

UN ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL ENFOQUE DE PROCESOS Y EL ENFOQUE SISTÉMICO USANDO SIMULACIÓN

A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE PROCESS APPROACH AND THE SYSTEMIC APPROACH USING SIMULATION

Ana Leticia Villarreal Lugo

Tecnológico Nacional de México en Celaya
m1803004@itcelaya.edu.mx

Manuel Darío Hernández Ripalda

Tecnológico Nacional de México en Celaya
dario.hernandez@itcelaya.edu.mx

Alicia Luna González

Tecnológico Nacional de México en Celaya
alicia.luna@itcelaya.edu.mx

Resumen

Una organización está estructurada por procesos, cada uno de ellos es marcado por objetivos. Donde las decisiones, regularmente, se toman desde una visión local o con enfoque de procesos a fin de mantener un control. No obstante, los esfuerzos que se centran en mejorar bajo un enfoque de procesos ocasionalmente presentan obstáculos que limitan acciones. Es importante que los tomadores de decisiones comprendan la complejidad que abordan para que, en una organización, se alcance un aprendizaje que permita desarrollar estrategias beneficiosas en cada área que la conforman y así evitar efectos inesperados. El objetivo del presente artículo, entonces, es realizar una comparación de sistemas dinámicos con dos enfoques: uno basado en procesos y otro sistémico. Lo anterior, usando la simulación como herramienta de análisis en un caso de estudio. Con los resultados obtenidos se demuestra que una meta bajo una visión sistémica alcanza un mayor rendimiento para una organización.

Palabras Clave: Enfoque de procesos, enfoque sistémico, simulación, sistemas dinámicos.

Abstract

An organization is structured by processes, each of them is marked by objectives. Decisions are often made from a local perspective in order to maintain a controlled structure. However, efforts focused on improving processes present obstacles that limit their actions. It is important that the decision makers understand the nature of the complexity they address so that the organization reaches a learning to develop beneficial strategies for each area that make it up. That is why the objective of this article is to make a comparison of dynamic systems with two approaches: one based on processes and another system. The above, using simulation as an analysis tool in a case study. The results obtained show that a goal, under a systemic approach, achieves a greater performance for the entire organization

Keywords: *Process approach, system approach, simulation, dynamic systems.*

1. Introducción

La Organización Internacional de Estandarización, mejor conocida como ISO por sus siglas en inglés (International Organization of Standardization), propuso ocho principios de calidad, los cuales están integrados en los Sistemas de Gestión de Calidad en el estándar ISO 9001 versión 2008. El comité responsable de emitir los estándares de calidad y su contenido estableció una modificación en el estándar, emitiendo una nueva versión, ISO 9001:2015. La modificación consiste en que uno de los principios fue descartado, al ser incluido en otro. De tal modo, el principio sistémico fue fusionado con el principio de procesos [International Organization of Standardization, 2015].

Se deduce entonces que, de acuerdo con la ISO 9001 2015, las organizaciones deben ser visualizadas bajo un enfoque de procesos y no bajo un enfoque sistémico, como en un principio se estableció. Sin embargo, algunas teorías establecen que el fracaso o resultados no favorables en las organizaciones son probablemente consecuencia de las limitadas habilidades y capacidades que poseen los seres humanos comparadas con la complejidad del sistema que deben gestionar. Un proceso de aprendizaje organizacional resulta efectivo cuando se logra desarrollar una perspectiva sistémica y dinámica sobre el entorno complejo al que se enfrentan

los tomadores de decisiones en una organización. Así mismo, cuando se tiene una visión local o un enfoque de procesos de los problemas se asume que éstos se pueden separar y atacar de forma independiente. Esto provoca que las técnicas de mejora implementadas en la práctica, orientadas a los procesos, no sean capaces de identificar las múltiples consecuencias que pueden llegar a producirse a lo largo del tiempo [Sterman, Repenning, & Kofman]

Un gran desafío que encara un gerente de una organización es comprender las complejas dinámicas organizacionales y desarrollar, bajo un enfoque sistémico, estrategias de mejora de procesos que le permitan prevenir los efectos secundarios que dañan las mejoras implementadas [Sterman, Repenning, & Kofman].

La simulación puede ser una herramienta muy útil para analizar y desarrollar una perspectiva sistémica. Incluso es considerada como una forma de hacer ciencia ya que ayuda a construir y explorar teorías e hipótesis [Harrison et al., 2007]. Existen diversidad de instrumentos para realizar simulación. Ventana Systems, por ejemplo, es una compañía encargada de diseñar modelos formales. Además, creó un software de simulación de sistemas dinámicos llamado Vensim, el cuál es un software empleado principalmente para estudiar sistemas dinámicos. Vensim permite que un modelador indique las relaciones que existen entre cada variable de un sistema, así como desarrollar las ecuaciones correspondientes en un modelo y ejecutar la simulación para su análisis [Harrison et al., 2007].

Los resultados de una simulación de un modelo serán correctos en la medida en que se pruebe su validez. En un proceso de validación de un modelo de sistemas dinámicos se debe probar primero la validez de su estructura mediante pruebas hasta que se genere confianza suficiente para, posteriormente, probar la exactitud y precisión del comportamiento de un sistema en dicho modelo. La confianza en un modelo es considerada como un criterio apropiado para validar, ya que no puede haber ninguna prueba que demuestre que un modelo es completa y absolutamente correcto, es decir, que pueda representar la realidad tal cual es [Senge & Sterman, 1992]. Para una discusión más detallada sobre pruebas de validación, tanto de estructura como de comportamiento para modelos de simulación en dinámica de sistemas, véase Barlas (1996) y Senge y Repenning (1992).

Nelson Repenning y Sterman han realizado una serie de publicaciones de múltiples artículos relativos a la dinámica de sistemas, en conjunto con otros autores especializados en la materia. Tanto Repenning como Sterman se han encargado de dedicar varias de sus publicaciones a la paradoja que enfrentan las organizaciones que innovan. Por ejemplo, entre sus artículos más destacados se encuentra “Unanticipated side effects of successful quality programs: Exploring a paradox of organizational improvement”. En dicho artículo se menciona un caso muy particular de mejora de calidad con efectos inesperados en una organización de gran índole. Analog Devices, Inc. (ADI), es fabricante líder de circuitos integrados especializados para discos de computadora, discos compactos, entre otros. La compañía, después de implementar un amplio programa de Gestión Total de la Calidad (TQM), fracasó sin explicación aparente. Repenning, Kofman y Sterman se dedicaron a estudiar el caso de dicha paradoja de Analog. Mediante el empleo de herramientas de análisis como lo es la simulación de dinámica de sistemas, descubrieron que en algunas ocasiones las mejoras implementadas en una organización provocan efectos imprevistos o colaterales. Dichos efectos difícilmente pueden ser previstos sin un análisis previo que permita contemplar todas las posibles consecuencias [Sterman, Repenning, & Kofman]. Otro de sus artículos dedicados a la investigación sobre los fracasos relativos a las innovaciones que no cumplieron con lo que prometieron debido a los efectos imprevistos, se encuentra “A simulation-based approach to understanding the dynamics of innovation implementation”. Dicho trabajo se sintetizó en un modelo formal, el cual posteriormente fue analizado por computadora. Se proporciona también una teoría acerca de cómo las reglas de decisión pueden crear una paradoja de las innovaciones que no producen el beneficio esperado [Repenning, 2002].

El trabajo realizado por Quinn “The implementation dynamics of continuous improvement throughout the corporate hierarchy based on lean six sigma at DTE energy by Timothy David Quinn” es un estudio de caso sobre la mejora continua y las crisis organizacionales. Para analizar el caso, el autor extendió el trabajo de dinámica de sistemas realizado por Sterman y colegas, específicamente el modelo sobre la compañía Analog Devices. Timothy formuló un modelo de simulación de

sistemas dinámicos basado en el programa Seis Sigma de mejora continua de DTE Energy. En dicho modelo se representaron explícitamente la jerarquía corporativa, así como las interacciones entre los empleados. De acuerdo con el análisis, se encontró que tanto la capacitación como el apoyo de los gerentes y Black Belts requeridos por los empleados suelen ser inapropiados. De igual forma, se encontró que los ingenieros industriales y los Black Belts, así como los expertos de tiempo completo son cruciales para crecimiento y sostenibilidad de una iniciativa de mejora continua (Quinn, 2011).

Con el presente trabajo se busca, mediante una comparación de dos modelos de sistemas dinámicos, probar una mejora obtenida bajo un enfoque sistémico con respecto a una teoría que respalda un enfoque de procesos y con ello enfatizar la importancia de desarrollar una visión sistémica en una organización a fin de evitar los estragos de aquellos efectos que no son fácilmente percibidos. Para el análisis comparativo se usará la simulación. Se pretende también demostrar que se pueden probar teorías de calidad mediante el uso de la simulación. Lo anterior debido a que es difícil probar hipótesis realizando experimentos en una organización real, ya que, llevar a cabo evaluaciones de diferentes escenarios podría resultar muy costoso y no remunerable para una organización. Los modelos que se emplearon para las simulaciones representan un proceso comercial de una compañía.

2. Método

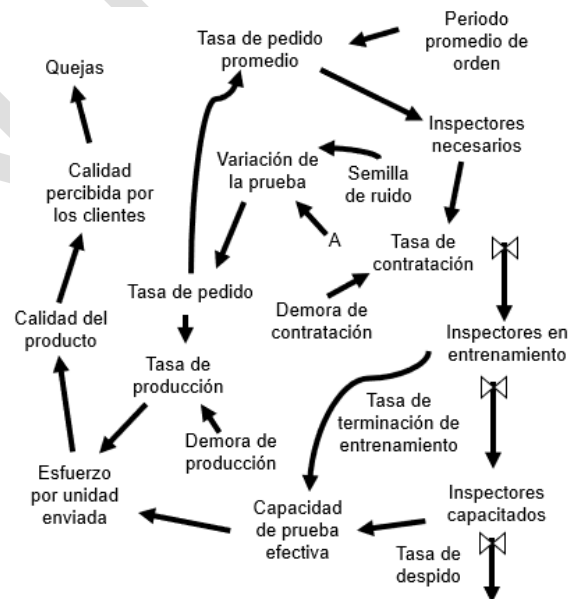
Con el objetivo de realizar un análisis comparativo referente a la diferencia existente entre el enfoque de procesos con respecto al enfoque sistémico se procedió a simular diferentes escenarios. El software empleado para realizar las simulaciones es Vensim. Para generar los diferentes escenarios, con los sistemas dinámicos de los modelos diseñados por Craig W. Kirkwood en System Dynamics Resource Page, se recurrió al diseño de experimentos [Kirkwood, 2019]. Para crear los diseños experimentales se utilizó el software Design Expert. La confianza en los modelos de simulación se generó mediante la validación de uno de ellos para verificar que cumple con las pruebas propuestas por Senge y Sterman (1992), y Barlas (1996). Dichas pruebas son consideradas apropiadas para evaluar la validez

La estructura del modelo y los parámetros se compararon con el conocimiento sobre la estructura y los parámetros reales que describen al sistema del cual se partió para su diseño.

La evaluación del comportamiento del modelo requirió alterar los valores de las variables para observar su comportamiento. A fin de identificar factores importantes se analizaron primero aquellas variables que, al sufrir algunas alteraciones en sus valores, producían un comportamiento diferente en la variable de respuesta seleccionada. Se realizó un diseño de experimentos de eliminación de factores, esto para descartar los factores de menor importancia en el modelo.

Posteriormente se diseñó un segundo experimento en el que se incluyeron los factores que resultaron significativos en el experimento de eliminación con el objetivo de encontrar las condiciones extremas y límites del modelo. Una vez obtenidos los factores es posible realizar una comparación de ambos modelos empleando los mismos factores y niveles para efectos de validación, los resultados de la comparación son descritos más adelante.

Para validar la prueba de modos múltiples, se aplicaron los mismos niveles y factores significativos en el modelo de la figura 3, el cual es un modelo diseñado bajo un enfoque sistémico.



Fuente: [Kirkwood, 2019].

Figura 3 Modelo de simulación de "Future Electronics Company" con enfoque sistémico.

Finalmente se efectuó una simulación en ambos modelos con sus respectivos valores estándar para un análisis comparativo entre la efectividad del enfoque de procesos con respecto al enfoque sistémico. El análisis se realizó de acuerdo con un criterio de comparación.

Supuestos del modelo de simulación

El estudio se enfoca en dos modelos de simulación. Uno de ellos está diseñado de tal forma que la meta sea disminuir el número de quejas, tal como se muestra en la figura 2. El segundo se enfoca en la tasa de pedido, es decir, su meta es aumentar la demanda (obsérvese la figura 3). Debido a que la meta de toda organización creada bajo un principio económico es generar la mayor cantidad de ingresos y ser rentable, el criterio de comparación en el presente trabajo será el acumulado de órdenes de venta o facturación.

Los modelos de simulación representan una problemática que enfrenta una empresa fabricante de circuitos electrónicos. En dicha empresa solo el 30 o 50% de unidades producidas resultan ser útiles y generadoras de ingresos. Las unidades restantes son devueltas por los clientes debido a la mala calidad percibida. Cuando los clientes devuelven las unidades defectuosas se generan quejas. Cada que el nivel de quejas aumenta, por políticas de la empresa, se exige contratar inspectores para aumentar el nivel de supervisión de las unidades producidas antes de ser enviadas a los clientes. Para esto, es necesario que los inspectores que son contratados aprendan el procedimiento de supervisión de unidades. Dicho procedimiento le demora a la empresa tres meses. Al final de la capacitación los inspectores son considerados entrenados para realizar la operación de supervisión. Los inspectores en capacitación son entrenados por inspectores que poseen más tiempo realizando la operación de supervisión en la empresa. Por lo que, los inspectores experimentados, según las instrucciones de la empresa, deben pasar la mitad del tiempo capacitando a los nuevos inspectores. Lo anterior ocasiona que el tiempo de supervisión de las unidades se reduzca debido a que les consume tiempo a los inspectores experimentados capacitar a los nuevos. El tiempo dedicado a la supervisión de las unidades depende del volumen de producción.

Visión de modelos de simulación

Cada modelo de simulación fue diseñado bajo dos enfoques diferentes y para realizar un análisis comparativo es necesario primero definir dichos enfoques. El modelo de la figura 2 muestra una propuesta para mejorar bajo un enfoque local o de procesos. La organización considera que reducir el número de quejas acumuladas mejorará el rendimiento de la organización por lo que contrata inspectores de acuerdo con este proceso crítico. Esta decisión puede ser causa de una reducción en el rendimiento de la organización debido a que la toma de decisiones está basada en dar solución a un problema de tipo local. Cambiando un poco esta visión a una orientación más general, en la estructura interna de este sistema es posible mejorar el rendimiento comercial mediante la toma de decisiones bajo una meta global o de tipo sistémica. Esto debido a que, al aumentar el número de órdenes de pedido, tal como se muestra en el modelo de la figura 3, es posible incrementar las ventas obteniendo un mayor beneficio económico para toda la organización.

3. Resultados

Se aplicaron una serie de pruebas para generar confianza en los modelos y garantizar validez en los resultados. Cada prueba se llevó a cabo mediante un diseño de experimentos.

Evaluación de las pruebas

En el modelo de la figura 2 se observa que la toma de decisiones relativas a la contratación de más inspectores para la supervisión de las unidades producidas es guiada por el nivel de quejas acumulado por los clientes. Mientras que el modelo de la figura 3 los gerentes basan las decisiones en la demanda u órdenes de pedido. El proceso comercial de la organización describe un ciclo de retroalimentación que involucra variables tales como: la calidad percibida por el cliente, tasa de pedido, tasa de producción, esfuerzo de prueba por unidad enviada y calidad del producto. En la literatura se describe que la organización es susceptible a la insatisfacción de los clientes por productos defectuosos, lo que la lleva a contratar inspectores o

supervisores. La contratación de inspectores se lleva a cabo al notar un aumento en el promedio de quejas. Con los inspectores se pretende aumentar la minuciosidad en el procedimiento de prueba de las unidades producidas. Las quejas de los clientes son emitidas como veredicto a la calidad percibida, tal como se observa en el modelo de la figura 2. De esta manera, se corrobora la veracidad en la estructura que representa el modelo para la organización, dado que el modelo está basado en un proceso para toma de decisiones reales, en este caso para un proceso comercial.

Los parámetros elegidos para el modelo coinciden con los elementos conocidos del sistema real. De acuerdo con lo descrito del sistema real, en el proceso comercial de la organización, están involucradas algunas de las siguientes variables:

- Número de inspectores necesarios de acuerdo con la cantidad de quejas.
- Inspectores en capacitación para aplicar pruebas a unidades producidas.
- Inspectores capacitados.
- Aplicación de pruebas a unidades producidas.
- Calidad del producto percibida por los clientes.
- Número de quejas (durante 120 meses medidas en semanas).
- Promedio de quejas.
- Tasa de pedido.
- Tasa promedio de pedido.

Diseño de experimentos para evaluar pruebas

Para el modelo de la tabla 1 se tomó como variable de respuesta el número de quejas y se identificaron en el modelo, mediante la prueba de comportamiento, los factores que afectan a dicha variable. El resultado de la prueba de comportamiento mostró los factores que se presentan en la figura 4 con sus respectivos niveles. Dichos factores se utilizaron posteriormente para diseñar un experimento de eliminación de factores.

El experimento de eliminación se llevó a cabo para seleccionar únicamente aquellos factores que tuvieran efectos significativos en la variable de respuesta. Se utilizó un diseño factorial fraccionado 2^{6-2} . Por cada corrida del diseño se realizaron

simulaciones en el modelo. Se obtuvo el número de quejas total durante un periodo de 120 meses y se registró en la variable de respuesta.

Tabla 1 Factores seleccionados para el experimento de eliminación.

	Name	Units	Type	Low	High
A:	Demora Queja		Numeric	1	3
B:	Demora Produ		Numeric	2	4
C:	Demora Contra		Numeric	1	3
D:	Cap. De Prueb		Numeric	0.2	0.8
E:	Periodo De Ent		Numeric	2	4
F:	Tasa De Desp		Numeric	30	40

El resultado del experimento mostró que los factores Demora en producción y Tasa de pedido no son significativos. Con este experimento se comprobó que el modelo es sensible a cambios en los valores de los factores, ya que muestra un comportamiento diferente cada vez que se modifican sus valores. Además, se comprobó que no muestra un comportamiento anormal o inesperado cuando se modifican los valores, es decir, el modelo genera un comportamiento aceptable de acuerdo con los valores que se alteran.

Se llevó a cabo un segundo experimento en el que se incluyeron los factores que resultaron significativos en el experimento anterior, esto con el objetivo de hallar las condiciones extremas y límites del modelo. Se utilizó un diseño factorial 2^4 con puntos centrales con el propósito de conocer si existe la presencia de curvatura en la variable de respuesta. El resultado de este experimento mostró que la curvatura fue no significativa. También se encontró que bajo ciertos niveles en las corridas del experimento resultan cantidades elevadas en el número de quejas, de tal forma que la información que brinda el modelo no es congruente con la realidad (tabla 2). Las cantidades elevadas se descartaron para generar una gráfica de contorno que permitiera observar los límites del modelo. La figura 4 muestra gráfica de contorno generada por Minitab. Se observa que los valores mayores a 1100 quejas están fuera de la región de aceptación, lo que indica las condiciones extremas en las que el modelo deja de predecir situaciones reales. Los límites del modelo se encuentran en los niveles 2.0 para Demora de Contratación y 0.8 para Capacidad de Prueba.

Tabla 2 Valores extremos del modelo en el experimento de cuatro factores.

C5	C6	C7	C8	C9
Dem Quejas	Dem Contratación	Cap de Prueba	Periodo Entrenamiento	No Quejas
2	2	1.1	3	3791023
3	1	0.8	4	29771
1	1	0.8	4	23341

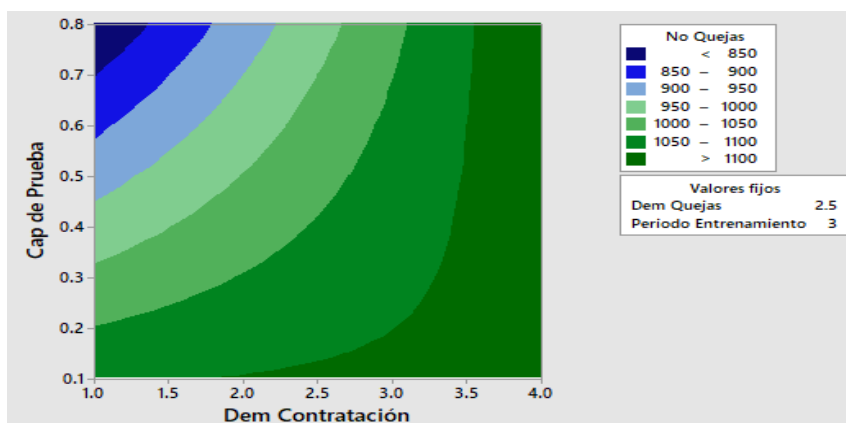
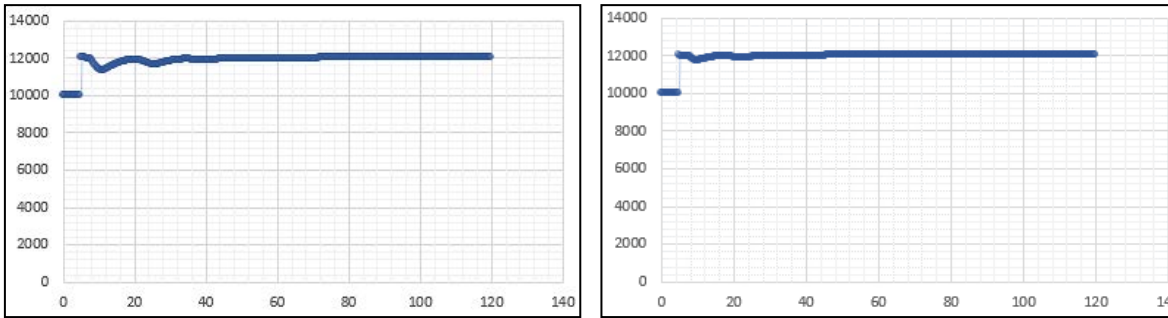


Figura 4 Gráfica de contorno para factores con efectos principales.

Se asume que la prueba de consistencia dimensional se cumple en el modelo. Esto debido a que, al cambiar los valores de los factores de acuerdo con los niveles de las corridas de los experimentos, el modelo mostró un comportamiento que permitió identificar los factores con efecto significativo en la variable de respuesta.

Finalmente, para evaluar la prueba de modos múltiples, los factores que resultaron significativos en el experimento anterior se emplearon con los mismos niveles en el modelo con enfoque sistémico mostrado en la figura 3. Con ello, fue posible analizar el efecto que producen en la variable de respuesta del modelo, en este caso la variable de respuesta es la tasa de pedido o demanda. En la figura 5 se muestran dos gráficas, la gráfica de figura 5a se obtuvo al simular el modelo con los valores estándar; es decir, valores preestablecidos por el autor. Se observa que las oscilaciones se presentan al principio de los meses y posteriormente se nivela por lo que, el sistema permanece aparentemente estable a lo largo del tiempo. La gráfica de figura 5b se obtuvo al simular el modelo con los factores y niveles que resultaron ser significativos en el modelo con enfoque de procesos, en esta gráfica se observa que las oscilaciones disminuyen en la demanda a lo largo del periodo.

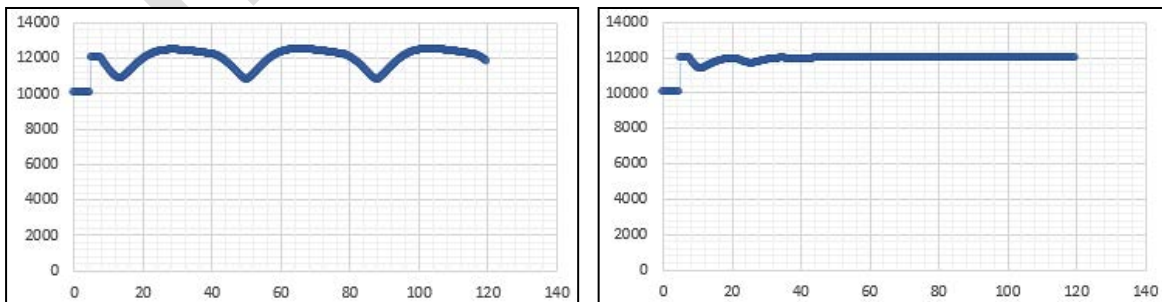


a) Valores prestablecidos en modelo sistémico. b) Valores del experimento en modelo sistémico.

Figura 5 Gráficas de demanda en ambos modelos.

Comparación

Una vez que se llevó a cabo la validación, se corroboró la efectividad de cada enfoque descrito anteriormente. Para ello se realizó una simulación con los valores estándares previamente establecidos en ambos modelos y se capturaron los datos generados en la variable de respuesta (acumulación de pedido) a fin de observar su comportamiento. La figura 6 muestra la comparación bajo el criterio del acumulado de órdenes de venta o pedido una vez que se realizó la simulación en el modelo con enfoque de procesos y en el modelo con enfoque sistémico. En la gráfica de figura 6a se observa la existencia de oscilaciones en la tasa de pedido a lo largo del periodo. Cabe destacar que el modelo bajo el enfoque de procesos tiene como objetivo reducir el número de quejas por lo que un aumento en esta variable aumenta la necesidad de contratar inspectores para el proceso de supervisión de las unidades producidas. Por otro lado, en la gráfica de figura 6b se muestra que la demanda mantiene cierta estabilidad. Es importante recalcar que el modelo marca como objetivo, para la toma de decisiones, el número de órdenes de pedido.



a) Enfoque de procesos.

b) Enfoque sistémico.

Figura 6 Tasa de pedido, comparación de los modelos de simulación.

4. Conclusiones y/o recomendaciones

El enfoque sistémico busca que cada uno de los componentes del sistema se visualice como parte de un todo y no de manera aislada; mientras que un enfoque de procesos implica visualizar la estructura de una organización mediante procesos marcados por objetivos individuales. Sin embargo, seguir la suposición anterior no siempre tiene consecuencias positivas en los resultados de las metas. Mediante el análisis comparativo realizado se demostró que manteniendo una visión sistémica es posible mejorar el rendimiento de una organización. Los resultados que se observaron muestran que bajo el enfoque sistémico la demanda se mantuvo estable. Además, mediante el uso de la simulación se demostraron los efectos positivos que resultan al desarrollar una visión sistémica. Se sugiere que para futuras investigaciones se realice el estudio de otras situaciones organizacionales a fin de ampliar los argumentos que sustenten la teoría propuesta en el presente artículo y con ello contribuir al campo de calidad. Logrando así, demostrar que sustituir un enfoque sistémico por un enfoque de procesos en una organización puede ser perjudicial, llegando a ocasionar daños irreversibles para la misma. Por ello, es fundamental que los gerentes encargados de las organizaciones sean capacitados para desarrollar una visión sistémica que les permita analizar aquellos efectos secundarios que surgen a partir de las mejoras implementadas.

5. Revisores, recepción y aceptación de artículo

Recepción artículo: 8/agosto/2019 **Aceptación artículo:** 6/septiembre/2019

Revisor 1:

Nombre: José Omar Hernández Vázquez
Institución: Tecnológico Nacional de México en León
Cédula Profesional: 8521872
Área de conocimiento: Ingeniería Industrial
Correo electrónico: blink_leoncampeon@hotmail.com

Revisor 2:

Nombre: José Israel Hernández Vázquez

Institución: Tecnológico Nacional de México en León
Cédula Profesional: 8521871
Área de conocimiento: Ingeniería Industrial
Correo electrónico: Israel_leon12@hotmail.com

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Barlas, Y. (1996). Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society*, 12(3), 183-210.
- [2] Brailsford, S., Churilov, L., & Dangerfield, B. (2014). *Discrete-event simulation and system dynamics for management decision making*. Jhon Wiley & Sons.
- [3] Coss Bu, R. (2005). *Simulación un enfoque práctico*. México DF: LIMUSA.
- [4] Forrester, J. W., & Senge, P. M. (1980). Tests for building confidence in system dynamics models. *System dynamics, TIMS studies in management sciences*, 14, 209-228.
- [5] Harrison, J. R., Zhiang, L., Carroll, G. R., & Carley, K. M. (2007). Simulation modeling in organizational and management research. *Academy of management review*, 32(4), 1229-1245.
- [6] Hirsch, G. B., Levine, R., & Miller, R. L. (2007). Using system dynamics modeling to understand the impact of social change initiatives. *American Journal of community psychology*, 39(3-4), 239-253.
- [7] International Organization of Standardization. (2015). *Quality Management Principles (ISO 9001-2015)*. Ginebra.
- [8] Kirkwood, C. W. (24 de 02 de 2019). Arizona State University: <http://www.public.asu.edu/~kirkwood/sysdyn/SDRes.htm>.
- [9] Montgomery, D. C. (1997). *Design and Analysis of experiments*. United States of America: Jhon Wiley & Sons, Inc.
- [10] Peterson, D. W., & Eberlein, R. L. (1994). Reality check: A bridge between systems thinking and system dynamics. *System Dynamics Review*, 10(2-3), 159-174.

- [11] Quinn, T. D. (2011). The implementation dynamics of continuous improvement throughout the corporate hierarchy based on lean six sigma at DTE energy by Timothy David Quinn. Massachusetts Institute of Technology.
- [12] Repenning, N. P. (2003). Selling system dynamics to (other) social scientists. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society*, 19(4), 303-327.
- [13] Repenning, N. P., & Sterman, J. (Abril 1997): <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/2653/SWP-3952-37733566.pdf>.
- [14] Senge, P., & Sterman, J. (1992). Systems thinking and organizational learning: Acting locally and thinking globally in the organization of the future. *European journal of operational research*, 59(1), 137-150.
- [15] Sterman, J. D., Repenning, N. P., & Kofman, F. (1997). Unanticipated side effects of successful quality programs: Exploring a paradox of organizational improvement. *Management Science*, 43(4), 503-521.