



XV Coloquio Internacional de Cuerpos Académicos y Grupos de

Investigación en Análisis organizacional

“Educación, Organizaciones e Instituciones en los Procesos de

Transformación Nacionales”

Homenaje a James G. March

Optimización de la cadena suministro de gasolina y diésel en la zona de influencia de la Terminal de Almacenamiento y Despacho León.

Mesa Temática: Procesos de cambio e innovación en las organizaciones

Modalidad: Protocolo de Investigación

Nombre Completo del Autor: Sergio Paulino Santillan Escamilla¹

Correo Electrónico: spsantillane@hotmail.com

Teléfono: 477-268-57-60

Institución de Afiliación: Universidad del Valle de Atemajac (UNIVA), Campus León

Dirección Completa de la Institución:
Blvd. Juan Alonso de Torres No. 3538
37330 León, Guanajuato
México

Guanajuato, Gto, México.

23 y 24 de mayo de 2019

¹ Especificar el autor responsable de la comunicación

Optimización de la cadena suministro de gasolina y diésel en la zona de influencia de la Terminal de Almacenamiento y Despacho León.

Resumen

La cadena de suministro en el ramo de combustibles, gasolinas y diésel es hoy por hoy una prioridad y necesidad para satisfacer la demanda de dichos productos, la Terminal de Almacenamiento y Despacho de Pemex en León, no es la excepción, menos aun con la Reforma Energética, la cual abre el mercado de la distribución de gasolinas y diésel. Por ello se hará uso de las herramientas de la investigación de operaciones, así como el análisis organizacional, esto con el objetivo de desarrollar un modelo matemático que optimizará la distribución de combustibles mediante la identificación de factores que dificulta el proceso para proponer una mejora que permita evitar demoras y pérdidas a la organización. La presente investigación corresponde a un diseño no experimental, mixto, transversal y correlacional, que refleja las actividades y las relaciones que se establecen entre ellas. El caso de estudio se analiza en su estado natural sin que las variables sean manipulables ni asignadas aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones, dado que tanto estas como sus efectos ya ocurrieron. Este tipo de análisis presenta mayor validez externa dado que permite generalizar los resultados a otros individuos o a situaciones cotidianas.

Palabras clave

Logística, Transporte y análisis organizacional.

Descripción del problema de investigación

Pemex tiene el compromiso de producir, transportar y comercializar hidrocarburos y sus derivados, tanto en el mercado nacional como internacional, a fin de satisfacer la demanda de sus clientes e implementar estrategias comerciales para maximizar el valor económico de la empresa con estricto apego al marco normativo y respeto al medio ambiente. Para la realización de estas tareas se cuenta con políticas de calidad orientadas a ser un proveedor comprometido, confiable y eficiente.

Para la realización de nuestras actividades contamos con certificaciones y reconocimientos en la mayoría de nuestros centros de trabajo, en procesos particulares o de forma integral, que abarcan distintas áreas, entre ellas: producción, transporte, comercialización, planeación, recursos humanos, mantenimiento, seguridad, suministro, finanzas, contabilidad y costos.

La Subdirección de Almacenamiento y Despacho realizó un total de 4,250,733 viajes en sus 77 terminales en el año 2016, la Terminal de Almacenamiento y Despacho León contribuyó con un total de 97,527 viajes. Tales viajes no se entregaron en tiempo las causas más probables son: existencias de producto, autotanques disponibles, personal y pedidos de clientes (Pemex Logística, 2017).

La Terminal de Almacenamiento y Despacho (TAD) León tiene un problema en la cadena de suministro de gasolina y diésel en oportunidad hacia el cliente, de los 190 viajes realizados diariamente, las causas de incumplimiento al programa de reparto son las siguientes: 50% es causado por falta de personal, 20% por falta de autotanques, 10% por falta de producto y 20% por la mala programación de los clientes.

Para optimizar la cadena de suministro de la distribución de hidrocarburos en la zona de influencia de la TAD León, se utilizara la programación entera y es una herramienta de modelación de problemas asociado a las cadenas de suministros y la utilidad de la información obtenida en el desarrollo del modelo matemático y su solución para el apoyo en el proceso de la toma de decisiones, así mismo permite analizar el aprovechamiento de las capacidades, los requerimientos de recursos humanos y de equipamientos para cumplir con las demandas de los clientes constituyendo una herramienta valiosa para la toma de decisiones. A su vez el análisis organizacional para el cambio organizacional en su caso modificar.

Objetivos general y específicos)

Objetivo General

Desarrollar un modelo matemático para la cadena suministro de gasolina y diésel en la zona de influencia de la Terminal de Almacenamiento y Despacho León.

Objetivos específicos

- Identificar los modelos de optimización que serán aplicables para la creación del modelo matemático.
- Identificar las variables dependientes e independientes que darán lugar al desarrollo del modelo matemático.
- Desarrollar el modelo matemático para la cadena de suministro de gasolina y diésel.

Marco teórico

Ahora bien, por cadena de suministro se entiende todos los pasos involucrados en la preparación y distribución de un elemento para su venta, es decir, es el proceso que se encarga de la planificación o coordinación de las tareas a cumplir, para poder realizar la búsqueda, obtención y transformación de distintos elementos; para de esta forma poder comercializar un producto para que el mismo sea de fácil acceso al público.

También se define a la cadena de suministro como “un enfoque de sistemas total para manejar todo el flujo de información, materiales y servicios de los proveedores de materia prima a través de fábricas y bodegas al usuario final” (Chopra et al, 2008: p.358).

La Administración define la Cadena de suministro como un conjunto de enfoques y herramientas utilizadas para integrar eficientemente a proveedores, empresas manufactureras, centros de distribución y locales de venta de modo que los bienes sean producidos y distribuidos en las cantidades correctas, a los lugares correctos y en los momentos correctos, a fin de minimizar los costos en el sistema global, satisfaciendo, al mismo tiempo los requerimientos de nivel de servicio.

La cadena de Suministro es también conocida en inglés como *Supply Chain*, es una cadena de proveedores, fábricas, almacenes, centros de distribución y detallistas a través de los cuales se adquieren las materias primas, se transforman y se envían

al cliente (Ganeshan y Harrison, 1997: p. 1). Así mismo es una filosofía administrativa continua y evolutiva que busca unificar los recursos productivos totales de las funciones de negocio de la empresa y sus socios aliados a lo largo de toda la Cadena de Suministro, buscando un sistema altamente competitivo Enfocado a desarrollar soluciones innovadoras y a sincronizar el flujo de los productos, servicios e información hacia el mercado, creando un valor único e individualizado para el cliente, Así mismo la cadena de suministro: es la planeación, organización y control de cada una de las actividades de la cadena de suministro.

Es también sabido que el concepto de *Supply Chain Management* se refiere al proceso administrativo que controla el flujo de materiales a lo largo de la cadena de valor, desde los proveedores hasta el último detallista (Ross, 1996, p. 62). Toda la cadena de suministro es motivada por la demanda que genera el mercado, la cual es considerada como el motor o catalizador de toda la cadena hacia atrás. En el pasado, el enfoque de cualquier organización era orientado hacia los procesos verticales, enfatizando básicamente áreas tales como la mercadotecnia y las ventas. Hoy por hoy, debemos aceptar que las demandas del mercado al cual nos enfrentamos, así como la competencia cada vez más intensa, nos hace enfocar recursos orientándolos con una alineación horizontal de todos los procesos a lo largo de la cadena de suministro, aceptando que se deben de mantener el enfoque vertical en ciertos puntos claves del proceso de cada negocio.

La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes. Dentro de cada organización, como la del fabricante, abarca todas las funciones que participan en la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente. Estas funciones incluyen, pero no están limitadas al desarrollo de nuevos productos, la mercadotecnia, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente.

Se menciona que la cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente. Como la integración de las funciones principales del negocio desde el usuario final a través de proveedores originales que ofrecen productos, servicios e información que agregan valor para los clientes y otros interesados. El concepto de las cadenas de suministro se entiende como la integración de las distintas funciones y procesos de la empresa con el fin último de satisfacer las necesidades de los clientes (Russell y Taylor, 2011).

Es decir, la cadena de suministro de una empresa está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de las solicitudes de los clientes. Incluye al fabricante, al proveedor, transportistas, almacenistas, vendedores al detalle, e incluso a los mismos clientes, la cadena de suministro es un concepto mucho más amplio que la logística, ya que ésta es considerada dentro de la cadena de suministro como una función, al igual que producción, marketing, compras, etc. (Chopra y Meindl, 2008).

Las cadenas de suministro de las empresas están constituidas por instalaciones que se encuentran geográficamente dispersas, donde las materias primas, productos intermedios o productos terminados son adquiridos, transformados, almacenados o vendidos y por medios de transporte que conectan las instalaciones por las cuales fluyen los productos. (Shapiro, 2007)

Ahora definiremos la palabra logística etimológicamente proviene del término “logistikos”, término usado en el siglo VII antes de Cristo, que a su vez significa “diestro en el cálculo” o “saber calcular”. En Grecia en el año 489 antes de Cristo, ya se usaba la palabra logística, y esta definía el “hacer algo lógico”. La primera concepción de la logística moderna se le atribuye al barón Antoine-Henri Jomini, quien en su texto Précis de l'art de la guerre (compendio del arte de la guerra), hace referencia a una teoría de abastecimiento y distribución de tropas y estrategia de guerra, tal como se puede observar en el siguiente fragmento:

Recibiendo los franceses la batalla con un desfiladero a retaguardia y unas praderas cubiertas de arboledas y cortados por pequeños ríos y jardines, era necesario haber echado un número de pequeños puentes, abrir paso para que condujeran a ellos y marcar con jalones las comunicaciones. Si bien estas precauciones no hubieran evitado la pérdida de aquella batalla decisiva a los franceses, hubieran podido salvar un gran número de hombres, cañones y carros de municiones que se vieron obligados a abandonar. (Shapiro, 2007: p 20)

El nacimiento de la logística se remonta al origen del ser humano, desarrollándose paralelamente.

Su concepto no fue considerado en aquella época, pero ya los individuos o familias empleaban la logística en su vida cotidiana. De esta manera almacenaban la comida en las cuevas (ya que sólo había abundancia de alimentos en ciertas épocas del año) con el propósito de tener comida durante el frío y largo invierno, gestionando desde el desconocimiento el *proceso de* aprovisionamiento y el *control de* inventarios.

En los orígenes los productos no se transportaban, sino que se consumían en donde se producían o encontraban. Apenas existía un “simple transporte particular” para mover los bienes hacia las cuevas para ser almacenados, obligando a los humanos a vivir cerca de los lugares de producción maximizando la rentabilidad presente y futura de la civilización, en términos de costos y efectividad. La logística se hace fundamental en el *comercio*.

La concepción de la logística como concepto que maneje las actividades relacionadas con el movimiento y el almacenamiento de manera coordinada, además de la percepción de la utilidad de la logística como generadora de valor agregado se remonta a 1844, cuando el ingeniero, matemático y economista francés Jules Juvenel Dupuit, establece la idea de asociar comercialmente los costos de inventario por los costos de transporte. (Velázquez, 2012: p 10)

Para Velázquez (2012) la logística son las tareas necesarias para planificar, implementar y controlar el flujo físico de materiales, productos terminados e información relacionada desde los puntos de origen hasta los puntos de consumo para satisfacer las necesidades del cliente de manera rentable.

Servera-Francés (2010) menciona que la logística ha sido considerada como una actividad rutinaria, meramente operativa y necesaria para hacer llegar los productos desde los centros de producción a los de uso o consumo. Desde esta perspectiva, la función logística en la empresa era contemplada únicamente como un centro generador de costes sin capacidad de diferenciación.

Por su parte Santos, et al (2010) señala que la logística es como una disciplina de carácter eminentemente técnico que engloba e integra la planificación, gestión, seguimiento, control y mejora continua del flujo de materiales, componente y productos terminados desde los proveedores de la empresa hasta los clientes a lo que vende sus productos.

Para Pérez (2009) la logística es el conjunto de los medios y métodos que permiten llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio. La logística empresarial implica un cierto orden en los procesos que involucran a la producción y la comercialización de mercancías.

Roldan et al (2007) entienden a la logística como aquella función que se encarga de distribuir de manera eficiente los productos de una determinada empresa con un menor costo y un excelente servicio al cliente.

Y para Stock y Lambert (2001) comentan que para los sistemas de información para administración de operaciones la logística es proceso de planificar, implementar y controlar el flujo eficiente y efectivo y el almacenamiento de materias primas, inventario en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el propósito de conformar los requerimientos de los clientes, así mismo se considera que la logística es una parte de la cadena de suministro que planea, implementa y controla el eficiente, efectivo flujo y almacenamiento de bienes, servicios y la información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo con el propósito de satisfacer los requerimientos del cliente. La logística es el proceso de administrar estratégicamente la procuración, movimiento y almacenamiento de materiales, partes, producto terminado (y sus flujos de información relacionados) a través de la organización y sus canales de comercialización, de manera que la rentabilidad actual y futura sea maximizada mediante el cumplimiento de las órdenes al menor costo.

A medida que el ser humano y la sociedad evolucionaba, comenzaron a presentarse problemas de coordinación en la *línea de producción*, de abastecimiento de *materias primas*, almacenamiento del producto y su distribución. Comenzaba a hacerse más compleja la *cadena logística*. (Stock y Lambert, 2001: p15)

Ya en los años posteriores los avances conceptuales de la logística son atribuidos al desarrollo militar estadounidense, debido a algunos de sus más sobresalientes miembros estrategas como Alfred Thayer Mahan, Cyrus Thorpe y Henry E. Eccles, quienes sentaron bases importantes en la clasificación de los procesos logísticos y en la formación de su vocabulario.

Por otra parte el desarrollo y evolución de la logística en el ámbito de la empresa se puede dividir en cuatro periodos de tiempo claramente diferenciados (Santos et al, 2018: p 10):

- Los años anteriores a la década de los cincuenta.
- Los años comprendidos entre las décadas de los cincuenta y sesenta; es decir hasta 1970.
- Desde 1970 hasta el año 2000 aproximadamente.
- Desde el año 2000 en adelante.

Modelos matemáticos

Con relación a los modelos matemáticos el hombre, ha estado siempre inquieto por conocer el entorno en el que vive; así lo ha mostrado la historia de la humanidad; y en la actualidad, sigue siendo un objeto de estudio entre nosotros. Conocer la naturaleza, el universo, las dinámicas sociales, las herramientas e incluso conocer al otro y a sí mismo; esta actividad de *cognoscer* ha sido caracterizada en los diferentes periodos históricos, porque en dicha actividad intervienen los factores: sociales, culturales, políticos, económicos, religiosos, entre otros; que condicionan, de

alguna manera, nuestra mirada frente al entorno, considerando entorno como todo aquello que convive con el hombre que lo habita.

Por otro lado, gracias a las numerosas investigaciones y publicaciones realizadas en el campo de la historia de las matemáticas, es posible afirmar que una mirada a la historia de un objeto matemático, genera elementos relevantes para la comprensión de dicho objeto, tanto a nivel epistemológico, como por la transposición didáctica que pueda hacerse de este saber. Ya que es sabido que las creencias de los maestros influyen en gran medida en la didáctica de los mismos. Mesa y Villa-Ochoa (2008) plantearon una construcción histórica y epistemológica del concepto de función cuadrática, con el fin de generar herramientas de análisis al momento de resignificar este concepto.

De esta manera, y reconociendo que el concepto de función en general, ha estado ligado a la modelación de procesos de variación y que por tal razón investigadores como Carlson, et al. (2003), Dolores y Cuevas (2007), Posada y Villa-Ochoa (2006) y Sierpinska (1992) han centrado su atención en la forma en que la variación puede convertirse en un eje fundamental para una didáctica de este concepto. La función cuadrática no escapa a esta concepción y por lo tanto, su presencia permanente en el entorno cotidiano hace posible una indagación por parte de los sujetos que desean comprender algunos fenómenos que dejan modelarse mediante una función cuadrática o al menos, el lograr establecer algunas relaciones cuadráticas de tales fenómenos.

Dando una mirada general a la Historia de las ciencias y el aporte de la investigación de Mesa y Villa-Ochoa (2008), se puede afirmar que uno de los periodos más fértiles de las matemáticas se ubica los siglos XVI y XVII, periodo en el que las relaciones entre las matemáticas y el entorno están en correspondencia, de tal manera que las matemáticas traducen la naturaleza y la naturaleza obedece a leyes matemáticas. Es así como una mirada al conocimiento matemático producido en esa época, implica a su vez, un análisis del contexto en el que se dieron los desarrollos de interés, porque tales circunstancias condicionaron o permearon la actividad del científico en relación con algunos objetos matemáticos, entre ellos, el concepto de función cuadrática, que como conocimiento heredado ha sufrido transformaciones históricas y conceptuales para llegar a nuestras aulas de clase, para ser aprehendidas por los estudiantes; en este caso, estudiantes de la educación media y superior. Así que preguntarse por la génesis de estos conceptos o procedimientos, posibilita la exploración de la epistemología de tales saberes escolares y de esa manera, identificar procesos relevantes en la didáctica de los mismos, tanto por la comprensión de los maestros frente a esos saberes, como por las condiciones que se generan para facilitar los procesos de aprendizaje de los mismos. (Mesa y Villa, 2008).

En este periodo, de los siglos XVI y XVII, emergieron aspectos trascendentales para las matemáticas en general, y en particular para el concepto de función cuadrática. Por lo tanto, una mirada a la actividad científica de esta época, en tanto hallazgos y producciones, estuvieron vinculados a la relación de los científicos con su cosmovisión. Y dada la importancia de estos eventos, ya que algunos procesos que fueron

relevantes para el desarrollo de los objetos matemáticos, hoy tienen presencia en las matemáticas escolares; se hace necesaria una mirada particular de dichos procesos, en la medida en se puede dar cuenta de lo que motivó a estos científicos a producir este tipo de saber. Al respecto, algunos historiadores de la ciencia, en particular de las matemáticas, entre ellos, Kline (1992: 295), afirma que:

Los matemáticos y los científicos recibieron alguna inspiración de los prejuicios teológicos de la Edad Media, que habían inculcado que la visión de que todos los fenómenos de la naturaleza están no sólo interconectados, sino que se producen de acuerdo con un plan global: todas las acciones de la naturaleza siguen el plan establecido por una única causa primera.

Reconociendo que dicha causa primera es Dios como creador del Universo, es así como la afirmación de Galileo Galilei en palabras de Kline (1992: 434): “La filosofía [naturaleza] está escrita en ese gran libro que siempre está delante de nuestros ojos –quiero significar el universo- pero que no podemos entender si no aprendemos primero el lenguaje, y comprendemos los símbolos, en los que está escrito”. El libro está escrito en lenguaje matemático, y los símbolos son triángulos, circunferencias y otras figuras geométricas, sin cuya ayuda es imposible comprender ni una palabra de él, sin lo cual se deambula en vano a través de un oscuro laberinto.

Esta cosmovisión permea la actividad científica de la época, que se caracterizó por el cambio de paradigma en la manera de realizar ciencia, generando una revolución científica, en palabras de Koyré (1977) una revolución galileo-cartesiana, por lo que se hace interesante identificar las nociones y saberes, así como los procesos que llevaron a cabo estos personajes para generar los desarrollos científicos que les correspondieron y que fueron vitales para el desarrollo de las Matemáticas. Ese

sentido de matematización o geometrización, tanto en Galileo como en Descartes, obedece a un proceso meramente de investigación científica, es decir, que el fin no fue matematizar, éste resultó como herramienta indispensable para la producción de saber, por esto es posible realizar un vínculo entre los procesos de construcción matemática con los procesos científicos, como de observar, experimentar, conjeturar, sistematizar, validar, entre otros. Se podría decir que la recurrencia las matemáticas, establecía una necesidad por obtener un modelo, en palabras actuales, como algo que diera cuenta de los fenómenos que intentaba explicar. Al respecto, más adelante se conceptualiza el modelo, en particular el modelo matemático, intentando determinar si de manera retrospectiva, podía leerse en estos científicos una idea de modelo, desde su acepción actual.

Continuando con estos dos personajes, Kline (1972: 430) cuenta que Descartes y Galileo redefinieron los objetivos de la actividad científica y alteraron el método de la ciencia, de tal manera que *“Su reformulación no sólo suministró una potencia inesperada y sin precedentes a la ciencia, sino que la ligó indisolublemente a las matemáticas”* y señala, además, que para entender el espíritu de las matemáticas a partir del siglo XVII hasta el siglo XIX es necesario examinar primero las ideas de Descartes y Galileo. Al respecto, este mismo autor dice que Descartes explicitó su idea y convicción de que la esencia de la ciencia eran las matemáticas, porque con ella podían explicarse todos los fenómenos de la naturaleza, ofreciendo demostraciones de ello. Por su lado, Galileo aunque creía lo mismo, realizó un gran énfasis en la experimentación con el fin de generar expresiones matemáticas que dieran

cuenta de sus experiencias, porque “*la parte matemática, deductiva, de la empresa científica tenía una importancia mayor a la experimental*”. (Kline, 1972: 438)

Al respecto Newman dice que la esencia de la revolución científica de los siglos XVI y XVII es más bien un cambio en las perspectivas mentales que un florecimiento de la invención y Galileo, más que ningún otro pensador particular, fue responsable de ese cambio. Siendo Galileo muy enfático en descubrir *cómo* actúan las cosas en vez de preguntarse por qué; y de esto no hay duda al leer su obra y analizar un poco sus experimentos para validar algunas hipótesis que planteaba, en los cuales se evidencia un trabajo cuantitativo de las magnitudes que intervenían en los fenómenos estudiados.

Para reconocer el vínculo entre algunos procesos relevantes en la historia de las matemáticas y la educación matemática Biembengut y Hein (2007: 12) conciben la modelación matemática como: un proceso que se implica en la obtención de un modelo; adicionalmente, Bassanezi (2002) afirma que dicho proceso tiene un carácter dinámico y que no sólo se usa para la obtención del modelo sino para su validación; al respecto dice también que la modelación. La manera de este autor concebir la Modelación como una abstracción de la realidad, permitiendo generalizar, predecir y validar los saberes sobre ella misma por medio de situaciones reales, es lo que en Galileo se evidenció. En este sentido, un acercamiento a la forma en que Galileo narra la forma en que realizó sus experimentos, se muestra un sentido de sistematicidad con el fin de validar, de considerar las variables y la forma de abordarlas, construcción e identificación de los instrumentos a utilizar y la generalización de tales aspectos.

Los diálogos deja ver que la información allí defendida, no es sólo una abstracción por sí sola, está respaldada en las observaciones, sistematizaciones y generalizaciones realizados en la experiencia afirmando que *“con el fin de dejar bien probado que la aceleración de los graves que caen de modo natural se da en la proporción antes desarrollada, me he visto muchas veces en su compañía, a fin de probarlo”*. (Galilei,1636: 239)

Para Bassanezi y Biembengut (1997: p 200), un proceso de modelación implica:

1. Experimentación, en esta actividad se obtienen los datos, se realizan observaciones, se disponen las herramientas. En este sentido, Galileo realizó experimentos de variación cuadrática, como se mostró en la cita anterior.
2. Abstracción, entendiendo que es el momento que debe llevar a la formulación de los modelos matemáticos, en el que se busca establecer: selección de variables, problematización o formulación de los problemas en lenguaje matemático y con conceptos propios del área en que se está trabajando, en el caso de Galileo, la cinemática; también el establecimiento de hipótesis, simplificación en el sentido de volver más simple el problema, en este sentido, el mismo autor menciona a Galileo como precursor en este sentido.
3. Resolución referido a la transposición del lenguaje natural al modelo matemático.
4. Validación, referido a la aceptación o no de modelo propuesto por las actividades anteriores, en la que se confrontan los datos empíricos, predicciones, valores en relación con los valores en la realidad.
5. Modificación, ya que ningún modelo debe ser considerado definitivo.

El hecho de explicar un evento en sí mismo mediante una expresión matemática, como resultado final, no es modelación o modelización, ya que traducir en lenguaje matemático una “realidad” es una matematización de la misma.

La Modelación Matemática, posibilita espacios propios de actividad científica dentro del aula escolar, como lo afirma Villa-Ochoa et al. (2009: p 100) “El proceso de modelación matemática es considerado como una actividad científica en matemáticas que se involucra en la obtención de modelos propios de las demás ciencias”, por esto su mayor riqueza a nivel didáctico, se da en la medida en que propicia un contexto científico en los estudiantes, en el que puedan indagar, observar, plantear o proponer, cuestionar, validar y comprobar, experimentar, conjeturar, generalizar, discutir, entre otros tantos aspectos que la ciencia genera.

En este sentido, la analogía entre la actividad científica de algunos protagonistas de los siglos XVI y XVII y la actividad modeladora tiene mucho sentido, y máxime cuando se involucran algunos conceptos que fueron productos de la actividad histórica de algunos científicos. De tal manera que una mirada retrospectiva a tales procesos, con una actitud analítica a nivel epistemológico y didáctico puede generar herramientas de reflexión valiosas para ser tenidas en cuenta al momento de pensar en Modelación Matemática como estrategia didáctica.

Atendiendo a la consideración que realiza Villa-Ochoa et al (2009: 161) citando a Crouch y Haines, de que “Una buena modelación matemática involucra el establecimiento de relaciones entre mundo real y el mundo matemático y la habilidad para moverse entre cada uno de ellos”.

De esta manera, puede encontrarse un punto en común más estrecho entre la analogía realizada anteriormente, el vínculo entre el mundo real, que puede ser también la naturaleza, y las matemáticas.

Concebir la Modelación como el proceso en el que se obtiene un modelo, una referencia a Badiou (1978: 15) es interesante al concebir al modelo matemático como un modelo abstracto que *“Se trata, en rigor, de un haz de hipótesis al que suponemos relativamente completo en el campo estudiado y cuya coherencia y cuyo posterior desarrollo deductivo quedan garantizados por una codificación generalmente matemática”*, del que también afirma que tales construcciones deductivas ha nacido de una convergencia histórica y define al modelo en general como *“un cuerpo de enunciados gracias al cual esa convergencia histórica se ha visto integrada en un discurso único”* al cual, la cosmología se ha vinculado en cuanto al idealismo del modelo, como vía cercana para su explicación. En el caso formulado de Galileo, se puede evidenciar la forma en que su obra, sus afirmaciones y experiencias encajan dentro de dicha afirmación, sin temor a decir que hoy se puede decir que en la mente de Galileo había una noción de variación cuadrática que generó herramientas clave para el desarrollo posterior del concepto de función cuadrática por medio de este proceso de modelación, superando en algunas ocasiones, obstáculos epistemológicos presentes en la historia de las matemáticas que se pueden encontrar en Mesa y Villa (2008).

Ahora, no cualquier modelo en sí mismo es bueno, es decir, hay ciertos criterios para definir al buen modelo, así como Villa-Ochoa et al (2009), acude a una noción de una buena modelación, pues Levi Strauss, citado por Badiou (1978: 20) define

al mejor modelo como aquel objeto artificial, que sin dejar de ser el más sencillo, responda a la doble condición de no utilizar otros hechos que los considerados y de informar acerca de todos. No es una tarea fácil la construcción de un buen modelo, en la medida en que esta acepción está ligada a la veracidad del modelo, de los hechos de los que debe dar cuenta y de la forma en que lo hará. Es lo que en el aparatado anterior se menciona como actividades de modelación, en relación con la simplificación del mismo y nuevamente se retoma la apreciación del autor sobre el aporte de Galileo en este aspecto.

Sin embargo, suele confundirse que el modelo es la replicación de la realidad con la idea de la actividad científica del hombre frente con los objetos que han sido creados por él, como las matemáticas, por lo tanto, como ya se había mencionado, el modelo es una idealización de esa realidad. Badiou (1978: 15 y 21) afirma también que *“el modelo no es una transformación práctica de lo real, de su real, pertenece al registro de la invención pura y está dotada de una ‘irrealidad’ formal” ... Para la epistemología de los modelos, la ciencia no es un proceso de transformación práctica de lo real, sino la fabricación de una imagen plausible*”. De lo anterior, se generan algunas condiciones sobre los modelos como consecuencia de su definición, entre ellas que se parezcan a la realidad en todos los aspectos relevantes para la investigación que se persigue, de esta manera, su parecido con la realidad es un requisito para que el funcionamiento del modelo sea significativo. Esto propone una superación de la cosmovisión de los siglos XVI y XVII, pero dando la lectura a que la actividad científica de entonces, puede decirse que el modelo fue la teoría que

fue modificándose hasta hoy con el fin de ofrecer una imagen del entorno. Los conceptos van modificándose también, los modelos son dinámicos, las prácticas e intereses de los científicos ahora no son las mismas, por lo tanto estas imágenes cambian, pero no cambian por sí solas, cambian con base en una historia en el que tiene lugar los cambios y las re-estructuraciones. Seguramente, los procesos llevados a cabo por Galileo en relación con la variación cuadrática son muy importantes para analizar hoy e identificar posibles abordajes del concepto de función cuadrática en el aula escolar, sin embargo no quiere decir que éstos se repitan en el aula, reconocer la actividad de este hombre, permite evaluar lo que hoy heredamos y cómo sus transformaciones, en el modelo, obedecen a consideraciones epistemológicas de gran importancia a ser consideradas por la educación matemática, en particular por la modelación matemática, que no debe desconocer su historia.

Facundo (2013) menciona que un modelo se encuentra asociado a un objeto, sistema o fenómeno, independientemente del ámbito científico o aplicado en el cual tiene existencia, busca la caracterización cualitativa y cuantitativa de un aspecto específico del objeto del mundo real, generalmente dinámico (comportamientos, evolución y cambios de estado del sistema relacionado), de interés para la consecución de los objetivos del estudio basado en Modelado y Simulación.

Esquivias (2010) define a un modelo matemático como una descripción desde el punto de vista de las matemáticas de un hecho o fenómeno del mundo real, desde el tamaño de la población, hasta fenómenos físicos como la velocidad, aceleración

o densidad. El objetivo del modelo matemático es entender ampliamente el fenómeno y tal vez predecir su comportamiento en el futuro.

Regalado et al (2008) señalan que un modelo esta relacionado con la representación abstracta de algún aspecto de la realidad. Su estructura está conformada por dos partes: la primera son todos aquellos aspectos que caracterizan la realidad modelizada; y la segunda no son más que las relaciones existentes entre los elementos antes mencionados.

Baquela y Redchuk (2013) definen la optimización como investigación operativa, las técnicas de optimización se enfocan en determinar la política a seguir para maximizar o minimizar la respuesta del sistema. Dicha respuesta, en general, es un indicador del tipo “costo”, “producción”, “ganancia”, etc., la cual es una función de la política seleccionada. Dicha respuesta se denomina objetivo, y la función asociada se llama función objetivo. Por su parte, Orihuela (2010) menciona que la Optimización es el proceso de hallar el máximo o mínimo relativo de una función, generalmente sin la ayuda de gráficos.

Eli (2009) determina que los métodos de optimización tienen como base el método científico para investigar y ayudar a tomar decisiones sobre los problemas complejos de las organizaciones de hoy en día. Básicamente siguen los pasos siguientes: (1) la observación de un problema, (2) la construcción de un modelo matemático que contenga los elementos esenciales del problema, (3) la obtención, en general

con la utilización de un ordenador, de las mejores soluciones posibles con la ayuda de algoritmos exactos o heurísticos y finalmente (4), la calibración y la interpretación de la solución y su comparación con otros métodos de toma de decisiones.

La optimización clásica o programación matemática está constituida por un conjunto de resultados y métodos analíticos y numéricos enfocados a encontrar e identificar al mejor candidato de entre una colección de alternativas, sin tener que enumerar y evaluar explícitamente todas esas alternativas. Un problema de optimización es, en general, un problema de decisión, caso más simple, un problema de optimización consiste en maximizar o minimizar una función real eligiendo sistemáticamente valores de entrada (tomados de un conjunto permitido) y computando el valor de la función. La generalización de la teoría de la optimización y técnicas para otras formulaciones comprende un área grande de las matemáticas aplicadas. De forma general, la optimización incluye el descubrimiento de los "mejores valores" de alguna función objetivo dado un dominio definido, incluyendo una variedad de diferentes tipos de funciones objetivo y diferentes tipos de dominios, así mismo existe una enorme variedad de actividades en el mundo cotidiano que pueden ser útilmente descritas como sistemas, desde sistemas físicos tales como una planta industrial hasta entidades teóricas tales como los modelos económicos. La operación eficiente de esos sistemas usualmente requiere un intento por optimizar varios índices que miden el desempeño del sistema. Algunas veces, esos índices son cuantificados y representados como variables algebraicas. Entonces se deben encontrar valores para esas variables, que maximicen la ganancia o beneficio del sistema, o bien minimicen los gastos o pérdidas. Se asume que las variables dependen de ciertos

factores. Algunos de esos factores a veces están bajo el control (al menos parcialmente) del analista responsable del desempeño del sistema.

Descripción de la Metodología

La presente investigación corresponde a un diseño no experimental, mixto, transversal y correlacional, que refleja las actividades y las relaciones que se establecen entre ellas. Se define como no experimental debido a que el objeto de estudio se analiza en su estado natural sin que las variables sean manipulables ni asignadas aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones (Kerlinger, 1979: 116), dado que tanto estas como sus efectos ya ocurrieron. Este tipo de análisis presenta mayor validez externa dado que permite generalizar los resultados a otros individuos o a situaciones cotidianas (Gómez, 2006: 34-113). Se define como mixta debido a que las variables a medir contienen características que requieren de una interpretación del comportamiento (Hernández, 1997: 316). Además, es transversal dado que en determinado momento, puede ser necesario centrarse ya sea en el análisis del nivel o estado de una o más de las variables, ya sea en definir la relación existente entre un conjunto de variables (Hernández, 1997: 316). Por último, se trata de una investigación correlacional, centrada en la descripción de las relaciones entre dos o más variables en un punto determinado de tiempo.

En cuanto a la metodología seleccionada, cabe señalar que los trabajos relacionados con los factores de TAD León han sido abordados desde distintas perspectivas metodológicas para el diseño de un modelo matemático serán:

a) investigación cualitativa con diseño de investigación analítica descriptiva (Moraga, 1997: 25-35);

b) estudio de caso (Leguizamón, 2003:15-22);

c) estudio de caso con la elaboración de la entrevista semiestructurada, focus group, (Russi,1998: 75-115), por citar únicamente algunos ejemplos. Para la realización del presente trabajo, se seleccionó un método mixto, (Hernández, 1997: 316), que como ha sido previamente mencionado aplica a las variables interpretaciones de comportamiento.

Actualmente se están desarrollando dos instrumentos de recopilación de datos para su análisis, teniendo en cuenta la entrevista semiestructurada a informantes clave para la medición de factores cualitativos los cuales son: resistencia al cambio, motivación, satisfacción y capacitación.

Y la encuesta para medir los procesos cuantitativos de suministro utilizando la encuesta con muestra probabilística para medir las variables como son: cliente, personal, transporte y ventas.

Conclusión

En base al análisis documental y relacionado con la problemática de la cadena de suministro, los modelos matemáticos representan una ventaja para la toma de decisiones, decisiones operacionales y decisiones estratégicas.

En congruencia con el objetivo general, es primordial diseñar un modelo matemático que sirva para que los diferentes protagonistas que participan en la cadena de suministro de gasolinas y diésel equilibren en grupo las líneas de acción a seguir y planeen su actividad con miras a adoptar formas de organización que les permitan crear ventajas competitivas que impacten de manera positiva en el desarrollo sustentable de su actividad.

Lista de referencias

Alcántar et al. (2015). Modelo Estadístico que Permite Observar el Impacto de los Factores que Inciden en el Rendimiento de Combustible. Colombia: Colombia.

Ballou, R. H. (2004) Logística. Administración de la cadena de suministro. 5 ed. México: Pearson Educación, p.4.

Badiou, A. (1978). El concepto de modelo. Bases para una epistemología materialista de las matemáticas. Ciudad de México: Siglo XXI. Traducción

Baquela, E., y Redchuk, A. (2013). Optimización matemática con R. Volumen I Introduccion al Modelado y resolución de problemas. España: Bubok Publishing S.L.

Bassanezi, R. (2002). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo, Brasil: Contexto.

Biembengut, M., y Hein, (2007). *Modelagem Matemática no Ensino*. São Paulo, Brasil: Contexto.

Carlson, M., Jacobs, S., Coe, E., Larsen, S., y Hsu, E. (2003). Razonamiento covariacional aplicado a la modelación de eventos dinámicos: Un marco de referencia y un estudio. EMA, 8 (2), 121-156.

Cerón, S. F. A. (2016). Optimización de la Logística de Abastecimiento Terrestre y Marítima para da Demanda Proyectada 2016-2030 de ENAP. Colombia: Colombia.

Chavarro et al. (2013). Modelo Logístico de Transporte de Carga con Asignaciones Mono-Fuente a Multi-Destino Empleando Dinámica de Sistemas Sector Transportador de Carga: Caso (Bogotá-Buenaventura). Colombia: Colombia.

Chopra et al. (2008). Administración de la Cadena de Suministro. Estrategia, planeación y operación (Tercera ed.). México: Pearson Educación.

Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management* (Cuarta ed.). Edimburgo, Gran Bretaña: Pearson.

Dolores, C., y Cuevas, I. (2007). Lectura e interpretación de gráficas socialmente compartidas. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa* , 10 (001), 69-96.

Esquivias, E. (2010). Modelos matemáticos. 2018, Recuperado: www.monografias.com

Facundo, L. (2013). El modelamiento matemático en la formación del ingeniero. Bogotá, Colombia: Ediciones Fundación Universidad Central.

Flórez, B. A. M. (2011). Modelo Regional de Producción y Transporte de Biocombustibles en Colombia. Colombia: Colombia.

Fontena, F. H. (2003), Situación actual de la logística. En: *Revista de Marina: Escenarios de la actualidad*.vol.5, p.2.

Franco, I. (2007), Logística. Citado por Aguirre, S; Amaya, Ciro y Velasco, Nubia. *Logística Hospitalaria: logística hospitalaria*. En: *cuadernos de PYLO*. Diciembre, vol.01p.2.

Galilei, G. (1638/2003). *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*. Buenos Aires: Losada.

Gass, et al. (2001) *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*.Centennial Edition. Kluwer Academic Publishers.

Gómez. (2006) *Introducción a la metodología de investigación científica*. Córdoba: brujas.

Gonzalez F. M. (2014). Optimización de un Modelo de Cadena de Suministro en el Sector de Hidrocarburos Mediante Programación Lineal Estocástica. Colombia: Colombia.

Ganeshan & Harrison, "An Introduction to Supply Chain Management", 1997, Department of Management Science and Information Systems, Penn State University. sitio web: http://silmaril.smeal.psu.edu/misc/supply_chain_intro.html

Hernández, R. (1997) *Metodología de la investigación*. México, McGraw Hill

Hillier, F.S. (2010) *Introducción a la Investigación de Operaciones*. 9ª edición. McGraw Hill.

Instituto Mexicano del Transporte (1995), secretaria de comunicaciones y transporte. *Logística: Una visión sistemática*, México, D.F.: Sanfandilia, Qro. p.2(ISSN 0188-7114).

Eli, Y. (2009). Capítulo 3. Formulación y optimización de modelos. 2018, de métodos cuantitativos para los negocios, Recuperado: <https://uplamcdn.files.wordpress.com/2009/04/libro-cap-03.pdf>

Jaller M. M. (2006). Optimización de la Cadena de Valor del Bio-Etanol a partir de la Caña de Azúcar y la Yuca. Colombia: Colombia.

Li, F., Fasano, J. P., y Tan, H. (2011). Location Problems for Supply Chain. In S. Renko (Ed.), *Supply Chain Management. New Perspectives*. (First ed., p. 770). Rijeka, Croatia: InTech.

Kerlinger, F. (1979) *Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento*. México, D.F. Nueva Editorial Latinoamericana

Kline, M. (1992). El pensamiento matemático de la antigüedad a nuestros días. (Vol 1): Madrid: Alianza

Koyré, A. (1977). Estudios de Historia del pensamiento científico. Ciudad de México: Siglo XXI.

Magee, J. F. (1995) *Physical Distribution systems*. Citado por el Instituto Mexicano del Transporte, Secretaria de comunicaciones y Transporte. Logística: Una visión sistemática. México, D.F: sanfandilia, Qro. 1995.p2.(ISSN0188-7114).

Mesa, Y., y Villa, J.A (2008). El Concepto de Función Cuadrática: Análisis histórico, pistemológico y didáctico. Monografía no publicada. Medellín: Universidad de Antioquia

Moraga, J. (1997) *Impacto de la moderna biotecnología agrícola en la difusión del conocimiento Austral de Ciencias sociales*. (1), 25-35.

Moreno, Q. E. (2006). Análisis Comparativo de la Modelación del Autotransporte: Carga Vs Pasajeros. Guanajuato: Guanajuato.

Molina, Q.L (2017) Diseño de una red de suministro mediante modelación matemática para el procesamiento y la distribución de concentrado para peces en el municipio de Silvia-Cauca, Universidad Pontificia Javeriana Cali, Santiago de Cali.

Orihuela, C. (2010). Capítulo 4.- Optimización. 2018, de Matemáticas para Economistas, Recuperado: <http://docplayer.es/2216093-Capitulo-4-optimizacion.html>

Pemex Logística. (2017). Ventas de producto. 2017, de Pemex Logística. Recuperado: <http://sar.ref.pemex.com/Paginas/RepartoResponsable.aspx>

Pemex Logística (2017). Infraestructura y funcionamiento. Recuperado <http://www.pemex.com/nuestro-negocio/logistica/almacenamiento/Paginas/default.aspx>

Pérez, J. (2009). Definición de Logística. 2018, Recuperado: <https://definicion.de/logistica/>

Posada, F., y Villa, J. A. (2006). Propuesta didáctica de aproximación al concepto de función lineal desde una perspectiva variacional. Tesis de Maestría no publicada. Medellín: Universidad de Antioquia

Robinson R.(1999) “*Welcome to OR Territory*” OR/MS today pp. 40-43 August.

Roldan, E., Moras, C., & Aguilar (2007) Optimización de las rutas de reparto de helado de la empresa Fricongelados Citlaltepétl. Ingeniería Industrial. Academia Journals I(1), 1-8.

Romero, P.R (2012) Modelación de cadenas de suministro Mediante programación entera, Distrito Federal, UNAM.

Ross David, APICS, 'Managing in a New Era, The Performance Advantage, 1996,. APICS: American Production and Inventory Control Society.

Regalado, A., Peralta, E., & Gonzalez, C. (2008). Como hacer un modelo matemático. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 12, 9-18. 2018, De Temas de Ciencia y Tecnología Base de datos.

Russell, R. S., y Taylor, B. W. (2011). *Operations Management. Creating Value Along the Supply Chain* (Séptima ed.). Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc.

Russi, B. (1998). Grupos de discusión: de la investigación social a la investigación reflexiva. En: J. Galindo (Coord.). *Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación*. México: Addison Wesley Longman, pp. 75-115.

Salazar et al. (2012). *Análisis del Modelo SCOR en Cadenas de Suministro para Procesos de Biodiesel de Higuera*. Colombia: Colombia.

Sarabia, A. (1996) *La Investigación Operativa*. Universidad Pontificia Comillas.

Sarmiento, (2008). *Modelación de la Distribución del Transporte de Carga por Carretera de Productos Colombianos*. Colombia: Colombia.

Severa, F. D. (2010). Concepto y evolución de la función logística. *Ciencias Administrativas y Sociales*, pp 271-234.

Sierpiska, A. (1992). *Undertanding the notion of funtion*. In G. Harel, & E. Dubinsky, *The concept of funtion . Aspects of epistemology and pedagogy* (pp. 25-58). USA: Mathematical Association of American.

Schrage, L. (1997) *Optimization Modeling with Lindo*. Duxbury Press.

Stock, J., y Lambert, D. (2001). *Strategic Logistics Management*. Estados Unidos: McGraw-Hill Higher Education.

Shapiro, J. F. (2007). *Modeling The Supply Chain* (Segunda ed.). Estados Unidos: Thomson.

Santos, J., Muñoz, A., y Prieto, J.. (2010). Logística. 2018, de Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado: <http://www2.uned.es/experto-logistica-transporte-distribucion/>

Taha, H.A. (1998) Investigación de operaciones. Una introducción. Prentice Hall.

Velázquez, E. (2012). Canales de distribución y logística. Red Tercer Milenio, 1, 145-150. 2018, De ISBN 978-607-733-121-6 Base de datos.

Villa-Ochoa, J. A., Bustamante, C. A., Berrío, M., Osorio, J. A., & Ocampo, D. A. (2009). Sentido de realidad y modelación matemática. El caso de Alberto. Alexandria. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia , 2 (2), 159-180

William, H.P. (1999) *Model Building in Mathematical Programming*. 4th Edition. John Wiley and Sons.

Winston, W.L. (1994) Investigación de Operaciones. Aplicaciones y Algoritmos. Grupo Editorial Iberoamericana.

Li, F., Fasano, J. P., & Tan, H. (2011). Location Problems for Supply Chain. In S. Renko (Ed.), *Supply Chain Management. New Perspectives*. (First ed., p. 770). Rijeka, Croatia: InTech.