identificación GS1*. <https://www.colombiaproductiva.com/getattachment/6f51faa7-2053-411b-962d-3f9c7e0ed560/Guia-de-Identificacion-GS1.aspx>
- GS1 Spain. (s. f.). *Estándares GS1 SPAIN*. <https://www.gs1es.org/estandares-gs1/>
- GS1 Uruguay. (s. f.). *Estándares GS1 para código de barras y código electrónico de producto (EPC)*. <https://gs1uy.org/que-hacemos/estandares-gs1/>
- Gupta, G., Kundu, T., & Appanna Codanda, A. (2015). An integrated conceptual framework for RFID enabled healthcare. *Independent Journal of Management & Production*, 6(4), 946-961. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449544332007>

- Honeywell. (s. f.). *Barcode Scanners*. <https://sps.honeywell.com/us/en/products/productivity/barcode-scanners>
- Khalil, G., Doss, R., & Chowdhury, M. (2020). A novel RFID-based anti-counterfeiting scheme for retail environments. *IEEE Access*, 8, 47952-47962. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2979264>
- León-Duarte, J. A., Re-Iñiguez, B. M., & Romero-Dessens, L. F. (2020). Ventajas del uso de sistemas de trazabilidad electrónica en procesos de manufactura. *Información Tecnológica*, 31(1). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000100237>
- Logiscenter. (s. f.). *Guía de compra: lectores de código de barras*. <https://blog.logiscenter.com/elegir-el-lector-de-codigo-de-barras-adecuado>
- Lopes-Martínez, I., Paradela-Fournier, L., Rodríguez-Acosta, J., Castillo-Feu, J. L., Gómez-Acosta, M., & Cruz-Ruiz, A. (2018a). Using AUTO-ID technologies in the Cuban drug logistics system to increase its safety and efficiency. *Sistemas & Telemática*, 16(44), 35-48. <https://doi.org/10.18046/syt.v16i44.2727>
- Lopes-Martínez, I., Paradela-Fournier, L., Rodríguez-Acosta, J., Castillo-Feu, J. L., Gómez-Acosta, M. I., & Cruz-Ruiz, A. (2018b). The use of GS1 standards to improve the drugs traceability system in a 3PL Logistic Service Provider. *DYNA*, 85(206), 39-48. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.69616>
- Lopes-Martínez, I., Padilla-Aguiar, D., Paradela-Fournier, L., & Rodríguez-Rivero, G. (2019). Diseño de una metodología para la estandarización de los sistemas de codificación y clasificación de productos en empresas cubanas, 2019. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 15(28). <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v15i28.2682>
- Lotlikar, T., Kankapurkar, R., Parekar, A., & Mohite, A. (2013). Comparative study of Barcode, QR-code and RFID System. *International Journal of Computer Technology and Applications*, 4(5), 817-821. <https://studylib.net/doc/18917112/comparative-study-of-barcode--qr>
- Markets and Markets. (2020). *Automatic identification and data capture market with COVID-19 impact analysis by product (Barcodes, Smart Cards, OCR Systems, RFID Products, and Biometric Systems), offering (hardware, software, and services), vertical, and geography - Global Forecast to 2025*. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/automatic-identification-data-capture-market-194254012.html>
- Martínez Garay, M. H. (2017). *Planeación de un sistema de identificación por radiofrecuencia en un centro de distribución* [Tesis de especialización, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Institucional de la Universidad Militar Nueva Granada. <http://hdl.handle.net/10654/17090>

- Medranda, S. (2016). Tecnología RFID al servicio de la logística. *Reto*, 4(4), 77-90. <https://doi.org/10.23850/23338059.609>
- Mejía Gomez, S., Yepes Simonds, D., & Arango Alzate, B. (2013). Gestión e implementación del RFID en las empresas. *Revista Gestión de las Personas y Tecnología*, 6(17), 49-56. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477847109006>
- Microscan. (2015). *Five things to know before choosing an embedded data acquisition device*. <https://cdn.thomasnet.com/ccp/10025951/209857.pdf>
- Rodríguez-Rius, C., Serrallonga-Trujillo, C., Lopes-Martínez, I., & Núñez-Cabrales, A. (2021). La trazabilidad en el sistema logístico de medicamentos en Cuba y el uso de las tecnologías de autoidentificación. *VacciMonitor*, 30(2), 51-59. <https://vaccimonitor.finlay.edu.cu/index.php/vaccimonitor/article/view/265>
- Sick.(s.f.). *IDM16x.Industrialmobilereliability.Mobilehandheldscanners*. https://cdn.sick.com/media/familyoverview/5/55/255/familyOverview_IDM16x_g222255_en.pdf
- Valdés-Lefebvre, G., Lopes-Martínez, I., Delgado-Fernández, T., & Herrera-Leyva, Y. (2022). Etiquetado inteligente en la industria farmacéutica cubana. *Ingeniería Industrial*, 43(2), 80-89. <http://ref.scielo.org/vvr4vv>
- Vilalta Alonso, J. A., & Espinosa Álvarez-Buylla, M. (2010). Metodología para el diagnóstico de la calidad de los datos. *Ingeniería Industrial*, 29(2). <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/15>
- Zebra Technologies. (s. f.-a). *¿Cuál es el mejor escáner para usted?* https://connect.zebra.com/scanselector_la_es
- Zebra Technologies. (s. f.-b). *DS3600-ER Ultra-Rugged Scanner*. <https://www.zebra.com/us/en/products/spec-sheets/scanners/ultra-rugged-scanners/ds36x8-er.html>