

## Sistemas y servicios informáticos administrados por restricciones

### Computer systems and services managed by constraints

Eduardo López Hung<sup>1\*</sup>

Lai Gen Joa Triay<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba.

<sup>2</sup>Universidad de Oriente.

\*Autor para la correspondencia: elopezh@fts.scu.sld.cu

#### RESUMEN

A pesar de constatar el carácter entrópico del desarrollo de teorías en torno a la Administración, las más recientes enfocan la organización o institución como un sistema compuesto por subsistemas que interactúan entre sí y con el ambiente externo. Muchas son las herramientas que se han propuesto para su gestión, donde la Teoría de las Restricciones ha cobrado un gran auge y ha ganado gran aceptación. Esta propone la determinación de las condiciones en cualquier proceso organizacional que limitan el crecimiento hacia el estado siempre deseado por una organización, conocido como calidad sistémica; y en función de ello tomar decisiones que coadyuven a llegar a ella. En este trabajo se muestra el análisis de la situación límite relacionada con la administración de los sistemas y servicios informáticos de la Facultad de Tecnología de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. Para ello se utilizaron como métodos teóricos el análisis y síntesis, e histórico – lógico; y como métodos empíricos: la observación científica, la encuesta, y la revisión de documentos. Por último, se proponen acciones de transformación – adaptación que permitan elevar la posibilidad de satisfacer las necesidades detectadas y por ende crecer la calidad sistémica de dicha institución.

**Palabras clave:** Sistemas informáticos, servicios informáticos, Teoría de las Restricciones, administración.

#### ABSTRACT

Despite the entropic nature of the development of theories around the Administration, the most recent ones focus the organization or institution as a system composed of subsystems that interact with each other and with the environment. Many management tools have emerged for example the Theory of Constraints, which has become a boom and has gained wide acceptance. It states to find all those conditions in the organizational environment that

could restrict the growth to the always desired state of any organization, known as systemic quality; and in accordance with that state, to make decisions that could allow reaching it. In this paper the restrict situation related to the management of computer systems and services shown in the Faculty of Technology of the University of Medical Sciences of Santiago de Cuba is analysed. For that purpose, some theoretical methods were used such as: analysis and synthesis, and historical and logical one; and some empiric methods, for example: scientific observation, surveys, and bibliography review. Finally, some transformation and adaptation activities are proposed, to help to increase the possibility of satisfy the identified needs and thus increase the systemic quality of the institution.

**Key words:** Computer systems, computer services, Theory of Constraints, management.

Recibido: 7 de febrero de 2018

Aprobado: 7 de agosto de 2018

## Introducción

Al analizar el objeto de estudio de la Administración sería apropiado citar a Chiavenato y otros autores que plantean que: "el objeto de estudio de la Administración siempre fue la organización, inicialmente entendida como un conjunto de cargos y tareas, y posteriormente como un conjunto de órganos funcionales, desdoblada posteriormente en una compleja gama de variables que llega hasta la concepción de sistema. Las más recientes teorías administrativas tienen por objeto el estudio de la organización como un sistema compuesto por subsistemas que interactúan entre sí, y con el ambiente externo" <sup>(1-3)</sup>.

Actualmente en el plano administrativo existen diversas herramientas para la gestión del proceso de dirección, con el objetivo de lograr el perfeccionamiento de los resultados <sup>(4)</sup>. Tal es el caso de la Reingeniería de Procesos, la Dirección Estratégica, la Dirección por Objetivos, la Dirección por Valores, la Calidad Total, el Benchmarking, el Perfeccionamiento Empresarial, la Teoría de las Restricciones, *–también conocida como Teoría de las Limitaciones–* entre otras.

Esta última, es una metodología desarrollada en Israel por el físico *Eliyahu Goldratt*, que en los últimos años ha ganado gran aceptación. Su adopción implica la determinación de condiciones que frenan el desempeño de una organización, la toma de decisiones en aras de actuar sobre ella para eliminarla o mitigarla, y de esta forma cambiar la situación que imposibilita el crecimiento hacia el estado siempre deseado por una organización, conocido en la literatura como cualidad sistémica <sup>(5-8)</sup>. Esta última es el fundamento del objeto social, y la principal vía para la obtención de resultados de cualquier organización.

El objetivo principal de cualquier organización es la mejora continua de su cualidad sistémica. Sin embargo, muchas veces, esta se ve limitada por ciertas particularidades indeseables *–conocidas en la literatura como restricciones–* en un área, proceso, subsistema, o medio dentro del sistema o fuera de él, de forma temporal, y bajo ciertas condiciones.

Dichas restricciones –que pueden ser internas o externas–, al ser sometidas a acciones de transformación, desaparecerán o atenuarán su impacto, y por ello permitirá que mejore la cualidad sistémica, reapareciendo nuevamente en otro medio. De ahí que el problema de la administración está en identificarlas y descubrir cómo optimizarlas dentro de los límites impuestos por ellas mismas. <sup>(7, 8)</sup>

Es esa unidad dialéctica que relaciona a la organización con su entorno es lo que se define como situación límite. Es el estado originario, natural, complejo y único en que puede existir cada organización en un entorno, y en el que sólo puede alcanzar la condición de crecimiento permanente de su cualidad sistémica.

La situación límite se compone de dos dimensiones particulares: la relación permanente que establece la organización con los demandantes de su oferta, y en la que se materializa la necesidad de un bien o servicio; y la relación permanente que establece la organización con los proveedores de los diversos medios para materializar la posibilidad. <sup>(9)</sup> Precisamente el proceso administrativo descansa en el análisis de dicha situación límite, la identificación y transformación de aquel factor que está deprimido, donde radica la restricción que limita la consecución de la cualidad sistémica, es decir, que restringe la consecución de resultados superiores.

El concepto de restricciones es aplicable a cualquier tipo de sistema que tenga objetivos predeterminados, y en el que estén involucrados diferentes recursos en la obtención de esos objetivos. <sup>(10–12)</sup> Por ello en este trabajo se utilizó el enfoque de la Teoría de Restricciones para la gestión y administración de los procesos relacionados con los sistemas y servicios informáticos presentes en la Facultad de Tecnología de la Salud de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, a cargo del Grupo de Informática creado en la misma.

Este tiene como objetivo asesorar desde el punto de vista tecnológico y metodológico a la dirección de la Facultad, para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas informáticos y los servicios de red en el área de la docencia médica. Tributa directamente al objetivo de la Facultad, pues garantiza la explotación de medios de enseñanza para la formación de profesionales de la salud, de las Nuevas Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones; y de manera general sienta las bases para la informatización de los procesos del área docente, asistencial y gerencial.

De ahí que el objetivo de este trabajo es analizar la situación límite de la Facultad de Tecnología de la Salud desde el enfoque de la administración por restricciones, relacionada con los sistemas y servicios informáticos, en función de proponer mejoras para transformar el contrario deprimido, satisfacer las necesidades detectadas, y por ende crecer la cualidad

## **Métodos**

Se realizó un estudio sobre la gestión y administración de los procesos relacionados con los sistemas y servicios informáticos, en la Facultad de Tecnología de la Salud (en lo adelante Facultad), de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, durante el trienio comprendido entre los años 2014 - 2016.

## Métodos científicos utilizados

En la investigación se utilizaron como métodos teóricos:

- *Análisis y síntesis*: se utilizó para procesar información sobre la caracterización del problema, así como la propia situación límite de la Facultad desde el citado enfoque.
- *Histórico – lógico*: para hacer un estudio del proceso de evolución de las herramientas para la gestión del proceso de dirección, específicamente la Teoría de las Restricciones.

Como métodos empíricos se utilizaron:

- *Observación científica*: para el diagnóstico e implantación del resultado, acompañado de otros procedimientos y técnicas.
- *Encuesta*: se utilizó para la selección de aquellos sistemas y servicios informáticos que a consideración de los usuarios (estudiantes, profesores, investigadores, y trabajadores de manera general), eran de gran relevancia para la institución, y debían incluirse en el análisis.
- *Revisión de documentos*: Para estudiar las vías por la que se puede favorecer la gestión de los procesos relacionados con los sistemas y servicios informáticos. Se utilizó la revisión de artículos y libros especializados.

## Indicadores utilizados en el estudio

Para el análisis de la situación límite, se utilizaron los indicadores definidos por los autores en 2011, orientados a medir aspectos claves que dan idea sobre la calidad y aceptación del sistema o servicio, y de su pertinencia, en función de los objetivos y el objeto de la institución; a saber: eficiencia y disponibilidad. A continuación, se detallan dichos indicadores:

### ***Índice de disponibilidad de sistemas y servicios informáticos (IDSSI)***

*Objetivo*: mostrar en qué proporción están disponibles cada sistema o servicio informático.

*Procesamiento*: Debe tomarse el tiempo total en horas de interrupción de cada sistema o servicio informático; y el tiempo total en horas del período que se evalúa. Con estos datos proceder al cálculo del indicador, tal y como se muestra en la siguiente ecuación.

*Cálculo*:

$$IDSSI = 1 - \left[ \frac{\sum_{i=1}^n TIP_i}{TTP} \right]$$

donde

TIP: Tiempo total de interrupción del sistema o servicio informático (en horas).

TTP: Tiempo total del período en que se evalúa (en horas).

*Niveles de referencia:*

El índice de disponibilidad de sistemas o servicios informáticos será de un 100 % si no se reportan tiempos de interrupciones o errores en cada uno de ellos. Por el contrario si se reporta al menos una interrupción o error en cada uno, no se alcanza el máximo nivel de disponibilidad. El indicador podrá tomar valores entre cero y uno.

*Interpretación:*

- Situación 1: ( $IDSSI = 1$ ). Significa que se ha alcanzado el mayor nivel de disponibilidad del sistema o servicio informático en cuestión.
- Situación 2: ( $0 < IDSSI < 1$ ). Significa que hubo momentos de interrupción. Mientras más tienda a cero menor será la proporción alcanzada de disponibilidad del sistema o servicio, y viceversa.
- Situación 3: ( $IDSSI = 0$ ). Significa que el sistema no estuvo disponible durante el período que se evalúa.

*Periodicidad:* El cálculo del indicador  $IDSSI$  debe realizarse de forma mensual, para cada uno de los sistemas o servicios informáticos disponibles.

### **Índice de eficiencia de sistemas y servicios informáticos (IESSI)**

*Objetivo:* mostrar en qué medida se logra el funcionamiento correcto y estable de los sistemas y servicios informáticos disponibles en la institución.

*Sistema de procesamiento y toma de decisiones:*

Debe tomarse el número total de sistemas y servicios con interrupciones, y el número total de sistemas y servicios informáticos disponibles. Con estos datos proceder al cálculo del indicador, tal y como se muestra en la siguiente ecuación.

*Cálculo:*

$$IESSI = 1 - \left[ \frac{TSI}{TSD} \right]$$

donde

TSI: Total de sistemas o servicios informáticos con interrupciones.

TSD: Total de sistemas o servicios informáticos disponibles.

*Niveles de referencia:*

Teóricamente la eficiencia de sistemas o servicios informáticos será de un 100 % si no se reportan interrupciones o errores en los mismos. Por el contrario, si se reporta al menos una interrupción o error en estos, no se alcanza el máximo nivel de eficiencia. El indicador podrá tomar valores entre cero y uno.

*Interpretación:*

- Situación 1: ( $IESSI = 1$ ). Significa que se ha alcanzado el mayor nivel de eficiencia de los sistemas y servicios informáticos disponibles en el período.

- Situación 2: ( $0 < IESSI < 1$ ). Significa que hay deficiencias. Mientras más tienda a cero menor será la eficiencia alcanzada, y viceversa.
- Situación 3: ( $IESSI = 0$ ). Significa que todos los sistemas y servicios informáticos han tenido al menos una interrupción, y por consiguiente, la eficiencia es nula.

*Periodicidad:* Al igual que el indicador *IDSSI*, el cálculo del indicador *IESSI* debe realizarse de forma mensual, para cada uno de los sistemas o servicios informáticos disponibles.

### **Sistemas y servicios informáticos bajo estudio**

Para la selección de aquellos sistemas y servicios informáticos para el estudio, se encuestaron un total de 316 usuarios de la Facultad, de ellos 209 fueron estudiantes para un 66.14%. En la misma debían seleccionar aquellos sistemas, recursos, y servicios informáticos que a su juicio eran los de mayor relevancia para el buen desempeño de la Facultad en la consecución de su objeto social, y su misión. Los sistemas informáticos seleccionados, objeto de estudio fueron:

1. Medios de cómputo.
2. Fondo bibliográfico digital.
3. Redes de computadoras.
4. Portal de Salud de Cuba y de la provincia (INFOMED Nacional e INFOMED Santiago de Cuba).
5. Intranet de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, y de la Facultad (incluye la Universidad Virtual de Salud de Santiago de Cuba).

En el caso de los servicios informáticos bajo estudio fueron:

1. Correo electrónico.
2. Navegación Web Internacional.
3. Navegación Web Nacional (incluye la navegación Web institucional).
4. Servicio FTP.

## **Resultados y Discusión**

Es precisamente el análisis de la situación límite que vive la organización lo que desencadena el proceso administrativo, es decir, a través del estudio de la relación entre la demanda efectiva en el entorno organizacional y la capacidad de la institución de satisfacer dicha necesidad con una oferta efectiva <sup>(6)</sup>. Para ello se definieron como clientes potenciales: los estudiantes, docentes e investigadores, y trabajadores no docentes en menor cantidad. Los principales proveedores de la Facultad son ETECSA y COPEXTEL.

La relación permanente que establece la Institución con los usuarios y los proveedores se representa en la Figura 1.



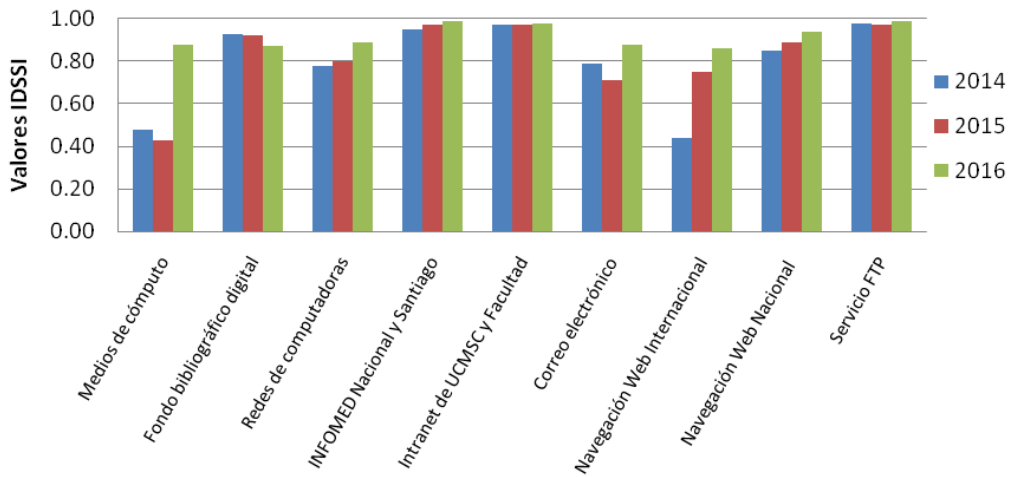
**Fig.1-** Representación gráfica de la situación límite de la Facultad.

Al analizar la relación permanente que se establece entre la Institución con los proveedores, se puede entrever que la oferta de sistemas y servicios informáticos por parte de los proveedores es mucho menor que la demanda generada por la Facultad. Al analizar la relación permanente que se establece entre la Institución con los usuarios, se puede constatar que los sistemas y servicios informáticos que ofrece la Facultad a sus usuarios es menor que la demanda generada por ellos. Luego el proceso administrativo tenderá a la investigación de la relación que se establece entre la Institución y los proveedores, ya que estos últimos constituyen el contrario deprimido, y dentro del cual se encuentra la restricción.

La disponibilidad y eficiencia de sistemas y servicios que faciliten el proceso docente – educativo constituye la necesidad de los usuarios; que la institución debe tener la capacidad de cubrirla a través de la adquisición de dichos sistemas y servicios con sus proveedores, y su consecuente puesta a punto, explotación y control.

Para realizar un análisis más profundo, se calcularon de forma mensual los índices IDSSI y IESSI, para cada uno de los sistemas y servicios informáticos de mayor relevancia para la Facultad, pudiendo así determinar el comportamiento de cada uno de ellos durante los años de estudio. En la Figura 2 se muestra el promedio anual del IDSSI en dicho período.

**Comportamiento del Índice de Disponibilidad de Sistemas y Servicios Informáticos en la Facultad en el período 2014 - 2015**

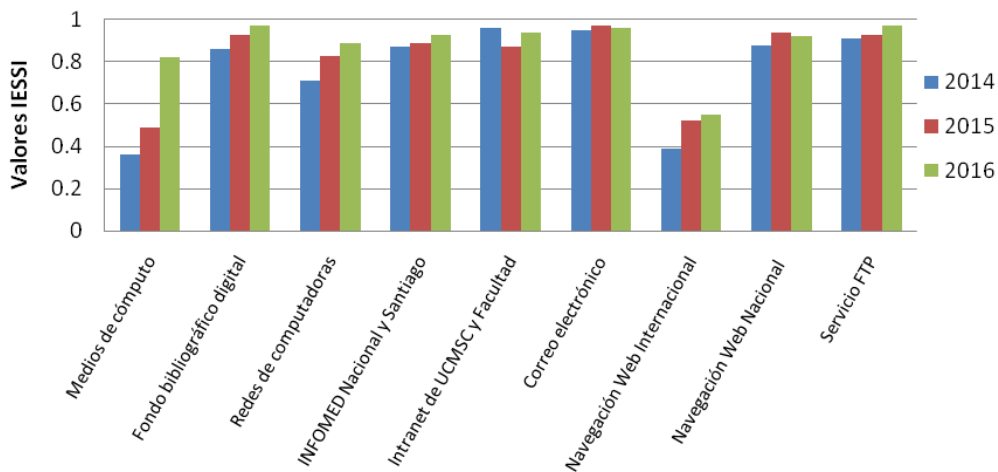


**Fig. 2-** Comportamiento del IDSSI en la Facultad en el período 2014 – 2015

Como se puede observar, se logró mayor disponibilidad de manera general en el año 2016. Los sistemas y servicios informáticos de la Facultad en que se reportaron el mayor número de horas de interrupción fueron: los medios de cómputo, los medios de interconexión y redes de computadoras, la navegación Web internacional, así como el correo electrónico.

Asimismo, se logró mayor eficiencia en dichos sistemas y servicios disponibles en la Facultad durante el año 2016, como puede apreciarse en la Figura 3.

**Comportamiento del Índice de Eficiencia de los Sistemas y Servicios Informáticos en la Facultad en el período 2014 - 2015**



**Fig. 3-** Comportamiento del IESSI en la Facultad en el período 2014 – 2015



Los sistemas y servicios informáticos de la Facultad en que se reportó el mayor número de horas de interrupción fueron: los medios de cómputo, los medios de interconexión y redes de computadoras, y la navegación Web internacional.

La restricción principal dentro del contrario deprimido, es la no renovación tecnológica (equipamiento y software) por parte de los únicos proveedores, así como los problemas de conexión y conectividad en la red de computadoras; lo que trae consigo que se sobreexploten y se ofrezcan sistemas y servicios informáticos que ya han depreciado; así como la lentitud con que se ejecutan los mismos.

Por supuesto, hay que tener en cuenta varios factores que influyen en la toma de decisiones dentro de la Facultad:

- El constante cambio tecnológico, hace que el equipamiento disponible quede por detrás de los requerimientos actuales, e incluso se considere obsoleta.
- Los elevados costes de dichos cambios, aparejado a la condición de institución presupuestada, sin fines de lucro, traen consigo la adquisición limitada e incluso nula de las nuevas tecnologías.
- El propósito de facilitar la gestión de la información en cualquier nivel y en cualquier entorno, hace que la actividad relacionada con los sistemas y servicios informáticos sea regulada por leyes, decretos – ley, resoluciones y disposiciones, las que hacen que la toma de decisiones se vea limitada.

### ***Propuesta de acciones para transformar el contrario deprimido***

Debido a la gran demanda de los sistemas y servicios informáticos por parte de los usuarios, luego de haber analizado que la situación límite era de poder desde el usuario, e identificado la restricción, se proponen las siguientes acciones para hacerle frente a esta última:

- a. Proponer acciones concretas para la adquisición de equipamiento y software a través de convenios de colaboración con instituciones internacionales, y la ejecución de proyectos de investigación, principalmente multisectoriales.
- b. Valorar la posibilidad financiera y económica de la Facultad en aras de incrementar el ancho de banda contratado con ETECSA para mejorar la velocidad y transmisión de datos.
- c. Fragmentar el ancho de banda por cada área de la Facultad, en dependencia de los procesos que se lleven a cabo en cada una de ellas, para así lograr un equilibrio en la red, acorde con las verdaderas necesidades de flujo de información; priorizando siempre el proceso docente – educativo.
- d. Valorar la posibilidad de crear un centro de costo dentro del presupuesto anual de la Facultad para la adquisición de equipamiento y software –por ejemplo, clientes ligeros, nuevos servidores, *routers*, entre otros –, que permitan mayor seguridad, y una mejor gestión de los procesos sustantivos de la Facultad.
- e. Contratación de empresas productoras de software a pedido, como parte del proceso de informatización, para la creación de software y plataformas virtuales que propicien el buen funcionamiento de los procesos particulares de la Facultad, en dependencia de las necesidades informativas.

- f. Realizar auditorías informáticas a equipamiento y software disponibles en la Facultad, en aras de revisar la infraestructura tanto física como funcional de los equipos, en aras de reestructurarla en caso de ser necesario.

## Conclusiones

La adopción de una u otra teoría de administración como paradigma de dirección en una organización es fundamental, pues implica dirigir a través de métodos científicos. La Teoría de las Restricciones como herramienta de dirección ofrece a las organizaciones que la adoptan una forma de administrar centrada en el análisis tanto de las capacidades internas de la organización, como de las necesidades del entorno, y la correspondencia entre ambos para el crecimiento del estado deseado de dicha organización, es decir, su cualidad sistémica.

En este trabajo se ha logrado analizar los elementos básicos del proceso de administración, cómo se manifiestan en la Facultad de Tecnología de la Salud de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, y la contextualización de la administración por restricciones en la misma. De esta forma se pudo constatar la situación límite donde las necesidades son mayores que las posibilidades de ser satisfechas. Por último, se plantean una serie de acciones para atacar dicha restricción, elevar la posibilidad de satisfacer las necesidades de la sociedad y por ende crecer la cualidad sistémica del Departamento en cuestión.

## REFERENCIAS

1. Chiavenato I. *Introducción a la Teoría General de la Administración*. México: McGraw – Hill; 1986.
2. Koontz H, Weirhrich H. *Administración. Una perspectiva global*. Décima Edición. México: McGraw – Hill; 1994.
3. Stoner JA, Wankel C. *Introducción a la teoría general de la Administración*. Tercera Edición. México: McGraw Hill; 1988.
4. Velázquez R. *La Dirección Estratégica como Herramienta Avanzada de Administración*. Material básico de Dirección Estratégica de la Maestría en Matemática Aplicada e Informática para la Administración. Holguín: Universidad de Holguín; 2008.
5. Goldratt EM. *Essays on the Theory of Constraints*. New York: North River Press; 1998.
6. Goldratt EM, Goldratt E. *La Decisión*. 2da Edición. Madrid: Ediciones Granica, S.A.; 2011.
7. Techt U. *Goldratt y la Teoría de Restricciones: El Salto Cuántico en Gerencia*. New York: Springer–Verlag; 2016.
8. Izmailov A, Korneva D, Kozhemiakin A. *Effective Project Management with Theory of Constraints*. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2016;229:96-103.

9. Ronen B. *The Theory of Constraints: Practice and Research*. New York: IOS Press; 2005.
10. Woepfel M. *Manufacturer's Guide to Implementing the Theory of Constraints*. New York: CRC Press; 2016.
11. Mabin V, Davies J. *Theory of Constraints Thinking Processes*. México DF: McGraw–Hill Professional; 2010.
12. Levinson WA. *Beyond the Theory of Constraints: How to Eliminate Variation & Maximize Capacity*. New York: CRC Press; 2007.