

PROCESOS LOGISTICOS INTERNOS EN LA CADENA DE SUMINISTRO HOSPITALARIA: ENFOQUE EN LA SALA DE OPERACIONES

Jorge Armando Giraldo Villada

Estudiante Ingeniería Industrial, Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, Valle, Colombia.

jorgearmandogiraldovillada@gmail.com

Franklin Aurelio Perilla Aristizabal

Estudiante Ingeniería Industrial, Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, Valle, Colombia.

fapa1972@gmail.com

Abstract —*The objective of this article is to present existing research on performance measurement in the internal hospital supply chain (e.g. inventory management, distribution activities), and more specifically in the operating room since it is critical to the patient care process and it has become a major cost center of the hospital. Logistics managers need to identify opportunities to improve the logistics processes in order to lower costs and to improve patient care quality.*

Keywords —Supply Chain, Customers, Logistics Process, Inventory control, Healthcare.

Resumen —. *El objetivo de este artículo es presentar investigaciones existentes sobre la medición del rendimiento en la cadena de suministro hospitalaria interna (por ejemplo, gestión de inventario, actividades de distribución) y más específicamente en el quirófano, ya que es fundamental para el proceso de atención al paciente y se ha convertido en un centro de costo del hospital. Los gerentes de logística necesitan identificar oportunidades para mejorar los procesos logísticos a fin de reducir los costos y mejorar la calidad del cuidado del paciente.*

Palabras Claves —Cadena de Suministro, Clientes, Proceso Logístico, Control de inventario, Salud.

1. Introducción

Los sistemas de soporte a la decisión frente al flujo de materiales a través de la cadena de suministro en un contexto hospitalario, se alinean con modelos que buscan ayudar a tomar

decisiones específicas que dan respuesta ante un requerimiento en un instante dado y cuando se conocen unas variables que pueden agruparse en técnicas, económicas y cualitativas, presentes o pasadas, pero bajo incertidumbre. Muchas veces, los sistemas de salud requieren que las decisiones sean tomadas en corto tiempo y los riesgos de decisiones no acertadas implican riesgos para la integridad de los pacientes o altos costos de funcionamiento. Además, los desafíos operacionales, como por ejemplo los productos y dispositivos médicos extremadamente costosos utilizados en las salas de operaciones, la complejidad del control al inventario debido a la urgencia de los tratamientos y la demanda impredecible de suministros médicos son de las decisiones que tienen un mayor impacto en la gestión de la cadena de suministro hospitalaria [29]. Una amplia variedad de medicamentos e insumos se almacenan en múltiples bodegas intermedias al interior del hospital y la interacción constante con los diferentes procesos administrativos, asistenciales y logísticos entre otros, deben contribuir a una atención de calidad para el paciente [38], por ende, un hospital debe contar con prácticas logísticas para controlar y distribuir los suministros en términos de eficiencia en tiempo y dinero teniendo como prioridad la vida del paciente.

En los últimos años, sin embargo, el costo de las operaciones logísticas (por ejemplo, manipulación, traslado de materiales y

procesamiento de órdenes) ha aumentado, oscilando entre el 20% y el 45% del total de los presupuestos operativos de los hospitales. En parte debido a la considerable cantidad de desperdicios que son generados a lo largo de los procesos en la cadena de suministro del sector salud [46]. El quirófano, en particular, se ha convertido en un importante factor de costo para un hospital [31], y los suministros y equipos médicos utilizados en los quirófanos absorbieron entre el 40% y el 60% de los gastos de suministros hospitalarios. Sin embargo, la gestión eficaz de estos suministros ha sido un desafío desde hace mucho tiempo [4]. En este sentido, el sector salud muestra características especiales que afectan directamente la calidad de la atención al paciente, por ejemplo, la falta de materiales puede posponer un procedimiento quirúrgico y posiblemente ocasione problemas de planificación y/o riesgos para la salud del paciente, mientras que el exceso de inventario en los centros de atención al paciente aumentan los costos y causan ineficiencias en la cadena de suministro [13].

La Gestión de la Cadena de Suministro de Salud (SCM) se refiere a “la información, los suministros y las finanzas involucradas en la adquisición y el movimiento de bienes y servicios desde el proveedor hasta el usuario final con el fin de mejorar los resultados clínicos al tiempo que controla los costos” [10]. Las empresas que componen la cadena de suministro necesitan interactuar y cooperar para cumplir con los propósitos de los procesos logísticos (es decir, suministro, distribución y almacenamiento) [8]. La coordinación e integración entre los procesos contribuye positivamente al desempeño de la cadena de suministro hospitalaria. La Ingeniería industrial proporciona herramientas para dar soporte a las decisiones en la cadena de suministro o las operaciones logísticas de los hospitales.

Chase, Aquilano y Jacobs [7] definen la administración de operaciones en el cuidado de la salud como "el diseño, la gestión y la mejora de los sistemas que crean y brindan servicios de atención médica". Sin embargo, es un gran desafío para los encargados de la logística hospitalaria garantizar una atención de alta calidad al paciente considerando los recursos limitados (por ejemplo, profesionales de la salud,

quirófanos, suministros, etc.) además de una alta variabilidad del proceso debido a las características del paciente y preferencias del personal médico-asistencial por ciertos tipos de medicamentos o insumos, y por ende, la dificultad para lograr la cooperación entre el personal multidisciplinario que participa y toma decisiones en los diferentes procesos. Las partes interesadas tienen diferentes objetivos para la gestión de la eficiencia porque no hay consenso sobre qué constituye la eficiencia y qué medidas tomar para mejorarla [30].

El objetivo final es lograr "un sistema bien coordinado que ofrezca atención con gran eficiencia y calidad, a un costo razonable, haciendo coincidir los recursos para la atención con el lugar (y el momento) en el que más se necesitan" [20].

I. ESTADO DEL ARTE.

Un centro hospitalario cuenta con una gran cantidad de productos y procesos. Se deben administrar adecuadamente insumos médicos, productos farmacéuticos, productos alimenticios, productos de aseo, alimentos, desechos, etc. El centro hospitalario a su vez realiza una gran cantidad de procesos en los cuales utiliza los productos y recursos para entregar una adecuada atención a los pacientes. Estas actividades que involucran la transformación y el flujo de recursos e información se conocen como logística hospitalaria.

La logística hospitalaria tiene sus bases en la logística de la industria manufacturera, haciendo claridad que, debido a la naturaleza de los hospitales, han sido adaptadas a las necesidades del sector, como se ilustra en la tabla 1:

Tabla 1. Similitudes entre la logística en manufactura y la logística hospitalaria.

Manufactura	Logística Hospitalaria	Nivel
Localización de planta	Ubicación de hospitales (Hahn & Krarup, 2001)	Red

Ruteo y localización	Ubicación de puntos ambulantes de servicio (Hodgson et al, 1996)	Red	<p>turnos de enfermeras (Jaumard et al, 1998)</p> <p>Fuente: (Aguirre, 2008)</p> <p>Estas actividades son compartidas por múltiples áreas (farmacia, aprovisionamiento, servicios complementarios). Desafortunadamente, los responsables de las actividades logísticas tienen poca influencia ante los principales centros de decisión del establecimiento, estos responsables buscan sobretodo respetar los procedimientos más que mejorarlos. La eficiente aplicación de la logística hospitalaria permitirá a los hospitales la creación de ventajas competitivas en áreas de servicios como la farmacia, lavandería, cafetería, programación de citas y cirugías, entre otros. Es claro que esas actividades no tienen un componente de servicio médico implícito, sin embargo el impacto es grande en la prestación del servicio médico.</p> <h2>2. Logística Hospitalaria</h2> <p>La Logística Hospitalaria agrupa el conjunto de operaciones a realizar en el interior de una entidad que presta servicios médicos con el propósito de optimizar el funcionamiento de los eslabones en toda la cadena de servicio. El término reagrupa actividades hospitalarias de transformación y de flujo de recursos, información y pacientes (Aguirre, 2008). Estos esfuerzos se realizan dada la necesidad de mejorar el uso de los recursos económicos de los hospitales. En el año 2007, mas de US\$2.06 billones fueron transferidos por el estado para gastos en Salud, representando 1.2% del PIB nacional para satisfacer las necesidades en salud del 49.19% de la población colombiana que está afiliada al régimen subsidiado (Corona y Santa fe, 2009).</p> <p>La logística Hospitalaria se apoya en diversas metodologías de la ingeniería industrial para mejorar el uso de los recursos sin deteriorar la calidad de los servicios de salud, con el fin de disminuir los costos que son llevados a los usuarios y de aumentar la capacidad de cobertura al manejar más eficientemente los recursos.</p>
Gestión de la cadena de suministros	Integración de la cadena médica (Rivard-Royer et al., 2002)	Red	
Capacidad de planta	Dimensionamiento de centros o unidades de servicio (minería de datos – simulación) (Isken & Rajagopalan, 2002)	Organización	
Ruteo de vehiculos	Planeación de la recolección y distribución de sangre (Rockwell et al. 1962), Gestión de emergencias (Chodosas, 2001)	Organización	
Gestión de inventarios	Aprovisionamiento de medicamentos, accesorios médicos y en general instrumentos y equipamiento (Landry & Beaulieu, 2000), Planificación de necesidades de materiales para la sala de operaciones (Lafond & Landry, 1999)	Equipo	
Programación de la producción	Optimización de técnicas médicas (Ferris & Shepard, 2001)	Equipo	
Programación de operaciones	Admisión y asignación de citas (Bailey, 1952), Programación de las salas de operaciones (Whitston, 1965), Programación de	Equipo	

A nivel de calidad de los servicios de salud en Colombia, la necesidad de implementar metodologías para perfeccionar la prestación de los servicios de salud es obvia. Según Carlos Rodríguez, Director de acreditación en salud del ICONTEC, en el año 2013, 16 hospitales en Colombia cuentan con la acreditación de calidad del Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) por el cumplimiento de estándares más altos de calidad a favor de los usuarios. Dicho número parece muy bajo considerando que se debe satisfacer las necesidades de salud de más de 45 millones de ciudadanos (DANE, 2009). Estos indicadores muestran el impacto que pueden tener proyectos que busquen incrementar la eficiencia, la calidad y reducir los costos de los sistemas de salud.

Tabla 2: Instituciones acreditadas por ICONTEC

Instituto del Corazón - Unidad de Negocios de la Fundación Cardiovascular de Colombia
Hospital Pablo Tobón Uribe
Hospital General de Medellín - "Luz Castro de Gutiérrez" - ESE
E.S.E. Hospital del Sur "Gabriel Jaramillo Piedrahíta"
Hospital Pablo VI Bosa ESE
C.P.O. S.A. - Centro Policlínico del Olaya
Centro Médico Imbanaco de Cali S.A.
Empresa Social del Estado Hospital San Vicente de Paul
Comunidad de Hnas. Dominicás de la Presentación de la Santísima Virgen de Tour Provincia de Medellín - Clínica El Rosario Sede Villahermosa
Clínica del Occidente S.A.
Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá
Fundación Valle del Lili
Centro Dermatológico Federico Lleras Acosta ESE
Clínica de Oftalmología de Cali S.A.

Fuente:

<http://www.acreditacionensalud.org.co/Adm/ArchivosBoletines/59/Revista%20No%2081.pdf>

3. Cadena de Suministro Médico Hospitalaria

La cadena de suministro vincula los procesos logísticos y los servicios de atención al paciente al interior del hospital. Las cadenas de suministro hospitalarias actuales se enfrentan a varios problemas, incluida una base fragmentada de proveedores, ineficiencias de la cadena de suministro, gastos administrativos excesivos, atención inadecuada a los pacientes, falencias en el manejo de residuos hospitalarios, etc. Por lo tanto, una gestión eficaz de la cadena de suministro puede impactar positivamente en el resultado financiero del hospital [41]. Con las operaciones de la cadena de suministro utilizando hasta el 40% del presupuesto del hospital, es importante implementar una estrategia exitosa de la cadena de suministro hospitalario. Los hospitales que tienen una visión holística de su cadena de suministro y se centran en cuestiones estratégicas pueden obtener importantes beneficios, como la mejora en la satisfacción de los empleados, la seguridad del paciente y mejores resultados financieros [22].

Los pasos clave para la gestión estratégica de la cadena de suministro en el sector salud incluyen una mejor colaboración con los proveedores, alinearse con el personal médico, concentrarse en la integración, automatizar la cadena de suministro, adoptar más y mejores estándares y utilizar metodologías de mejora de procesos (por ejemplo, Lean) [12]. A su vez, presentar directrices para diseñar una planeación estratégica de la cadena de suministro teniendo en cuenta las necesidades del cliente, la evaluación interna de las capacidades de la cadena de suministro (por ejemplo, evaluación comparativa), las tendencias de la industria, las tecnologías en evolución, los riesgos y la competencia.

Los hospitales pueden obtener una ventaja competitiva al administrar eficazmente su cadena de suministro y, por lo tanto, lograr mejores resultados. Finalmente, se deben definir los indicadores clave de desempeño adecuados para rastrear el desempeño y evaluar la implementación de la estrategia de la cadena de suministro. A diferencia de otras industrias, donde las técnicas de gestión de cadenas de suministro ya se aplican con éxito, el sector de la

salud se está quedando atrás en la incorporación de conceptos logísticos debido a varios factores, incluidos sistemas de tecnología de la información obsoletos, desbalanceo de inventarios, falta de participación de la alta dirección en temas logísticos, cultura de mejora de procesos, etc. [3]. Los directivos deben mirar más allá del sector de la salud al evaluar las capacidades de la cadena de suministro hospitalaria [12]. Pueden aprender mucho observando las mejores prácticas de la industria manufacturera o minorista como una forma de mantener un alto nivel de eficiencia (es decir, control de costos) y efectividad (es decir, alta calidad de atención al paciente). Por ejemplo, la cadena minorista de Wal-Mart adopta la planificación, previsión y reabastecimiento colaborativos (CPFR) y la información se comparte a través de la planificación de recursos empresariales (ERP). Tales conceptos son clave para obtener una cadena de suministro integrada [6]. Sin embargo, las características únicas del sector salud, tecnologías complejas y un entorno dinámico interno y externo dificultan la transferencia de conceptos de logística del sector manufacturero o minorista al sector salud [10].

Para lograr la coordinación al interior de la cadena de suministro en el sector salud, los procesos logísticos como el aprovisionamiento, el almacenamiento y la distribución deben estar alineados con la estrategia logística de la organización y con la estrategia de la cadena de suministro [8]. La administración de la cadena de suministro de servicios de salud se ocupa de cinco aspectos con el fin de obtener procesos integrados [6]. En primer lugar, la demanda se puede gestionar utilizando técnicas de pronóstico y estandarizando los suministros. En segundo lugar, las prácticas efectivas de gestión de pedidos deberían estar alineadas con la política del departamento de compras. En tercer lugar, los actores de la cadena de suministro deberían participar en los acuerdos del comité de compras para reducir el número de proveedores. Una cuarta área está relacionada con la gestión logística para consolidar los despachos al interior de la cadena hacia las bodegas satélites o almacenamientos intermedios.

Finalmente, la minimización del número de referencias o ítems, la maximización de las tasas de rotación de inventario, todo basado en el uso

de las tecnologías de la información, contribuyen a ahorros de gestión integrados. Por lo tanto, las cadenas de suministro hospitalarias pueden llegar a ser operacionalmente eficientes mediante la adopción de tecnologías, estándares, así como mejores prácticas aplicadas en otras industrias para gestionar las cadenas de suministro.

Balcazar - Camacho [2] también sugiere un conjunto de directrices para coordinar la planificación de la cadena de suministro del sector salud, ya que impacta positivamente en algunos indicadores de desempeño, como los plazos de entrega, los costos de operación y la percepción del servicio al cliente [43]. La coordinación de la cadena de suministro puede lograrse mediante políticas de compra, gestión de inventarios, uso de tecnología de la información (por ejemplo, sistemas ERP, sistemas de gestión de almacenes), altos niveles de estandarización, procesos de planificación conjunta, pronósticos sincronizados, intercambio de información e intereses y estilos de dirección alineados entre todos los intervinientes de la cadena. La planeación táctica y operativa se facilita mediante el uso de información en tiempo real sobre los niveles de inventario y la disponibilidad de recursos. Una planeación coordinada de la cadena de suministro reduce los costos y mejora los resultados generales en una gestión integrada de la cadena de suministro hospitalario [34].

II. METODO

El planteamiento del problema abordado a lo largo del presente artículo está enfocado hacia el análisis de los procesos internos de la cadena de suministro hospitalaria, y más específicamente a la logística del suministro médico en el entorno de la sala de operaciones, con un enfoque en el control de inventario y la distribución de suministros y equipos médicos para garantizar la disponibilidad y disminución de costos.

La metodología utilizada para lograr analizar la problemática planteada consistió en realizar una revisión de literatura de artículos que describieran la cadena de suministro interna de un hospital. Para ello se consultó principalmente artículos en inglés y se analizaron los resúmenes

y las palabras claves para determinar la pertinencia del tema. Se revisaron artículos que preferiblemente no tuvieran una antigüedad mayor a diez años y que abordaran principalmente los temas de la gestión del inventario y la distribución física interna. Para la primera selección, se escogieron aproximadamente 352 artículos enfocados específicamente en los ítems requeridos, posteriormente se revisaron los resúmenes y algunos no abordaban el tema según lo requerido o se enfocaban en una aplicación en solo hospital sin una revisión de literatura acorde con la temática abordada o sólo aplicaban las técnicas a un solo proceso, lo cual redujo la muestra a 50 artículos los cuales se utilizaron para la elaboración del presente documento.

3.1. Gestión de inventario en hospitales

El alto capital está inmovilizado en el inventario debido a los crecientes volúmenes y variedad de referencias de productos. En particular, en la sala de operaciones, se utilizan cuatro tipos de materiales [24]. Los insumos médicos o desechables (por ejemplo, guantes, suturas, jeringas, bandejas, etc.), a menudo combinados en bandejas de procedimientos personalizados, son los artículos usados con mayor frecuencia que ocupan la mayor parte del espacio de almacenamiento. En segundo lugar, los suministros quirúrgicos específicos del procedimiento se almacenan a menudo en ubicaciones de puntos de atención (por ejemplo, salas de operaciones). Un tercer tipo de materiales son los suministros estériles y reutilizables que se organizan en bandejas de instrumentos quirúrgicos (por ejemplo, bandeja de sutura, bandeja para hernias). Un flujo de logística inversa describe el proceso de esterilización, que se puede subcontratar o realizar internamente dependiendo de la interacción entre el transporte, el almacenamiento y los costos de esterilización del instrumento por unidad [42]. Finalmente, los materiales de alto costo y baja rotación suelen conservarse en consignación con el proveedor (es decir, el proveedor es el propietario de los materiales hasta que el material se consuma de manera efectiva en un proceso de atención).

La ilustración 1 muestra los niveles en los cuales se desarrolla la gestión de la cadena de suministro médico hospitalaria, lo cual permite identificar la complejidad del flujo de energía, materia e información a todos los niveles.

Ilustración 1: Gestión de la cadena de suministro médico hospitalaria



Fuente: Amaya, 2009

Los cuatro tipos de materiales mencionados anteriormente se mueven no sólo físicamente sino en cuanto a las decisiones tomadas en los diferentes niveles. Desde la perspectiva del inventario físico, éste se ubica a lo largo de todos las bodegas intermedias para lograr una mayor cercanía con el punto de consumo final y una mayor capacidad de respuesta frente a factores inesperados [4]. Es importante identificar y consolidar las ubicaciones de los materiales en el espacio de almacenamiento del hospital [5]. El sistema de inventario se caracteriza por áreas de almacenamiento centralizadas y descentralizadas, por lo que la sala central de almacenamiento del hospital reabastece las ubicaciones de punto de uso (descentralizadas) de bajo nivel (por ejemplo, salas de operaciones) [9]. Una regla general establece que un máximo del 20% de los suministros debe almacenarse en la sala de operaciones, con el inventario restante en la sala de almacenamiento central [33].

La eficiencia operativa de los procesos de la cadena de suministro hospitalaria puede mejorarse centrándose en la reposición de los inventarios en función del consumo del producto e independientemente del nivel de variabilidad del producto. Sin embargo, controlar el flujo de materiales no es tan sencillo en la práctica debido a la falta de información (por ejemplo, no registros de los materiales consumidos). Dado el número de artículos y almacenes en cada

instalación, es deseable adoptar políticas de reabastecimiento que sean simples y eficientes [35]. Para comprender cómo usar los modelos de inventario, deben entenderse muchos términos, como el nivel de reabastecimiento automático periódico (o sistema R,S), la rotación del inventario, la cantidad económica de pedido (EOQ), el stock de seguridad, etc. [3]. Los modelos tradicionales de reabastecimiento de inventario en unidades médicas determinan cuándo ordenar (es decir, reordenar punto) y cuánto pedir (es decir, reordenar la cantidad). La cantidad de reordenamiento se determina según el inventario efectivo (es decir, inventario disponible más pedidos pendientes menos pedidos pendientes), pronósticos de demanda, plazos de reabastecimiento internos, el período de revisión y el stock de seguridad, que tiene en cuenta la incertidumbre de la demanda del medicamento [38].

El período de revisión debe establecerse en función de la variabilidad de la demanda y el costo de ordenar. La mejora de los pronósticos de demanda es beneficiosa para las operaciones logísticas, ya que reduce los costos de preparación de pedidos, mejora los niveles de utilización y de servicio, y a su vez reduce el inventario [37]. Rossetti y Pohl. [37] enumera una serie de políticas de inventarios periódicas y continuas, como la política de punto de reorden / sistema Kanban de dos bandejas, punto de reorden / sistema R,S, etc.

Por otra parte, un sistema de inventario continuo puede ser superior a un sistema de gestión de inventario periódico, ya que permite actualizar continuamente el inventario disponible de acuerdo con los datos de utilización y capturar detalles que pueden mejorar la facturación del paciente [33]. El uso de estándares de datos (por ejemplo, estándares de identificación de productos GS1) en códigos de barras permite actualizar automáticamente los sistemas de reabastecimiento al escanear, aumentar la precisión del inventario y aumentar la visibilidad a lo largo de la cadena de suministro, con grandes ahorros en costos e inventarios [11]. Una política de inventario híbrido combina reabastecimientos periódicos y continuos y dará lugar a una reducción en el costo, el inventario y el número de reposiciones en los puntos de uso [35]. Otra forma de controlar el inventario en la

sala de operaciones es aplicar herramientas de gestión lean y realizar un análisis de residuos [33]. Los principios Lean pueden simplificar los procesos, reducir los costos, reducir el desperdicio, mejorar la calidad y aumentar la satisfacción entre los pacientes, los proveedores de atención médica y el personal [45].

3.2. Distribución interna y programación

La cadena de suministro de servicios de salud está muy fragmentada a lo largo de las diferentes etapas de la cadena de suministro. Se identifican tres intervinientes clave que generalmente operan como en islas, independientemente el uno del otro, lo que conlleva a procesos de cadena de suministro mal coordinados.

Tradicionalmente, los proveedores envían sus productos a los distribuidores, desde donde los productos continúan hasta el almacén del hospital. Este modelo de distribución tradicional contiene una gran cantidad de existencias y mantiene el número de entregas relativamente bajo, lo que da como resultado bajos costos de transporte y pedidos, pero altos costos de mantenimiento y un mayor manejo de materiales.

Un modelo más nuevo, utilizado por el Mercy Health System, reemplaza al distribuidor al establecer un sistema de depósito centralizado para envíos directos de los proveedores. El centro de servicio central es responsable del envío a los hospitales. En este modelo, los costos de mantenimiento y los costos de manejo de materiales se reducen en gran medida, la eficiencia aumenta y las tasas de reposición del inventario mejoran [37]. La integración de la cadena de suministro hospitalaria puede lograrse mediante la centralización de los suministros médicos o mediante la subcontratación a un operador logístico [16]. Los quirófanos utilizan diferentes métodos para la distribución interna de suministros y equipos médicos. Típicamente, la administración de la cadena de suministro distingue entre una estructura centralizada y una no centralizada según el grado de control que tenga cada interviniente en la cadena de suministro [8].

Recientemente, algunos hospitales adoptan tecnologías de identificación por radiofrecuencia (RFID) en su inventario y sistema de distribución interna, proporcionándoles información en tiempo real sobre los niveles de inventario. La RFID estimula la rotación automática del inventario y disminuye el inventario disponible. Sin embargo, se debe hacer un balance entre los costos de inventario, los costos de pedido y los costos de implementación de la nueva tecnología. Los procedimientos quirúrgicos requieren una gran variedad de suministros médicos que se almacenan en múltiples áreas de almacenamiento. Landry y Beaulieu [25] clasifican los métodos de distribución de los materiales en las ubicaciones de los puntos de atención considerando dos aspectos: las cantidades de reorden son establecidas por el departamento centralizado de administración de materiales o por las unidades de enfermería descentralizadas, y los suministros se administran de acuerdo con un sistema de gestión de inventario continuo o periódico.

El desempeño de las actividades de distribución hospitalaria interna puede evaluarse en función de varios factores, como la entrega puntual de los suministros, el tiempo de respuesta a las solicitudes urgentes, los errores, el desperdicio, la satisfacción del paciente, etc. [31]. El modelo de referencia de operación de la cadena de suministro (SCOR) aborda, mejora y comunica las actividades de la cadena de suministro dentro y entre todas las partes interesadas [28]. Se puede usar para definir los procesos logísticos actuales, obtener puntos de referencia o mejores prácticas y definir medidas de rendimiento. Di Martinelly [13] aplica el enfoque de modelado Porter-SCOR a la cadena de suministro del hospital y define la fiabilidad, la capacidad de respuesta, la flexibilidad, los costos y los activos como cinco tipos de indicadores de rendimiento.

Rossetti y Selandari [36] utilizan el modelo AHP para formular el sistema de administración hospitalaria y seleccionan tres grupos de indicadores de rendimiento -técnicos, económicos y cualitativos- relacionados con el proceso de distribución para decidir el reemplazo de un sistema de administración basado en humanos por robots móviles para distribuir productos farmacéuticos.

Recientemente, la industria farmacéutica está centrando su atención en la optimización de la cadena de suministro con el fin de ofrecer valor agregado, en lugar de centrarse únicamente en el desarrollo de fármacos [40]. Las actividades de farmacia hospitalaria están muy entrelazadas con la actividad de atención primaria del paciente y es importante tener una coordinación perfecta entre estos dos flujos [13]. La cadena de suministro del sector farmacéutico se enfrenta con patrones de demanda inciertos y cortos ciclos de vida de los medicamentos. La organización del transporte interno de productos farmacéuticos en un hospital es compleja, ya que se deben entregar diferentes tipos de productos farmacéuticos desde diferentes áreas de almacenamiento a varios puntos de uso y diferentes intervinientes de la cadena (por ejemplo, empleados de almacenes, enfermeras, etc.) están involucrados [27].

El sistema de transporte interno se puede cuantificar incorporando el diseño del hospital y las distancias correspondientes, las dimensiones del flujo, como el tiempo y la cantidad, y los recursos (por ejemplo, carros y personal del caso junto con los costos asociados). Los problemas típicos en el sistema de transporte involucran problemas de flexibilidad, comunicación y administración del tiempo e ineficiencias de distribución, tales como enrutamiento ineficiente, largas distancias para caminar, exceso de movimientos de transporte, problemas con los elevadores, etc. El desempeño de las actividades de distribución puede ser evaluados con base en varios criterios tales como costo, ergonomía para el personal, tiempo de entrega, confiabilidad de entregas oportunas y correctas, trazabilidad de suministros, distancias para caminar, etc.

III. DISCUSION

Es de gran interés identificar a lo largo de los artículos revisados la aplicación de las técnicas que ofrece la ingeniería industrial para lograr el incremento en la productividad y la competitividad de los hospitales a nivel mundial, tanto en el tema de gestión de inventarios como en la distribución interna.

Si bien es cierto que los hallazgos encontrados en cuanto la aplicación de diferentes técnicas y

herramientas; es de anotar que para el caso de Colombia es necesario diferenciar los hospitales tanto por sector económico (público y/o privado) como por niveles.

El enfoque que predomina en los hospitales para el mejoramiento de procesos es el que ofrece el sistema de gestión integral (ISO 9000, 14000 y 18000), dado que la aplicación de técnicas como las que suministra la investigación de operaciones no son muy populares, aunque sí han mostrado efectividad en los casos que se ha logrado aplicar, como por ejemplo lo logrado por el grupo de investigación de logística hospitalaria de la Universidad de Los Andes en ruteo de vehículos y en programación de personal (Aguirre, 2008). Es de anotar que existe la norma ISO 28000 la cual permite identificar los diferentes niveles de riesgo presentes en las operaciones que se desarrollan a lo largo de la cadena de suministro, lo cual permite identificar puntos débiles y mediciones periódicas que redunden en planes de mejoramiento.

El primer proyecto enfocado al mejoramiento de las políticas de control de inventarios es desarrollado por Hernández et al. (2008) llamado "*Modelo de coordinación de inventarios en la cadena de abastecimiento de medicamentos de un hospital público*". Dicho proyecto presenta un modelo de programación lineal para coordinar las políticas de inventarios de los diferentes niveles de la cadena de suministro de medicamentos en una instancia real de un hospital de Bogotá. El objetivo del proyecto es minimizar los costos promedio de ordenar y mantener inventario de medicamentos sujeto a restricciones de nivel de servicio. Dada la complejidad del modelo y el elevado número de referencias, se propone un algoritmo genético para encontrar constantes de coordinación de inventarios. Para la instancia real, se logra un ahorro significativo en los costos operacionales de gestión de inventario. Para implementar la solución, se desarrolló un aplicativo basado en el lenguaje Visual Basic y bajo la plataforma de Excel, el hospital estará en capacidad de actualizar las decisiones del modelo de forma regular.

Los problemas tratados se caracterizan por tener un número de productos elevados, requerir altos niveles de servicio y tener restricciones en la

capacidad de almacenamiento en cada una de las áreas y farmacias del hospital. Cada uno de los trabajos referenciados busca incluir requerimientos particulares de los hospitales analizados en términos de políticas institucionales y sistemas de operación de las farmacias al interior del hospital. Los problemas generales que se identifican son excesivos niveles de inventario, pero al mismo tiempo, altos porcentajes de referencias faltantes lo que refleja falta de coordinación y control de los sistemas de inventario.

En particular, J. Ardila et al. (2009) propone un modelo estocástico en donde se caracteriza el comportamiento de la demanda de cada referencia usada por el hospital mediante una aproximación de la función de distribución de probabilidad. Seguidamente se calculan las cantidades óptimas a pedir para satisfacer un nivel de servicio tipo uno igual o superior al 90%. Finalmente se realiza una simulación para comparar el desempeño de la política propuesta contra el desempeño de la propuesta si se incluyesen pronósticos de demanda. Como resultado, se muestra que la política logra mejorar significativamente el desempeño del sistema pues se reducen los faltantes hasta un 99% y los sobrantes promedio aumentan sólo 0.18%, lo que indica que se implementa una política de inventarios que satisface las necesidades de los pacientes sin costos excesivos de mantener inventario.

Simultáneamente se presenta el trabajo de Cruz et al. (2009) que propone hacer la aglomeración de referencias para hacer la caracterización de la demanda. Esta aglomeración es desarrollada mediante un modelo de k-medias que resulta en la agrupación de todas las referencias en sólo 13 grupos que son fácilmente descritos con aproximaciones de su función de probabilidad. Este trabajo permite concluir que para el caso particular del hospital en donde se prueba el modelo, la organización del espacio es sub-óptima y la política de inventarios propuesta no viola las restricciones de espacio, permitiendo almacenar los medicamentos en mejores condiciones y satisfacer los requerimientos de demanda con altos niveles de servicio. En último lugar, Bobadilla et al. (2009) presenta una fase previa a la optimización de las políticas de inventarios que busca caracterizar los tiempos y

actividades que se requieren en la gestión de medicamentos y las productividades de cada operario mediante un estudio de tiempos. Este proceso permite estandarizar las actividades que se llevarán a cabo y asignar las tareas más complejas a los operarios más eficientes. De esta forma, las decisiones de la política de inventario serán correctamente implementadas. Seguidamente, se propone un modelo de gestión de inventarios estocástico con restricción de nivel de inventario. El resultado obtenido en la instancia real muestra que el tiempo que toma hacer el abastecimiento de inventario se reduce un 13% debido a la fase 1 del proyecto, mientras que la implementación de la política de inventario reducirá en un 48% los faltantes diarios.

Desde otro punto de vista, González et al. (2009) titulado *“Análisis de un sistema de distribución de medicamentos en servicios de hospitalización: Una aplicación de simulación y de programación lineal”*, propone mezclar modelos de simulación y de programación lineal para encontrar las políticas óptimas de inventarios y la optimización de los procedimientos que deben llevarse a cabo para suministrar a tiempo las dosis unitarias a los pacientes. En una primera etapa, se encuentran las políticas óptimas para coordinar los inventarios de medicamentos en los diferentes niveles de la cadena de abastecimiento teniendo en cuenta restricciones sobre el nivel de servicio. Luego se presenta la evaluación de seis escenarios de procesamiento de órdenes médicas para identificar la alternativa que optimiza la utilización de las enfermeras del hospital. La implementación de ambas estrategias permite que las enfermeras dediquen más tiempo en atención al paciente y menos tiempo dedicado a conseguir los medicamentos faltantes para satisfacer demanda urgente.

En el área de cirugía, modelos de gestión de inventarios han sido propuestos por Forero et al. (2008), llamado *“Optimización Del Proceso De Esterilización De Paquetes Quirúrgicos En Un Hospital Privado”*. La instancia real que se considera tiene ocho salas de cirugía heterogéneas y con demanda determinística de paquetes quirúrgicos. Se propone un modelo de control de inventarios sin ventas perdidas basado en programación entera que busca minimizar los costos del manejo de inventarios, sujeto a las políticas de satisfacción de la demanda impuestas por el hospital y la capacidad de

almacenamiento. Los resultados del modelo permitieron proponer mejoras en la operación del hospital y reducir los costos en los que se incurren al preparar las salas de cirugía.

Existen grandes retos y oportunidades, las posibilidades para la investigación en este campo son enormes y diversificadas, pero requieren del apoyo interdisciplinario de las instituciones médicas junto a grupos de investigación del sector académico.

IV. RESULTADOS

La mayoría de la literatura está dedicada a los sistemas de gestión de inventario que reducen los niveles de inventario con el fin de lograr el objetivo principal de reducción de costos. Sin embargo, los objetivos exclusivos de reducción de costos no son suficientes ya que la satisfacción del paciente está influenciada por la calidad percibida de la atención y los precios. Los gerentes de los hospitales deben equilibrar los niveles de inventario mediante el intercambio entre métricas de calidad (por ejemplo, nivel de servicio, tratamiento oportuno, cumplimiento de estándares profesionales, etc.) y costos [9].

La disponibilidad del suministro es un factor crucial en la capacidad de un sistema de logística del sector salud para respaldar los procesos de atención del paciente [44]. Un indicador interesante para medir el rendimiento de una sala de operaciones es el porcentaje de cierres de quirófano no planificados debido a la falta de disponibilidad de suministros [17].

Comprender la relación entre los procesos de logística y los procesos de atención clínica es importante para gestionar la utilización de suministros y servicios. Para los gerentes de logística hospitalaria, saber qué se usa en un caso quirúrgico y con qué frecuencia es más efectivo que conocer el costo de suministro por caso [32]. La disponibilidad del suministro depende del rendimiento de la cadena de suministro de atención médica. La medición de este desempeño proporcionará información sobre las deficiencias en las operaciones de distribución interna [4].

El desempeño de las actividades de distribución hospitalaria interna puede evaluarse en función de varios factores, como la entrega a tiempo de los suministros, el tiempo de respuesta a las solicitudes urgentes, los errores, el desperdicio, la satisfacción del paciente y del personal, la organización racionalizada, etc. [31]. El modelo de referencia de operación de la cadena de suministro (SCOR) aborda, mejora y comunica las actividades de SCM dentro y entre todas las partes interesadas [59]. Se puede usar para definir los procesos logísticos actuales, obtener puntos de referencia o mejores prácticas y definir medidas de rendimiento. Di Martinelly [13] aplica el enfoque de modelado Porter-SCOR a la cadena de suministro del hospital y define la fiabilidad, la capacidad de respuesta, la flexibilidad, los costes y los activos como cinco tipos de indicadores de rendimiento.

Rossetti y Selandari [36] utilizan el modelo AHP para formular el sistema de administración hospitalaria y seleccionan tres grupos de indicadores de rendimiento -técnicos, económicos y cualitativos- relacionados con el proceso de distribución para decidir el reemplazo de un sistema de administración basado en humanos por robots móviles para distribuir productos farmacéuticos.

V. CONCLUSIÓN

Existe una gran gama de problemas en el interior de las instituciones hospitalarias que requieren de la utilización de metodologías científicas para ayudar a solucionarlos de la manera más eficiente. El espectro es amplio para los practicantes e investigadores en el área de la ingeniería industrial, se requiere de mucha ingeniosidad y de la utilización de una gran variedad de habilidades prácticas y científicas para abordar correctamente los problemas. El camino a recorrer es largo, pero es primordial seguirlo, el beneficio es alto principalmente para las instituciones hospitalarias y en especial de los receptores del servicio.

El estudio de la literatura anterior se sitúa en el ámbito de la gestión de la cadena de suministro hospitalaria y más específicamente, en la sala de operaciones. La cadena de suministro interna es única y difiere de otras industrias. La interacción entre los flujos clínicos, materiales y de

información es esencial para mejorar el rendimiento operativo de los procesos logísticos y obtener una cadena de suministro integrada. Si bien la atención de los pacientes es la principal preocupación en los hospitales, las actividades relacionadas con la logística son fundamentales para garantizar la seguridad, la disponibilidad y la asequibilidad de los suministros. Los suministros correctos deben entregarse en las condiciones adecuadas para los pacientes correctos en el momento correcto. El funcionamiento operacional de la cadena de suministro interna y la integración y coordinación de los procesos son vitales para apoyar los procesos de atención al paciente.

La administración de materiales hospitalarios impacta los resultados clínicos, financieros y operativos.

Dado que los costos de suministro representan hasta el 40% del presupuesto operativo promedio del hospital, se necesita una estrategia de cadena de suministro bien definida para alinear los procesos logísticos internos y así poder controlar de manera eficiente los costos de suministro. En los últimos años, los costos asociados con las actividades de logística, como la manipulación, el almacenamiento y los materiales en movimiento han aumentado y las existencias ocultas están en manos del personal clínico para evitar el agotamiento [9]. Los hospitales se ven obligados a ser operacionalmente eficientes. "La excelencia operativa se logra mediante el uso de los mejores sistemas de gestión y distribución de inventarios, combinados con mejoras continuas en el proceso de la cadena de suministro y una mejor integración con el proceso de atención del paciente" [25].

Se requiere la integración y la racionalización de la cadena de suministro para aumentar la eficiencia al tiempo que se garantiza una atención de alta calidad para el paciente. Sin embargo, la falta de visibilidad de los procesos de logística externos, la baja trazabilidad del producto, los problemas de distribución interna, la baja capacidad para gestionar la utilización del producto y la falta de estandarización de datos hacen que sea desafiante para los gerentes logísticos alcanzar la excelencia en la cadena de suministro [32]. Además, la falta de coordinación entre varios departamentos de unidades y poca

experiencia en la aplicación de herramientas de ingeniería industrial complica la operación eficiente de los procesos logísticos en el sector salud [30]. La coordinación e integración entre procesos contribuirá positivamente al desempeño de la cadena de suministro. La tecnología de la información y los avances tecnológicos son herramientas esenciales para lograr una cadena de suministro integrada [14].

4. Referencias bibliográficas

- [1] Aronovich D, Tien M, Collins E, Sommerlatte A, Allain L. (2010). *Measuring supply chain performance: a guide to key performance indicators for public health managers*. Arlington, Va.: USAID | DELIVER PROJECT, Task Order 1.
- [2] Balcazar-Camacho DA, Lopez-Bello CA, Adarme-Jaimes W. *Strategic guidelines for supply chain coordination in healthcare and a mathematical model as a proposed mechanism for the measurement of coordination effects*. DYNA 2016;83 (197):203–11 .
- [3] Burns L , DeGraaf R , Danzon P , Kimberly J, Kissick W , Pauly M . *The health care value chain: producers, purchasers and providers*. NY: John Wiley; 2002.
- [4] Camp M, Pfister J , Reeves D , Kneedler J . *Effective operating room inventory management*. Pfiedler Enterprises; 2014. p. 1–26.
- [5] Cardinal health. (2012). *Managing supplies in an operating room environment*.
- [6] Chandra C, Kachhal SK. *Managing health care supply chain: trends, issues and solutions from a logistics perspective*. In: Proceedings of the 16th annual society of health systems management engineering forum, Orlando; 2004.
- [7] Chase RB, Aquilano, Jacobs FR. *Administración de producción y de las operaciones*. 13 ed. New York: McGraw-Hill; 2012.
- [8] Chopra S, Meindl P. *Supply chain management*. Pearson Education; 2007
- [9] De Vries J . *The shaping of inventory systems in health services: A stakeholder analysis*. Int J Prod Econ 2011;133(1):60–9
- [10] De Vries J , Huijsman R . *Supply chain management in health services: an overview*. Supply Chain Manage 2011; 16(3):159–65 .
- [11] Dittmann JP. *Best practices for managing cost in the healthcare supply chain*. UPS; 2015. White paper.
- [12] Dittmann JP. *How to plan for supply chain success in the healthcare industry*. UPS; 2015. White paper .
- [13] Di Martinelly C. *Proposition of a framework to reengineer and evaluate the hospital supply chain*. Comput Sci, PhD, INSA de Lyon 2009:1–149.
- [14] Ebel T , George K , Larsen E , Neal E , Shah K , Shi D, Huijsman R . *Supply chain management in health services: an overview*. Supply Chain Manage 2011;16(3):159–65 .
- [15] Epstein RH, Dexter F. *Economic analysis of linking operating room scheduling and hospital material management of information systems for just-in-time inventory control*. Econ Health Syst Res 2010; 91:337–43 .
- [16] Essoussi IE, Ladet P. *Towards resource pooling in cooperative health care networks: case of medical supply centralization*. Comput Industr Eng 2009;60 0–5 .
- [17] Fixler T , Wright J . *Identification and use of operating room efficiency indicators: the problem of definition*. Canadian J Surg 2012; 56(4):224–7 .
- [18] Fong AJ, Smith M , Langerman A . *Efficiency improvement in the operating room*. J Surg Res 2016; 204:371–83 .
- [19] Guerrero WJ , Yeung TG , Guéret C . *Joint optimization of inventory policies on a multi-product multi-echelon pharmaceutical system with batching and ordering constraints*. Euro J Oper Res 2013;231:98–108 .
- [20] Hall R . *Handbook of health care system scheduling*, 168. Springer International

- Series in Operations Research & Management Science; 2012.
- [21] Hoer S, Kritchanai D. *Key performance indicator framework for measuring healthcare logistics in ASEAN. Toward Sustainable Operations Supply Chain Logistic Systems* 2015:37–50.
- [22] Hospitals & Health networks *Strategic supply chain management*. ProQuest Central 2011; 41.
- [23] Jarett PG. *Logistics in the health care industry*. Int J Phys Distribut Logist Manage 1998;28(9/10):741–2 .
- [24] Lanckzweirt J , Gemmel P . *Een analyse van de materiaalstromen in het operatiekwartier*. Masterproef universiteit Gent, Faculteit economie en bedrijfskunde 2010.
- [25] Landry S, Beaulieu M . *The challenges of hospital supply chain management, from central stores to nursing units*. In: Handbook of Healthcare Operations Management: Methods and Applications. New York: Springer; 2013. p. 465–82.
- [26] Lapierre SD, Ruiz AB. *Scheduling logistic activities to improve hospital supply systems*. Computer Operations Research 2007; 34(3):624–41.
- [27] Lebeer S, Koklu S. *Analysis of the transportation system for pharmaceuticals in UZ Leuven Gasthuisberg* Thesis. University of Leuven; 2009.
- [28] Lenin K. *Measuring supply chain performance in the healthcare industry*. Sci J Bus Manage 2014; 2 (5):136–42.
- [29] Lewis MO, Balaji S, Rai A. *RFID-enabled capabilities and their impact on healthcare process performance*. In: ICIS 2010 Proceedings; 2010.
- [30] Melo T. *A note on challenges and opportunities for operations research in hospital logistics*. Technical reports on Logistics of the Saarland Business school, 2; 2012. p. 1–13.
- [31] Miller H. *Making a case for case carts*. Herman Miller Healthcare; 2009.
- [32] Nachtmann H , Pohl E . *The state of healthcare logistics: cost and quality improvement opportunities*. Center for Innovation in Healthcare Logistics, University of Arkansas; 2009.
- [33] Park KW, Dickerson C. *Can efficient supply management in the operating room save millions*. Current Anaesthesiol 2009; 22:242–8.
- [34] Power D. *Supply chain management integration and implementation: a literature review*. Supply Chain Management 2005;10(4):252–63
- [35] Rosales CR, Magazine M, Rao U . *The 2bin system for controlling medical supplies at point-of-use*. European Journal of Operations Research 2015; 243:271–80.
- [36] Rossetti MD, Selandari F. *Multi-objective analysis of hospital delivery systems*. Computer Industrial Engineering 2001; 41:309–33.
- [37] Rossetti M, Buyurgan N, Pohl E, Hall R . *Medical supplylogistics*. Handbook of Healthcare System Scheduling 2012:245–80 .
- [38] Sarno D. *A holistic approach to hospital material management process reengineering by means of the MRP algorithm*. Engineering and Economics of Innovation, PhD. University of Salerno; 2014.
- [39] Scalise D. *Building an efficient supply chain*. Hospital Health Networks 2005; 79: 47–52.
- [40] Shah N. *Pharmaceutical supply chains: key issues and strategies for optimization*. Computer Chemical Engineering 2004; 28 (6-7):929–41.
- [41] Toba S, Tomasine M, Yang YH. *Supply chain management in hospital: a case study*. California Journal of Operations Management 2008; 6 (1):49–55.
- [42] Van de Klundert J, Muls P, Schadd M. *Optimizing sterilization logistics in hospitals*. Health Care Management Science 2008;11: 23–33 .
- [43] Vickery S, Jayaram K, Droge J, Calantone R . *The effects of an integrative supply chain strategy on customer service and financial performance: an analysis of direct versus indirect relationships*. Journal of Operations Management 2003; 21(5):523–39.
- [44] Vila-Parrish AR, Ivy JS. *Managing supply critical to patient care: an introduction to hospital inventory management for pharmaceuticals*. In: Denton BT, editor. Handbook of healthcare operations Management: methods and applications. New York: Springer; 2013. p. 447–63.

- [45] Womack J, Miller D. *Going lean in health care*. Institute for Healthcare Improvement; 2005.
- [46] World Health Organization. *Health systems financing: the path to universal coverage*. WHO; 2010.