



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Un Método para la Definición de Indicadores Clave de Rendimiento con base en Objetivos de Mejoramiento

**An Improvement-goal-based method for defining Key
Performance Indicators**

Ing. Heidy Joana Villa Buitrago

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión
Medellín, Colombia
2015

Un Método para la Definición de Indicadores Clave de Rendimiento con base en Objetivos de Mejoramiento

Ing. Heidy Joana Villa Buitrago

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:
Maestría en Ingeniería de Sistemas

Director:

Ph.D. en Ingeniería, Carlos Mario Zapata Jaramillo

Línea de Investigación:

Ingeniería de Software

Grupo de Investigación:

Lenguajes Computacionales.

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión

Medellín, Colombia

2015

Dedicatoria

A mi mamá, mi hermano y Edwin por ser un apoyo incondicional en todo momento.

Agradecimientos

Primero debo darle gracias a Dios por brindarme esta hermosa oportunidad. Gracias a mi tutor por ser un apoyo, por toda la paciencia y por confiar en mí.

Gracias a mi madre por ayudarme a llegar hasta acá, a mi hermano y Edwin por darme su amor y su apoyo incondicional.

Resumen

Los objetivos representan un estado por alcanzar en las organizaciones. Estos se pueden clasificar en mejoramiento, realización o mantenimiento dependiendo de su intención. El cumplimiento de dichos objetivos se monitorea con indicadores clave de rendimiento (KPI, por sus siglas en inglés), por lo cual una relación explícita entre ambos asegura la concordancia entre lo que se quiere medir y lo que se está midiendo. En la literatura existen diferentes propuestas que abordan la problemática de establecer la relación entre objetivos y KPIs. Sin embargo, ninguna de las propuestas establece una relación explícita que tenga como punto de partida los objetivos y permita así la obtención de un conjunto de indicadores con una estructura estándar. En esta Tesis se propone un método para la definición de KPIs con base en objetivos de mejoramiento, en el cual se establece la relación explícita entre objetivos e indicadores. Dicho método es aplicable a cualquier tipo de organización; además, los KPIs se definen con una estructura estándar, lo cual soluciona problemas de consistencia y subjetividad.

Palabras clave: KPIs, Indicadores de rendimiento, Objetivos, Objetivos de mejoramiento, Método, Reglas heurísticas, Estructura gramatical.

Abstract

An objective is represented by a state to be fulfilled by organizations. Objectives can be classified—according to their intention—into improvement, achievement and maintenance. Key performance indicators are used as tools for measuring objectives. Consequently, an explicit relationship among Objectives and KPIs ensures measures and things to be measured. Some state-of-the-art proposals establish the problems related to the relationships among Objectives and KPIs. However, no one of such proposals develop an explicit relationship for obtaining of a set of well-structured KPIs from objectives. In this Thesis we propose an improvement-goal-based method for defining key performance indicators; in this method we set out the explicit relationship among objectives and indicators. Such method applies to any organization, since it eliminates the dependence on the context. Also, KPIs are defined with a standard structure, which resolves problems of consistence and subjectivity.

Keywords: KPI, Key performance Indicator, Objectives, Improve objectives, Method, Grammatical structure, Heuristic rules

Contenido

[Pág.](#)

| | |
|--|-----------|
| Resumen | 6 |
| Lista de Figuras | 10 |
| Lista de tablas..... | 11 |
| Lista Abreviaturas | 12 |
| Introducción..... | 13 |
| 1. Planteamiento de la Tesis | 15 |
| 1.1 Definición Problema de Investigación..... | 15 |
| 1.2 Justificación | 16 |
| 1.3 Objetivos..... | 17 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 17 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 17 |
| 2. Marco teórico | 18 |
| 2.1 Conceptos Teóricos | 18 |
| 2.1.1 KPIs..... | 18 |
| 2.1.2 Objetivos de Mejoramiento | 19 |
| 2.1.3 Análisis Sintáctico..... | 20 |
| 3. Antecedentes | 21 |
| 3.1 Definición de un framework para modelar la relación entre indicadores y objetivos | 21 |
| 3.2 Definición de Indicadores Clave de Rendimiento mediante la utilización del Método Delphi | 22 |
| 3.3 Modelado Estratégico de Negocios: Representación y Razonamiento | 23 |
| 3.4 Relaciones Cuantitativas entre Indicadores Clave de Rendimiento para soportar los Procesos de Toma de Decisiones | 24 |
| 3.5 Propuestas de Definición Formal de Indicadores Clave de Rendimiento..... | 25 |
| 4. Solución | 30 |
| 4.1 Definición Estructura Gramatical de un KPI..... | 30 |
| 4.1.1 Reglas Gramaticales | 30 |
| 4.2 Estructura de un Objetivo | 37 |
| 4.2.1 Clasificación Objetivos..... | 37 |
| 4.2.2 Estructura Gramatical Objetivos | 38 |
| 4.3 Relación entre Objetivos de Mejoramiento y KPIs..... | 42 |
| 4.4 Método propuesto | 43 |
| 4.4.1 Identificar los Objetivos a Evaluar..... | 43 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.4.2 | Convertir Objetivos a su forma Canónica..... | 44 |
| 4.4.3 | Reglas Heurísticas | 44 |
| 4.4.3.1 | Establecer Relación entre Objetivos y KPIs..... | 44 |
| 4.4.3.2 | Definición de Reglas Heurísticas | 54 |
| 4.4.4 | Ejemplo de Aplicación del Método MDKPIBOM..... | 56 |
| 4.5 | Caso de Estudio..... | 59 |
| 4.5.1 | Aplicación del Método MDKPIBOM | 60 |
| 4.5.1.1 | Caso 1 | 60 |
| 4.5.1.2 | Caso 2..... | 61 |
| 4.5.1.3 | Caso 3..... | 63 |
| 4.5.2 | Hallazgos..... | 64 |
| 5. | Conclusiones y recomendaciones | 66 |
| 5.1 | Conclusiones | 66 |
| 5.2 | Recomendaciones | 67 |
| | Referencias | 69 |

Lista de Figuras

Pág.

| | |
|---|----|
| Figura 1 Patrón Objetivo (Popova y Sharpanskykh, 2011) | 21 |
| Figura 2 Proceso Método Delphi (Tsai y Cheng, 2011) | 23 |
| Figura 3 Ejemplo Indicador Objetivo (Horkoff <i>et al.</i> , 2009) | 24 |
| Figura 4 Identificación y Proyección de la relación entre KPIs (Rodríguez <i>et al.</i> , 2009) ... | 25 |
| Figura 5 Ontología para la definición de Indicadores (Pintzos <i>et al.</i> , 2012) | 26 |
| Figura 6 Ontología Indicador de Rendimiento de Proceso (Del-Río-Ortega <i>et al.</i> , 2010) . | 27 |
| Figura 7 Representación de KPIs con Esquemas Pre conceptuales (Castro y Zapata, 2013) | 28 |
| Figura 8 Plantilla Indicador de Rendimiento de Proceso (Del-Río-Ortega <i>et al.</i> , 2012) | 28 |
| Figura 9 Árbol de Constituyentes de un KPI | 32 |
| Figura 10 Verbos de Objetivo del Tipo "Mejoramiento" (Zapata y Lezcano, 2008) | 38 |
| Figura 11 Árbol de Constituyentes Objetivos | 39 |

Lista de tablas

Pág.

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Comparativo Solución Propuesta vs Soluciones Anteriores | 29 |
| Tabla 2 Reglas Gramaticales | 31 |
| Tabla 3 Ejemplos KPIs Bien Definidos | 33 |
| Tabla 4 Ejemplos KPIs Mal Definidos | 36 |
| Tabla 5 Ejemplos de objetivos bien definidos | 39 |
| Tabla 6 Ejemplos de Objetivos mal definidos..... | 41 |
| Tabla 7 Objetivos y KPIs (parte 1/8) | 45 |
| Tabla 8 Relación entre Verbo Objetivo y Sustantivo cuantificador KPI..... | 53 |
| Tabla 9 Reglas Heurísticas | 54 |
| Tabla 10 Especificación KPI | 57 |
| Tabla 11 Especificación KPI Ejemplo 1..... | 57 |
| Tabla 12 Especificación KPI Ejemplo 2..... | 58 |
| Tabla 13 Especificación KPI Ejemplo 3..... | 58 |
| Tabla 14 Especificación KPI Ejemplo 4..... | 58 |
| Tabla 15 Especificación KPI Ejemplo 5..... | 58 |
| Tabla 16 Especificación KPI Ejemplo 6..... | 58 |
| Tabla 17 Especificación KPI Ejemplo 7..... | 58 |

Lista Abreviaturas

Abreviatura Término

| | |
|-----------------|--|
| <i>MDKPIBOM</i> | Un Método para la definición de Indicadores Clave de Rendimiento con base en Objetivos de mejoramiento An Improvement-goal-based method for defining Key Performance Indicators |
| <i>KPI</i> | Key Performance Indicator Indicador Clave de rendimiento |
| <i>CFG</i> | Gramática Independiente del Contexto |
| <i>O</i> | Oración |
| <i>SN</i> | Sintagma Nominal |
| <i>SV</i> | Sintagma Verbal |
| <i>D</i> | Determinante |
| <i>A</i> | Adverbio |
| <i>P</i> | Preposición |
| <i>SP</i> | Sintagma Preposicional |
| <i>V</i> | Verbo |
| <i>SV</i> | Sintagma Verbal |
| <i>N</i> | Sustantivo |
| <i>GBRAM</i> | Método de análisis de requisitos basado en objetivos |

Introducción

Los objetivos se utilizan dentro de las organizaciones para definir un estado que se desea alcanzar. Según Pintzos, Matsas y Chryssolouris (2012) un objetivo es un atributo que se debe minimizar o maximizar, mientras que Barone, Jiang, Amyot y Mylopoulos (2011) declaran los objetivos como una representación de un estado deseado de las cosas, los cuales se definen durante la planeación estratégica y se alcanzan durante la operación del negocio. Dichos objetivos se clasifican según el tipo de condición de meta deseada o la forma de nombramiento. La categorización es mejoramiento, mantenimiento o realización (Antón, 1997).

Los objetivos se deben monitorear para asegurar su cumplimiento. Los indicadores clave de rendimiento (KPIs, por sus siglas en inglés) se utilizan para este fin, ya que ofrecen criterios para determinar si los objetivos se están alcanzando (Barone *et al.*, 2011) al dar un panorama del rendimiento de las operaciones de negocio (Tsai y Cheng, 2011). Por esto, se necesitan determinar los indicadores clave de rendimiento y su relación con los objetivos (Popova y Sharpanskykh, 2010) y así asegurar que lo que se quiere medir es lo que se está midiendo.

Existen diferentes propuestas en la literatura donde se establece la relación entre objetivos e indicadores; por ejemplo, Popova y Sharpanskykh (2011) proponen un *framework* que establece la relación por medio de la noción de patrón de objetivo. Sin embargo, dicha solución limita la noción de que un objetivo se puede medir con uno o más indicadores. Por otra parte, aunque hay propuestas de relación entre objetivos e indicadores (Horkoff, Barone, Jiang, Yu, Amyot, Borgida y Mylopoulos, 2009; Tsai y Cheng, 2011), esta relación permanece implícita y, además, se requiere la intervención de expertos con conocimientos del negocio para la selección de los indicadores, lo que puede introducir subjetividad.

En esta Tesis se propone un método para la definición de KPIs con base en objetivos de mejoramiento, con el fin de dar solución a los problemas anteriormente mencionados. En el método propuesto se establece la relación explícita entre objetivos e indicadores mediante

la utilización de reglas heurísticas, lo cual garantiza la concordancia entre lo que se está midiendo y lo que se quiere medir. Además permite definir un conjunto de diferentes KPIs para la medición de un determinado objetivo; esto brinda un método formal, aplicable a cualquier organización, que sustenta la elección de sus indicadores eliminando la intervención de expertos externos. Adicional a esto, al establecer una estructura estándar para la definición de los KPIs se resuelven problemas de consistencia y formalidad.

Esta Tesis posee la siguiente estructura: en el Capítulo 1 se realiza una introducción, donde se presenta el planteamiento del problema, la justificación del problema y los objetivos generales y específicos; en el Capítulo 2 se presenta un marco teórico de los conceptos necesarios para el desarrollo del método; en el Capítulo 3 se analizan los antecedentes de soluciones que abordan la problemática planteada; en el Capítulo 4 se presenta la solución, un método para la definición de indicadores clave de rendimiento con base en objetivos de mejoramiento y, por último, en el Capítulo 5 se presentan las conclusiones y recomendaciones que se derivan de esta Tesis.

1. Planteamiento de la Tesis

1.1 Definición Problema de Investigación

Las organizaciones miden su progreso con base en el cumplimiento de sus objetivos (Selmeçi, Orosz, Györök y Orosz, 2012). Por esto, utilizan herramientas que les permiten medir el estado de sus objetivos en determinado momento y, así, tomar acciones sujetas a los resultados. Entre estas herramientas se encuentran los KPIs, los cuales se definen en términos del progreso de los objetivos (Selmeçi *et al.*, 2012).

Además, los KPIs permiten determinar el estado actual de la organización, analizar el comportamiento del rendimiento pasado y estudiar los posibles escenarios futuros (Castillo y Lorenzana, 2010). Debido al rol que juegan los KPIs dentro de las organizaciones, el proceso de definición de los mismos no es trivial.

Durante dicho proceso de definición se evidencian los siguientes problemas:

- La relación entre los KPIs y los objetivos permanece implícita, lo que impide deducir de forma directa cuál es el KPI a utilizar para medir determinado objetivo (Popova y Sharpanskykh, 2011) y realizar una verificación de concordancia, es decir, tener certeza que lo que se está midiendo es lo que se quiere medir.
- Se presenta falta de consistencia al tener indicadores que expresan la misma métrica, utilizan la misma información pero se calculan y se definen de forma diferente. Esto impide, por ejemplo, realizar comparaciones de rendimiento con otras organizaciones o dentro de la misma organización (Pintzos *et al.*, 2012).
- Los esfuerzos puestos en la definición de los objetivos y los indicadores de rendimiento se realizan de forma informal y de manera *ad-hoc* (Popova, y Sharpanskykh, 2010).
- El proceso de descubrimiento de indicadores clave de rendimiento no es trivial, es específico de cada empresa y se utilizan diferentes fuentes de información para extraerlos. Sin embargo, dichas fuentes de información son incompletas e imprecisas. Por lo tanto, se requiere la incorporación de expertos dentro del descubrimiento de los indicadores, pero se presenta un problema adicional, ya que

los expertos omiten indicadores por considerarlos obvios (Popova, y Sharpanskykh, 2010).

- Los gerentes ignoran algunos indicadores de rendimiento al enfocarse en la preocupación en los indicadores a corto plazo y la congruencia del balance, por lo cual olvidan incluir los indicadores a largo plazo (Tsai y Cheng, 2011).
- La identificación de KPIs dentro de las organizaciones es un punto crítico. Por consiguiente, en la mayoría de las aplicaciones se seleccionan los KPIs de forma subjetiva generando dudas durante la implementación (Chen y Lin, 2006).

1.2 Justificación

En las organizaciones se presentan diferentes necesidades como la importancia de determinar los indicadores relevantes y conocer cómo se relacionan con los objetivos y las actividades realizadas (Popova y Sharpanskykh, 2010), reflejar los principales indicadores de rendimiento de la organización en los objetivos (Popova y Sharpanskykh, 2011), realizar un enfoque más sistemático para la definición de los KPIs (Popova y Sharpanskykh, 2010) y realizar una selección precisa de los KPIs que permita realizar una buena implementación de sistemas de indicadores.

Con el desarrollo de esta Tesis se busca suplir estas necesidades y atacar los problemas mencionados en el numeral anterior. Para esto, se presenta una solución con las siguientes características:

- Se define una estructura estándar para los KPIs, lo que permite solucionar problemas de consistencia y de completitud frente a otras propuestas.
- Se realiza una definición formal de los KPIs, ayudando a las organizaciones a tener un mejor entendimiento de sus indicadores y eliminando problemas de informalidad en la definición de los mismos.
- Se establece una relación explícita entre los objetivos y los KPIs, que permite a las organizaciones deducir de manera directa cuál es el indicador apropiado para medir determinado objetivo.
- Se toman como punto de partida los objetivos para la definición de los indicadores clave de rendimiento, ya que los objetivos son el lenguaje cómodo y familiar dentro de las organizaciones.

- Se permite la medición de los objetivos mediante uno o más indicadores clave de rendimiento.
- Se elimina la intervención de expertos externos que pueden inyectar subjetividad a la hora de seleccionar los indicadores de rendimiento para la organización.
- Se asegura que existe concordancia entre lo que se mide y lo que se quiere medir.
- Se permite aplicar a cualquier organización, dado que se prescinde del conocimiento del contexto.
- Se desarrolla un método formal para la generación de indicadores de rendimiento que se puedan seleccionar en la organización.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Generar un método para la definición de indicadores clave de rendimiento (KPI, por sus siglas en inglés) tomando como base los objetivos de mejoramiento de una organización.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar las principales características de los KPIs y definir una estructura estándar de los mismos.
- Analizar los objetivos de mejoramiento para identificar la forma como se definen dentro de la organización.
- Con base en las características de los KPIs y los objetivos de mejoramiento, establecer la relación entre ambos elementos.
- Plantear el método basado en reglas para la definición de KPIs tomando como punto de partida los objetivos de mejoramiento.
- Desarrollar un caso de estudio con inteligencia de negocios para la validación de las reglas.

2. Marco teórico

2.1 Conceptos Teóricos

En esta Sección se describen los conceptos teóricos básicos de esta Tesis, como son, los indicadores clave de rendimiento (KPI, por sus siglas en inglés), los objetivos y su clasificación y la definición de análisis sintáctico.

2.1.1 KPIs

Los indicadores clave de rendimiento se definen como un término de la industria para una medida o métrica que evalúa el rendimiento respecto de algún objetivo. Además, se utilizan comúnmente en las organizaciones para medir tanto el éxito como la calidad en el cumplimiento de sus objetivos, la promulgación de los procesos o la entrega de productos y servicios (Barone *et al.*, 2011). Por su parte, Semelci *et al.* (2012) definen los KPIs como herramientas que muestran el rendimiento de un objetivo en particular y la distancia actual para alcanzar su cumplimiento.

Tsai y Cheng (2011) sostienen que el resultado de las operaciones de negocio es el rendimiento y, al ser los KPIs una herramienta de evaluación del rendimiento, permiten la evaluación de los objetivos de la organización y la buena gestión del rendimiento.

Uno de los usos de los KPIs, es que contribuyen al alineamiento de las actividades diarias de las organizaciones con sus objetivos, al permitir la cuantificación de los aspectos de las actividades como las entradas y las salidas (Horkoff *et al.*, 2009). Otra de las ventajas de los KPIs es que permiten conocer la distancia entre los objetivos planteados y el estado actual de la organización, así como la identificación de los cuellos de botella (Selmeci *et al.*, 2012).

Los KPIs ayudan a realizar una validación sobre los puntos que están fallando dentro de la organización y, de este modo, incrementar los esfuerzos sobre dichos puntos (Jackson, 2009). Además, admiten la cuantificación de diferentes aspectos de la realidad,

posibilitando el análisis del rendimiento pasado y posibles escenarios futuros (Castillo y Lorenzana, 2010).

2.1.2 Objetivos de Mejoramiento

Los objetivos dentro de las organizaciones conforman el lenguaje que utilizan los gerentes para tener un entendimiento claro de lo que se desea alcanzar en la organización (Antón, 1997). Por esto, existen diferentes métodos encaminados al análisis de los objetivos, permitiendo su identificación y clasificación. Uno de estos métodos es GBRAM (Antón, 1997) enfocado en el análisis y refinamiento de los objetivos.

Antón y Potts (1998) presentan la clasificación de objetivos de acuerdo con el tipo de meta deseada, el tema y la forma como se nombran. La clasificación por nombre se basa en las reglas heurísticas de Antón (1997), donde se define que los objetivos se nombran con base en un subconjunto estándar del lenguaje natural, donde la primera palabra es un verbo que describe el tipo de objetivo que se nombra. En esta clasificación se definen tres conjuntos de objetivos; mejoramiento, mantenimiento y realización.

El foco de la presente Tesis lo constituyen los objetivos de mejoramiento, los cuales expresan necesidades de la organización, a saber: el incremento del nivel de productividad, el aseguramiento de la consecución de un estado, el mejoramiento de calidad de una parte de la organización, el conocimiento de la cantidad o velocidad en que se incrementa algo, la continuación de algún estado o evento en un estado constante y la aceleración en la producción (Antón y Potts, 1998).

Zapata y Lezcano (2008) realizan una caracterización e identificación de los verbos objetivos a partir de un lexicón computacional, donde se agrupan los objetivos en las mismas categorías mencionadas anteriormente y se obtienen 18 verbos que se pueden emplear dentro de los objetivos de mejoramiento. Dicho conjunto de verbos es la base para la definición de los objetivos mejoramiento de esta Tesis.

2.1.3 Análisis Sintáctico

El análisis sintáctico permite analizar el lenguaje, partiendo de la premisa de que la lengua se manifiesta con una cadena de signos lingüísticos que obedecen a un orden que adopta la comunidad (Ramírez, 1987); este orden permite definir si una oración tiene sentido gramatical. Se puede definir un sistema de reglas que contenga las posibles estructuras de las oraciones de un lenguaje, donde las oraciones que cumplan con estas reglas serán oraciones gramaticales.

Chomsky (1969) define una gramática independiente del contexto (CFG), que propone la construcción de árboles a partir de un conjunto de reglas gramaticales. Mediante dicha CFG se pueden agrupar cadenas de palabras como categorías gramaticales, las cuales pueden ser léxicas o no léxicas. Las léxicas incluyen las palabras pertenecientes a un idioma. Las no léxicas incluyen las siguientes categorías: O: Oración; SN: Sintagma Nominal; SV: Sintagma Verbal; D: Determinante; A: Adverbio; P: preposición; SP: Sintagma Preposicional; V: Verbo; N: Sustantivo. Las reglas se forman con la unión de categorías gramaticales que permiten escribir las reglas con base en otras hasta llegar a reglas terminales que son las categorías léxicas del lenguaje.

3. Antecedentes

A continuación se presentan diferentes propuestas o aproximaciones de solución a la problemática planteada.

3.1 Definición de un framework para modelar la relación entre indicadores y objetivos

Popova y Sharpanskykh (2011) proponen un *framework* para modelar la relación entre indicadores y objetivos y dan lineamientos para establecer su nivel de satisfacción. Los autores reconocen la importancia de establecer dicha relación, ya que en la industria y en la academia permanece implícita. Como ellos mismos lo mencionan, la diferencia principal entre un Indicador de rendimiento y un objetivo es que el indicador de rendimiento refleja la realidad de las operaciones de la compañía, mientras los objetivos reflejan la visión de la gestión sobre el futuro de la compañía. Por esto, los indicadores de rendimiento se pueden usar para dar un panorama sobre el estado de progreso de la organización.

Para establecer la relación entre indicadores y objetivos, se establece la noción de patrón de objetivo, que es una propiedad que poseen uno o más indicadores de rendimiento. A su vez, con base en dicho patrón de objetivo se definen los objetivos, al agregar información como el momento deseado de medición o la prioridad del mismo. En la Figura 1. “Patrón objetivo” se muestra las reglas utilizadas para la definición de un patrón de objetivo basado en indicadores de rendimiento.

Figura 1 Patrón Objetivo (Popova y Sharpanskykh, 2011)

Goals are constructed based on PIs using the relations introduced below.
is_based_on: GOAL_PATTERN×PI: The goal pattern in the first argument is defined over the PI in the second argument.
uses: GOAL_PATTERN×PI_EXPRESSION: The goal pattern is defined over the PI expression.
In the goal patterns, the symbols <, >, and = from PI expressions are interpreted as functions: $PI \times \{NUM_VALUE, QUALIT_VALUE\} \rightarrow PI_EXPRESSION$, where NUM_VALUE is a sort containing all numerical values, and QUALIT_VALUE contains all qualitative values.

Para definir los patrones de objetivo a partir de los cuales se establecen los objetivos, se deben tener identificados los indicadores de rendimiento a evaluar, lo que resulta discordante con la definición de Antón (1997), donde se declara que los objetivos son el lenguaje confortable y familiar para los gerentes y es lo primero que se define para tener un entendimiento claro de lo que se desea alcanzar dentro de la organización.

Además, al definir un objetivo a partir de un indicador, la relación que se establece siempre es de uno a uno, limitando la posibilidad de evaluar un objetivo con un conjunto amplio de indicadores que supla todas las necesidades de medición.

Por otro lado, los indicadores que se toman como ejemplo se extraen de una organización encargada de la planificación de asignación de agentes de seguridad. Dichos indicadores constituyen el punto de partida para la definición del patrón de objetivo y, a su vez, de los objetivos. Sin embargo, la solución no proporciona la estructura de los indicadores.

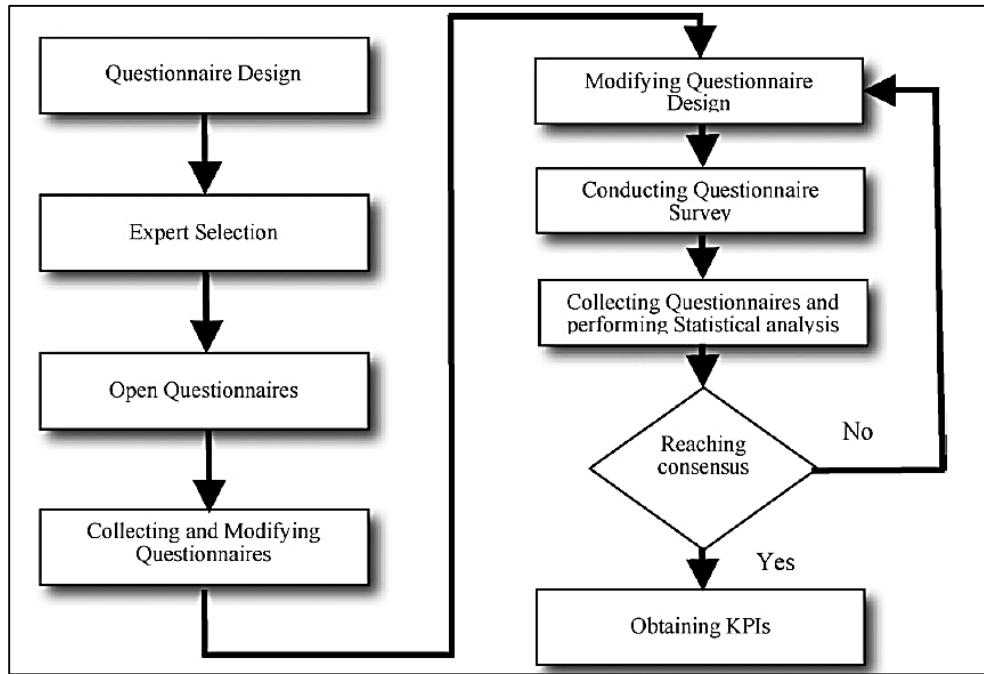
3.2 Definición de Indicadores Clave de Rendimiento mediante la utilización del Método Delphi

Tsai y Cheng (2011) realizan un análisis de la definición de los indicadores clave de rendimiento para una organización de venta *online* interesada en incrementar la venta de los productos para la tercera edad. En dicho estudio se propone la utilización de *Balance Scorecard* (BSC) para la definición de sus objetivos, ya que éste permite tener una visión global de la organización con base en cuatro factores: finanzas, clientes, procesos internos y aprendizaje y crecimiento.

Los indicadores clave de rendimiento se utilizan para evaluar las salidas de las operaciones de negocio, con lo cual ayudan a establecer las responsabilidades dentro de la organización de cada departamento, y permiten identificar las áreas donde el rendimiento no es el esperado. Con el fin de definir los indicadores de rendimiento de la tienda *online*, los autores emplean el método Delphi. Dicho método consiste en la intervención de un grupo de expertos en el tema a tratar, donde en un panel de discusión acerca de los objetivos de estudio deciden cuáles son los KPIs indicados para realizar la evaluación. En la Figura 2.

“Proceso Método Delphi” se muestra los pasos que se deben seguir para la utilización del método Delphi dentro de una organización.

Figura 2 Proceso Método Delphi (Tsai y Cheng, 2011)



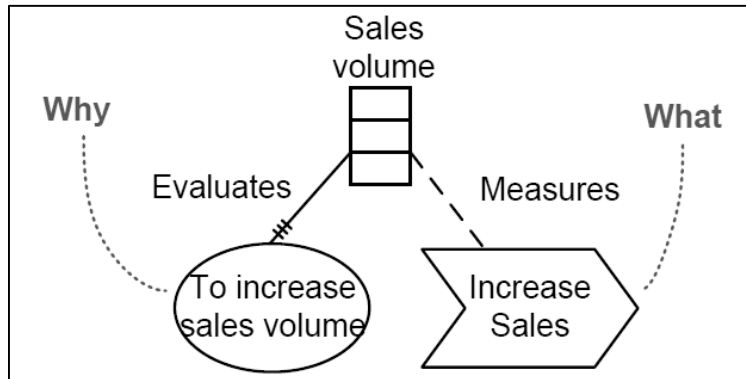
Este método se utiliza ampliamente, pero sigue presentado problemas de subjetividad, puesto que la definición de los indicadores está sujeta a la opinión del panel de expertos. Además, la relación entre los objetivos y los KPIs permanece implícita, por lo tanto, el conocimiento de la relación existente entre los objetivos y los indicadores es propio del panel de expertos y no de la organización.

3.3 Modelado Estratégico de Negocios: Representación y Razonamiento

Horkoff *et al.* (2009) proponen un modelado estratégico de negocios mediante la utilización de diferentes modelos para la toma de decisiones como el modelo de inteligencia de negocios (BIM, por sus siglas en inglés), con el propósito de analizar objetivos e indicadores en diferentes situaciones para la toma de decisiones.

Mediante la utilización de BIM se realiza una representación conceptual de los objetivos y subobjetivos de una organización, que se toma como caso de estudio, y se define una relación conceptual entre objetivos e indicadores. Como se muestra en la Figura 3. “Ejemplo Indicador Objetivo”, un indicador proporciona el por qué de la motivación de una necesidad de una medición específica.

Figura 3 Ejemplo Indicador Objetivo (Horkoff et al., 2009)

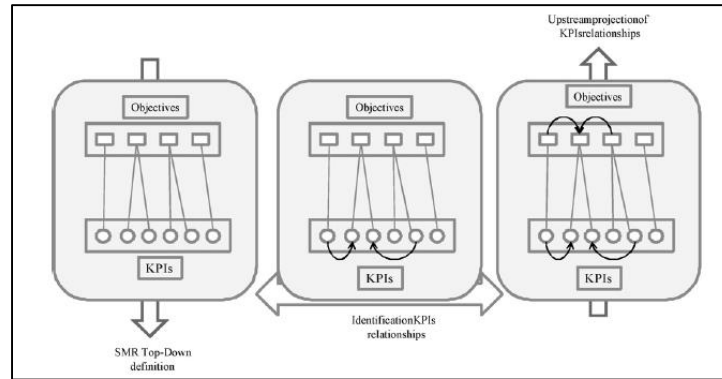


Sin embargo, para conocer el porqué de la medición, y así definir el indicador relacionado con el objetivo, se debe tener un entendimiento de la organización y de las necesidades de la misma. Con la propuesta de esta Tesis, se elimina la dependencia al conocimiento del contexto de la organización, ya que el método es aplicable a cualquier organización partiendo de sus objetivos sin un conocimiento previo de la misma.

3.4 Relaciones Cuantitativas entre Indicadores Clave de Rendimiento para soportar los Procesos de Toma de Decisiones

Rodríguez, Saiz, y Bas (2009) presentan una propuesta para cuantificar la relación existente entre indicadores de rendimiento de un sistema de medición de rendimiento (PMS, por sus siglas en inglés) y luego proyectar dicha relación sobre los objetivos asociados con cada indicador de rendimiento, como se muestra en la Figura 4. Esto se hace con el fin de proporcionar a los gerentes una toma de decisiones con mayor trazabilidad.

Figura 4 Identificación y Proyección de la relación entre KPIs (Rodríguez *et al.*, 2009)



El conjunto de objetivos con su respectivo indicador de rendimiento se debe establecer previamente. Para este estudio se tomaron los objetivos e indicadores de un sistema de medición de rendimiento de una empresa de fabricación de ropa para bebés.

Seguidamente, mediante la elaboración de una matriz de datos se establece la relación existente entre indicadores para identificar dependencias, es decir, cómo un indicador puede afectar el desempeño del otro y, al realizar la proyección a sus objetivos, identificar cómo el cumplimiento de un objetivo puede afectar el cumplimiento del otro. Sin embargo, este estudio no establece la relación directa entre indicadores y objetivos, ya que el conjunto de objetivos con su respectivo indicador se entrega previamente.

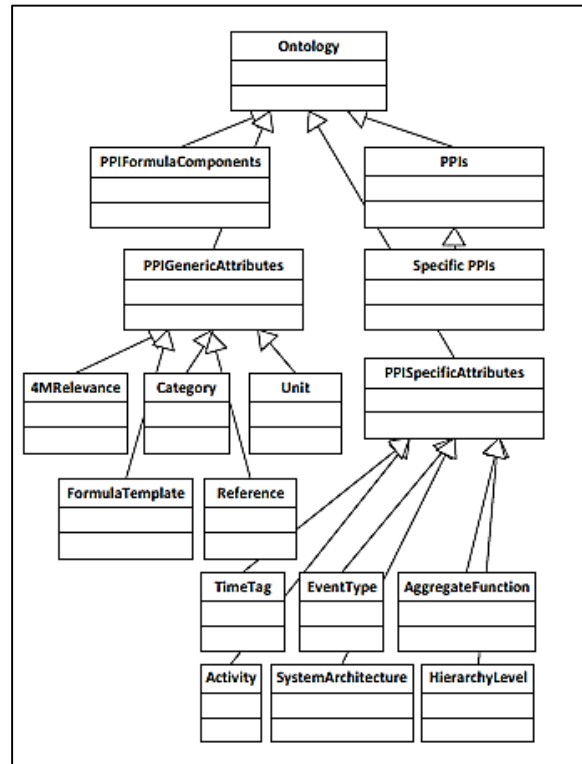
3.5 Propuestas de Definición Formal de Indicadores Clave de Rendimiento

Existen diferentes soluciones encaminadas a realizar una definición formal de los indicadores clave de rendimiento. Por ejemplo, Pintzos *et al.* (2012) presentan una ontología para la definición de indicadores. Las ontologías se utilizan para presentar una descripción explícita de los conceptos de cierto dominio seguida de las propiedades de cada concepto. Para este caso en particular, se describe un vocabulario común para las personas acerca de la definición de indicadores de rendimiento del área de manufactura.

La ontología consta de dos plantillas, una general y una específica, donde se definen los atributos de un indicador de rendimiento como se muestra en la Figura 5. "Ontología para

la definición de Indicadores”. La plantilla general posee los atributos relevantes a todos los indicadores del área de manufactura y la plantilla específica permite instanciar un indicador para un sistema de manufactura específico.

Figura 5 Ontología para la definición de Indicadores (Pintzos *et al.*, 2012)

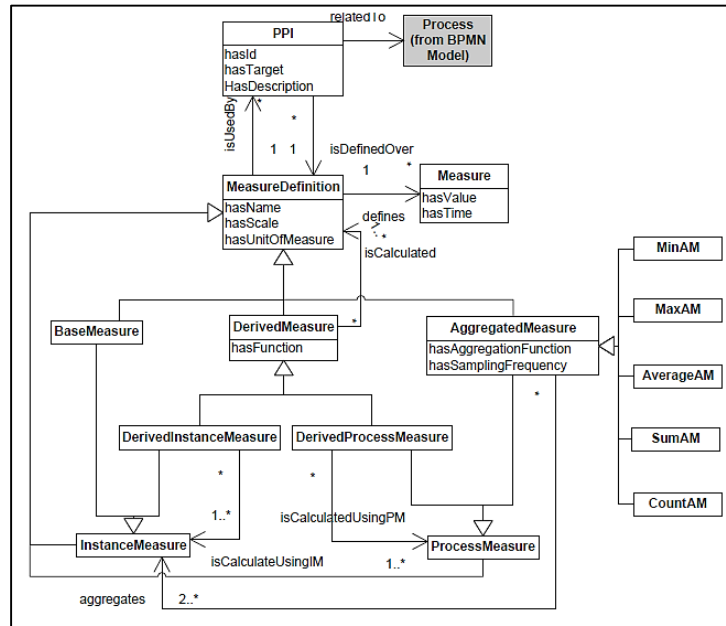


Uno de los fines de las plantillas propuestas es permitir identificar la relación con los recursos de la compañía y la relación de los indicadores entre sí, con el fin de realizar análisis y comparaciones entre diferentes indicadores de manera sencilla. Sin embargo, en esta propuesta sólo se aborda la problemática de definir una estructura formal para la definición de indicadores clave de rendimiento, pero la relación con los objetivos de la organización no se estudia. Además, al definir la ontología sólo para indicadores del área de manufactura, se limita la posibilidad de instanciar indicadores de otras temáticas.

Del-Río-Ortega, Resinas y Ruiz-Cortés (2010) evidencian la importancia de conocer el rendimiento dentro de los procesos de negocio y realizar una apropiada definición de los KPIs. Para esto, proponen una ontología que permite definir indicadores de rendimiento de proceso, expuesta en la Figura 6. “Ontología indicador de rendimiento de proceso”, que permite identificar las relaciones entre indicadores y las fases de los procesos de negocio.

La ontología propuesta suministra los lineamientos para definir indicadores de rendimiento de proceso durante las fases de diseño y análisis del ciclo de procesos de negocio, que permita a los analistas de negocio realizar un soporte de indicadores más adecuado.

Figura 6 Ontología Indicador de Rendimiento de Proceso (Del-Río-Ortega et al., 2010)

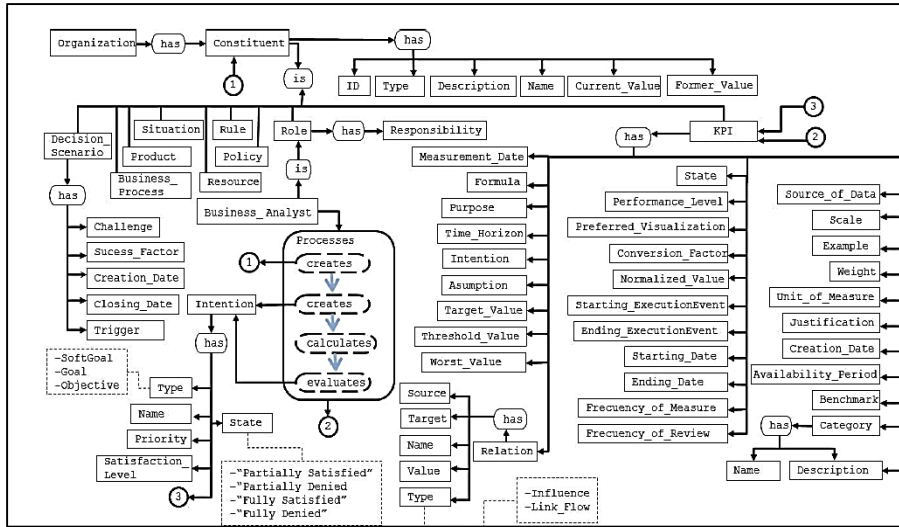


Sin embargo, la ontología presentada sólo permite definir indicadores de rendimiento de proceso, que es un subconjunto de los KPIs. Además, dicha ontología es un paso posterior a la definición, ya que se parte de un conjunto de KPIs previamente definidos para el negocio. Mediante la utilización de la ontología se pueden expresar las relaciones existentes entre los indicadores y los procesos de negocio, pero no se muestra cómo definir un KPI desde su inicio.

Castro y Zapata (2013) proponen una representación del conocimiento de los KPI por medio de esquemas preconceptuales ejecutables, que permiten representar el dominio de los indicadores y así proporcionar un fácil entendimiento a la hora de medir los objetivos. Dicha representación se muestra en la Figura 7. “Representación de KPIs con esquemas preconceptuales”.

La representación del conocimiento de los KPIs permite generar trazabilidad computacional y entendimiento para la toma de decisiones. Sin embargo, dicha representación parte de la definición previa de los KPIs, que realizan los usuarios de negocio de manera subjetiva.

Figura 7 Representación de KPIs con Esquemas Pre conceptuales (Castro y Zapata, 2013)



Del-Río-Ortega, Reyna, Toro y Ruiz-Cortés (2012) proponen la definición de indicadores de rendimiento de proceso mediante la utilización de plantillas y patrones lingüísticos. Con estas plantillas se da una guía a los usuarios de negocio para definir los indicadores. Los patrones lingüísticos son frases que se usan constantemente en el lenguaje natural y que se pueden reutilizar mediante parametrización. En la Figura 8. “Plantilla indicador de rendimiento de proceso” se puede observar la plantilla para la especificación de un indicador de rendimiento de proceso.

Figura 8 Plantilla Indicador de Rendimiento de Proceso (Del-Río-Ortega et al., 2012)

| | |
|-------------|---|
| PPI-<ID> | <PPI descriptive name> |
| Process | <process ID the PPI is related to> |
| Goals | <strategic or operational goals the PPI is related to> |
| Definition | The PPI is defined as { <DurationMeasure> <CountMeasure> <ConditionMeasure> <DataMeasure> <DerivedMeasure> <AggregatedMeasure> } [expressed in <unit of measure>]. |
| Target | The PPI value must { be {greater lower} than [or equal to] <bound> be between <lower bound> and <upper bound> [inclusive] fulfil the following constraint: <target constraint> } |
| Scope | The process instances considered for this PPI are { the last <n> ones those in the analysis period <AP-x> } |
| Source | <source from which the PPI measure can be obtained> |
| Responsible | { <role> <department> <organization> <person> } |
| Informed | { <role> <department> <organization> <person> } |
| Comments | <additional comments about the PPI> |

Sin embargo, la plantilla deja la definición de la métrica del KPI a criterio de los usuarios de negocio y no se proporciona una forma de validación de la métrica del KPI definido. Además, sólo se admite la definición de indicadores de rendimiento de proceso.

Después de estudiar las diferentes propuestas que abordan la problemática planteada. Se presenta un cuadro comparativo en la Tabla 1. “Comparativo solución propuesta vs soluciones anteriores” se muestra los criterios que cubre la solución propuesta frente a las otras propuestas estudiadas. Se puede evidenciar que ninguna de las propuestas anteriores contempla todos los criterios que ofrece la propuesta que se realiza en esta Tesis de Maestría.

Tabla 1 Comparativo Solución Propuesta vs Soluciones Anteriores

| CRITERIO | ANTECEDENTES | | | | |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------|
| | (Pintzos <i>et al.</i> , 2012) | (Popova y Sharpanskykh, 2011) | (Tsai y Cheng, 2011) | (Horkoff <i>et al.</i> , 2009) | Solución Propuesta |
| Estructura | X | | | | X |
| Definición formal | X | X | X | X | X |
| Relación Explícita | | X | | | X |
| Punto de partida | | | X | X | X |
| Generalidad | | | X | | X |
| Completitud | X | X | | X | X |
| Objetividad | | | | X | X |
| Concordancia | | X | X | X | X |
| Independencia del contexto | | X | | | X |

4. Solución

Con el fin de establecer una relación explícita entre los objetivos y los KPIs, se propone un método que permite la generación de KPIs a partir de los objetivos de mejoramiento. Para tener un mayor entendimiento del método propuesto, primero se define la estructura gramatical que debe tener un KPI bien formado, luego se explica porque es importante establecer dicha relación y, por último, se expone el método propuesto.

4.1 Definición Estructura Gramatical de un KPI

La definición de los KPIs es un paso fundamental para lograr una medición acertada y un mayor entendimiento de los gerentes sobre lo que se desea medir en la organización. Sin embargo, dicha definición no es un procedimiento trivial, ya que las fuentes de información para extraer los KPIs son incompletas e imprecisas. Además, los expertos del dominio que se involucran en el negocio omiten indicadores clave de rendimiento por considerarlos obvios (Viara y Sharpanskykh, 2010). Existen algunas propuestas enfocadas en la definición de indicadores clave de rendimiento, pero algunas de éstas, al ser a nivel de aplicación o demasiado formales, se tornan de difícil entendimiento para los administradores o usuarios de negocio. (Del-Río-Ortega *et al.*, 2012). Por esto, se propone un modelo basado en reglas gramaticales para la definición de indicadores clave de rendimiento, que sean de fácil entendimiento para los analistas, al ser cercanas al lenguaje natural. Dichas reglas se describen en el numeral posterior.

4.1.1 Reglas Gramaticales

Con el objeto de establecer un lenguaje común y un modelo estándar para la definición de la métrica de KPI bien definido, se realiza un análisis sobre las métricas de un conjunto de KPIs para identificar la estructura gramatical que comparten. Gracias a esto se definen las reglas gramaticales que la métrica de un KPI bien definido debe cumplir.

Una métrica de un KPI bien definido se compone de un sintagma nominal (SN) y un sintagma preposicional (SP). Esta composición permite identificar la finalidad que persigue el KPI. El primer argumento muestra la relación que desea establecer la organización con miras a alcanzar sus objetivos y el segundo argumento muestra el objeto que la

organización desea medir. Por ejemplo, el KPI “Porcentaje de incremento de la base de clientes” se compone:

SN = Porcentaje de incremento SP = de la base de clientes

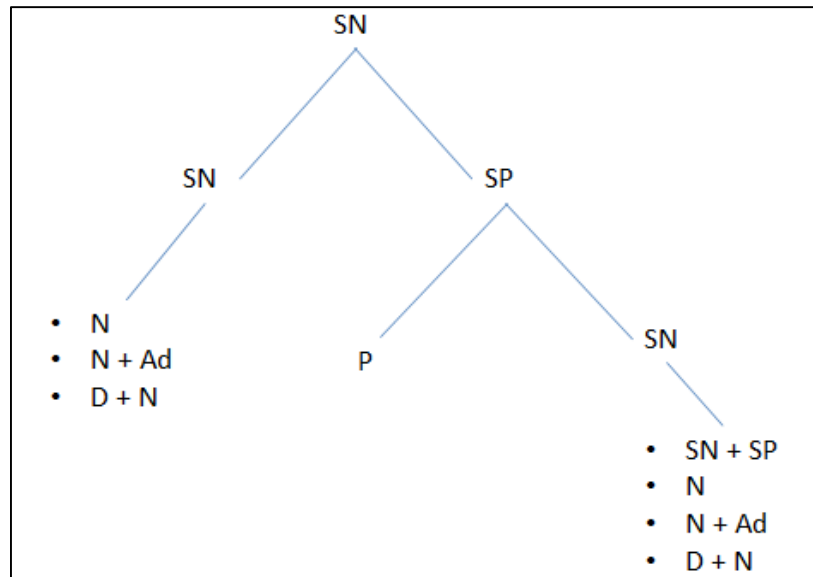
El SN indica que el resultado final que desea conocer la organización se da en términos de porcentaje de incremento (la relación que se desea medir) y el SP indica que la base de clientes es un punto clave dentro de la organización para lograr sus objetivos (el objeto de medición).

A continuación, en la Tabla 2. “Reglas gramaticales” se listan las reglas gramaticales a las que toda métrica de un KPI bien definida se debe ajustar. Las reglas se resumen gráficamente en la Figura 9. “Árbol de constituyentes de un KPI”.

Tabla 2 Reglas Gramaticales

| Numeral | Regla Gramatical |
|---------|---|
| I. | Todo KPI debe tener la forma de un sintagma nominal (SN). |
| II. | La forma del sintagma nominal para KPIs siempre es $SN = SN + SP$, donde SN es sintagma nominal y SP sintagma preposicional. |
| III. | El SN que hace las veces de primer argumento en el SN enunciado en la regla ii puede tomar cualquiera de las siguientes formas $SN = N$; $SN = N + Ad$ o $SN = D + N$, donde N es sustantivo, Ad es adjetivo y D es determinante. |
| IV. | El SP que hace las veces de segundo argumento en el SN enunciado en la regla ii es de la forma $SP = P + SN$, donde P es preposición y SN es sintagma nominal. |
| V. | El último SN del árbol perteneciente al SP enunciado en la regla IV puede tomar nuevamente la forma de $SN = SN + SP$ o cualquiera de las definiciones que se dan en la regla iii para el SN. |
| VI. | Algunos de los sustantivos cuantificadores que se pueden utilizar para especificar un KPI bien definido son: proporción, porcentaje, número, tasa, probabilidad, cantidad, margen, nivel, aumento, retorno, costo, eficiencia y capacidad, tiempo, relación, monto. |

Figura 9 Árbol de Constituyentes de un KPI



Todo KPI bien definido debe cumplir las reglas gramaticales enunciadas, de lo contrario se considerará como un KPI mal definido gramaticalmente. Dado que, gracias a las reglas definidas, es fácil identificar cuáles KPIs se definen mal, estos se pueden analizar y modificar para cumplir con la estructura gramatical estándar propuesta.

Para ampliar el concepto, en la Tabla 3. "Ejemplos KPIs bien definidos" se presentan algunos ejemplos de KPIs bien definidos desde el punto de vista de la propuesta. En la Tabla 4. "Ejemplos KPIs mal definidos" se presentan ejemplos de KPIs mal definidos gramaticalmente acorde a la propuesta.

En los ejemplos de la Tabla 4, se puede observar que los KPIs que no cumplen con la estructura gramatical definida omiten información, ya que no se tiene claridad de lo que se desea medir y con qué fin se desea realizar la medición. De esta manera, se dificulta la

comunicación entre los usuarios de negocio, al dar información errada o incompleta de lo que es importante para la organización y de lo que realmente se desea medir.

Tabla 3 Ejemplos KPIs Bien Definidos

| Ejemplos de KPIs Bien Definidos | |
|---|--|
| KPI | Árbol de constituyentes |
| <p>Número de productos vendidos</p> <p>(Barone <i>et al.</i>, 2011)</p> | <pre> graph TD SN1[SN] --- SN2[SN] SN1 --- SP1[SP] SN2 --- N1[N] N1 --- Numero[Número] SP1 --- P1[P] P1 --- de[de] SP1 --- SN3[SN] SN3 --- N2[N] N2 --- productos[productos] SN3 --- Ad[Ad] Ad --- vendidos[vendidos] </pre> |
| <p>Costo de Empleados</p> <p>(Barone <i>et al.</i>, 2011)</p> | <pre> graph TD SN1[SN] --- SN2[SN] SN1 --- SP1[SP] SN2 --- N1[N] N1 --- Costo[Costo] SP1 --- P1[P] P1 --- de[de] SP1 --- SN3[SN] SN3 --- N2[N] N2 --- Empleados[Empleados] </pre> |

| | |
|---|--|
| <p>Porcentaje de solicitudes aprobadas (Del-Río-Ortega <i>et al.</i>, 2010)</p> | <pre> graph TD SN1[SN] --- SN2[SN] SN1 --- SP1[SP] SN2 --- N1[N] N1 --- Porcentaje[Porcentaje] SP1 --- P1[P] P1 --- de[de] SP1 --- SN3[SN] SN3 --- N2[N] N2 --- solicitudes[solicitudes] SN3 --- Ad[Ad] Ad --- Aprobadas[Aprobadas] </pre> |
| <p>Ingresos por ventas (Barone <i>et al.</i>, 2011)</p> | <pre> graph TD SN1[SN] --- SN2[SN] SN1 --- SP1[SP] SN2 --- N1[N] N1 --- Ingresos[Ingresos] SP1 --- P1[P] P1 --- por[por] SP1 --- SN3[SN] SN3 --- N2[N] N2 --- Ventas[Ventas] </pre> |

Tabla 4 Ejemplos KPIs Mal Definidos

| Ejemplos de KPIs mal definidos | |
|---|--|
| KPI | Árbol de constituyentes |
| <p>Duración promedio (Barone <i>et al.</i>, 2011)</p> | <pre> graph TD SN[SN] --- N[N] SN --- Ad[Ad] N --- Duración[Duración] Ad --- Promedio[Promedio] </pre> |
| <p>Eficiencia (Fukuda, y Patzke, 2010)</p> | <pre> graph TD SN[SN] --- N[N] N --- Eficiencia[Eficiencia] </pre> |
| <p>Disponibilidad (Pintzos <i>et al.</i>, 2012)</p> | <pre> graph TD SN[SN] --- N[N] N --- Disponibilidad[Disponibilidad] </pre> |

Al tener la estructura de un KPI bien definido, se proporcionan las herramientas para generar KPIs con una buena estructura y, además, se permite validar KPIs ya existentes dentro de las organizaciones.

Por otra parte se eliminan problemas de consistencia y mantenimiento que se originan al no tener una estructura formal de los KPIs que permita hacer comparaciones entre ellos. La estructura formal posibilita la verificación de la trazabilidad.

4.2 Estructura de un Objetivo

A continuación, se expone la clasificación de los objetivos tomada como base para esta Tesis y se propone una estructura gramatical sugerida para los objetivos, que ayuda a garantizar que lo que la organización desea alcanzar se exprese en el objetivo.

4.2.1 Clasificación Objetivos

Antón (1997) define el método de análisis de requisitos basado en objetivos (GBRAM, por sus siglas en inglés) donde se analiza la estructura de los objetivos y su clasificación para ayudar a los analistas o gerentes de negocio a entender mejor la organización.

En GBRAM se establece que los objetivos se nombran con un subconjunto estandarizado de lenguaje natural, donde la primera palabra es un verbo que describe el tipo de objetivo a nombrar y, según el verbo seleccionado, el objetivo se puede clasificar como objetivo de mejoramiento, mantenimiento o realización. Un objetivo de mejoramiento posee una meta por alcanzar y es aquel donde la meta se mantiene verdadera por un periodo de tiempo. Un objetivo de realización es aquel que necesita que una acción se realice.

A partir de esta notación para los objetivos, Zapata y Lezcano (2008) realizan una caracterización de los verbos de objetivo a partir de la cual se suministra una variedad mayor de verbos para definir objetivos de diferentes tipos.

Figura 10 Verbos de Objetivo del Tipo "Mejoramiento" (Zapata y Lezcano, 2008)

| Verbo | Sentido | Verbo | Sentido | Verbo | Sentido |
|-----------------|------------|----------------|-------------------------|--------------|------------|
| "desarrollar" | "develop" | "menguar" | "increase" | "agrandar" | "increase" |
| "desarrollarse" | "develop" | "reducir" | "increase" | "aumentar" | "increase" |
| "fomentar" | "develop" | "valorear" | "increase_the_value_of" | "aumentarse" | "increase" |
| "mejorar" | "develop" | "acrecentar" | "increase" | "decrecer" | "decrease" |
| "urbanizar" | "develop" | "acrecentarse" | "increase" | "disminuir" | "decrease" |
| "incrementar" | "increase" | "acrecer" | "increase" | "engrandar" | "increase" |

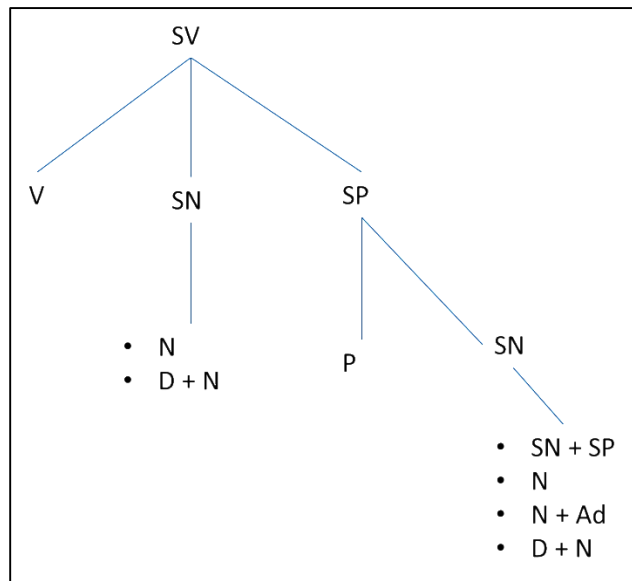
En la Figura 10. "Verbos de objetivo de tipo mejoramiento" se muestran los objetivos de tipo "mejoramiento" que servirán como base para seleccionar los objetivos de estudio para esta Tesis en su forma canónica, la cual es la forma estándar del verbo que reemplaza cualquiera de sus flexiones.

4.2.2 Estructura Gramatical Objetivos

Al realizar un análisis gramatical sobre la forma como se construyen los objetivos dentro de las organizaciones, se llega a una estructura gramatical sugerida, que proporciona un objetivo con un criterio claro de lo que se desea medir en la organización y limita los análisis subjetivos de los analistas de negocio.

En la Figura 11 se muestra el árbol de constituyentes para objetivos, según el análisis realizado, donde, el primer argumento debe ser un verbo que es el que indica la acción que desea realizar la organización (por ejemplo incrementar, disminuir, mejorar, avanzar, entre otros) y el segundo argumento un sintagma nominal y/o preposicional que indica el foco de la organización sobre el cual se desea realizar la acción que denota el verbo.

Figura 11 Árbol de Constituyentes Objetivos



A continuación en la Tabla 5. “Ejemplos de objetivos bien definidos” se presentan ejemplos de objetivos bien definidos gramaticalmente, con su respectivo árbol de constituyentes, según la estructura gramatical sugerida.

Tabla 5 Ejemplos de objetivos bien definidos

| Ejemplos de Objetivos bien definidos gramaticalmente | |
|--|--|
| Objetivo | Árbol de constituyentes |
| <p>Incrementar las unidades fabricadas (Castro y Zapata, 2013)</p> | <pre> graph TD SV[SV] --- V[V] SV --- SN[SN] V --- Inc[Incrementar] SN --- D[D] SN --- N[N] SN --- Ad[Ad] D --- las[las] N --- unidades[unidades] Ad --- fabricadas[fabricadas] </pre> |

| | |
|---|--|
| <p>Incrementar la calidad del producto de software (Barone <i>et al.</i>, 2011)</p> | <p>A syntactic tree diagram for the sentence "Incrementar la calidad del producto de software". The root node is SV, which branches into V (Incrementar), SN, and SP. The SN node branches into D (la) and N (calidad). The SP node branches into P (de) and another SN node. This second SN node branches into another SN node and an SP node. The third SN node branches into D (el) and N (producto). The fourth SP node branches into P (de) and N (software).</p> |
| <p>Disminuir el costo por empleado (Chen, 2007)</p> | <p>A syntactic tree diagram for the sentence "Disminuir el costo por empleado". The root node is SV, which branches into V (disminuir), SN, and SP. The SN node branches into D (el) and N (costo). The SP node branches into P (por) and N (empleado).</p> |

| | |
|---|--|
| <p>Mejorar los procesos internos (Wu, 2012)</p> | <pre> graph TD SV[SV] --- V[V] SV --- SN1[SN] V --- mejorar[mejorar] SN1 --- D[D] SN1 --- N[N] SN1 --- Ad[Ad] D --- los[los] N --- procesos[procesos] Ad --- internos[internos] </pre> |
|---|--|

En la Tabla 6. “Ejemplos de objetivos mal definidos” se pueden observar ejemplos de objetivos mal definidos gramaticalmente, tomando como base la estructura gramatical sugerida. Como se puede notar, los objetivos que no cumplen dicha estructura omiten información importante, ya que no se tiene claridad sobre cuál es la acción que desea realizar la organización.

Tabla 6 Ejemplos de Objetivos mal definidos

| Ejemplos de Objetivos mal definidos gramaticalmente | |
|---|--|
| Objetivo | Árbol de constituyentes |
| <p>Solicitud de préstamo (Barone <i>et al.</i>, 2011)</p> | <pre> graph TD SN1[SN] --- SN2[SN] SN1 --- SP[SP] SN2 --- N1[N] N1 --- solicitud[solicitud] SP --- P[P] P --- de[de] SP --- SN3[SN] SN3 --- N2[N] N2 --- prestamo[préstamo] </pre> |

| | |
|---|---|
| <p>Tiempo de entrega (Ghattas, Soffer, y Peleg, 2014)</p> | <pre> graph TD SN1[SN] --- SN2[SN] SN1 --- SP1[SP] SN2 --- N1[N] N1 --- Tiempo[Tiempo] SP1 --- P1[P] P1 --- de[de] SP1 --- SN3[SN] SN3 --- N2[N] N2 --- entrega[entrega] </pre> |
| <p>Calidad de producto (Ghattas <i>et al.</i>, 2014)</p> | <pre> graph TD SN1[SN] --- SN2[SN] SN1 --- SP1[SP] SN2 --- N1[N] N1 --- calidad[calidad] SP1 --- P1[P] P1 --- de[de] SP1 --- SN3[SN] SN3 --- N2[N] N2 --- producto[producto] </pre> |

4.3 Relación entre Objetivos de Mejoramiento y KPIs

Como se mencionó anteriormente en la justificación de esta Tesis, la relación entre los objetivos y los KPIs se debe determinar y formular explícitamente para asegurar que lo que se está midiendo dentro de la organización es realmente lo que se quiere medir.

Con el método que se desarrolla en el siguiente numeral se solucionan problemas como la dependencia con el contexto para la definición de KPIs dentro de una organización. Además, se establece una relación entre objetivos y KPIs de uno a muchos, es decir, un objetivo se puede evaluar con uno o más KPIs y la relación entre ambos se establece explícitamente, lo que permite a los gerentes de la organización definir sus indicadores de forma directa, al tener definidos sus objetivos.

4.4 Método propuesto

Se presenta un método para la definición de KPIs basados en objetivos de mejoramiento, nombrado en lo que resta como MDKPIBOM, donde.

MDKPIBOM consta de tres pasos fundamentales:

1. Identificar los Objetivos a evaluar
2. Convertir los objetivos a su forma canónica
3. Aplicar las Reglas Heurísticas para obtener los KPIs

A continuación, se amplía cada uno de los numerales del método propuesto.

4.4.1 Identificar los Objetivos a Evaluar

El primer paso a llevar a cabo en el método MDKPIBOM es la identificación de los objetivos a evaluar en la organización. Para este paso, los gerentes o analistas de negocio, que conocen los objetivos de la organización que se desean medir, pueden intervenir o utilizar métodos como el GBRAM (Antón, 1997), que guía a las organizaciones en la identificación y clasificación de sus objetivos. Los objetivos que se emplean son del tipo mejoramiento, es decir los objetivos cuyo verbo inicial se encuentra en la lista de verbos de tipo de mejoramiento de la Figura 10. “Verbos de objetivo de tipo mejoramiento”.

Los objetivos de mejoramiento son aquellos que impulsan a las organizaciones a alcanzar un estado deseado de progreso en una actividad, área, departamento o proceso, entre otros.

4.4.2 Convertir Objetivos a su forma Canónica

Después de identificar los objetivos que se desea medir dentro de la organización, se debe validar la forma gramatical de dichos objetivos para aplicar apropiadamente las reglas heurísticas y así obtener los KPIs relacionados.

Dichos objetivos se deben convertir a su forma canónica, es decir, el primer verbo en infinitivo que, por convención, representa todas las otras formas flexibles del verbo.

A continuación, por medio de un ejemplo se muestra la conversión de un objetivo a su forma canónica:

Objetivo: Incremento de la satisfacción del Cliente

Forma Canónica del Objetivo: Incrementar la satisfacción del cliente.

Luego de convertir todos los objetivos de interés a su forma canónica se deben aplicar las reglas heurísticas que se presentan en el siguiente numeral.

4.4.3 Reglas Heurísticas

A continuación se definen las reglas heurísticas para establecer la relación explícita entre los objetivos de mejoramiento y los indicadores clave de rendimiento. Dichas reglas se apoyan en la heurística, es decir configuraciones que se obtienen de experiencias exitosas del pasado. Son reglas plausibles pero no infalibles y que evita examinar todas las posibles secuencias.

4.4.3.1 Establecer Relación entre Objetivos y KPIs

Se toma una muestra de más de 100 objetivos con sus respectivos KPIs para, mediante un sondeo estadístico, determinar la relación existente objetivos y KPIs. Para la muestra, se toman como objeto de estudio los objetivos nombrados con verbos de mejoramiento, es decir los verbos que indican que la organización desea alcanzar un estado superior en un proceso, como funcionalidad, operación y otros. Los objetivos de estudio se llevan a su forma canónica y su estructura gramatical se valida con la estructura anteriormente sugerida.

Como se puede observar, en la Tabla 7. “Objetivos y KPIs” se establece una relación entre el verbo de mejoramiento del objetivo y el primer sustantivo que compone el KPI. Anteriormente, en la estructura de un KPI bien formado se definió al primer sustantivo de un KPI como aquel que indica el tipo de medición que se desea realizar sobre el objetivo y al verbo que compone el objetivo como aquel que indica el tipo de acción que desea realizar la organización.

Tabla 7 Objetivos y KPIs (parte 1/8)

| Objetivo | Indicador Clave de Rendimiento | Referencia | Relación |
|--|---|--|------------------------|
| Incrementar las unidades fabricadas | Proporción de unidades fabricadas | (Castro y Zapata, 2013) | incrementar—proporción |
| Incrementar la cuota de mercado | Porcentaje de incremento de la base de clientes | (Castro y Zapata, 2013) | incrementar—porcentaje |
| Incrementar la calidad del producto de software | Promedio del número de defectos | (Barone <i>et al.</i> , 2011) | incrementar—promedio |
| Incrementar los productos vendidos | Número de productos vendidos | (Barone <i>et al.</i> , 2011) | incrementar—número |
| Incrementar los productos vendidos | Costo de empleado | (Barone <i>et al.</i> , 2011) | incrementar—costo |
| Incrementar la eficiencia del departamento de TI | Porcentaje de eficiencia del departamento de TI | (Frank, Heise, Kattenstroth y Schauer, 2008) | incrementar—porcentaje |
| Disminuir la solicitud de crédito | Promedio de duración | (Barone <i>et al.</i> , 2011) | disminuir—promedio |
| Incrementar la satisfacción del cliente | Porcentaje de clientes que regresan | (Popova y Sharpanskykh, 2010) | incrementar—porcentaje |
| Incrementar la satisfacción del cliente | Porcentaje de entregas a tiempo | (Popova y Sharpanskykh, 2010) | incrementar—porcentaje |
| Incrementar la satisfacción del cliente | Número de quejas | (Popova y Sharpanskykh, 2010) | incrementar—número |
| Mejorar el proceso de informatización | Tasa de distribución de documentos electrónicos entre los organismos internos | (Moon, Lee, Yoo, Yu y Leem, 2008) | mejorar—tasa |
| Mejorar el proceso de informatización | Tasa de aprobación oficial electrónica entre los organismos internos | (Moon <i>et al.</i> , 2008) | mejorar—tasa |

Tabla 7 Objetivos y KPIs (parte 2/8)

| Objetivo | Indicador Clave de Rendimiento | Referencia | Relación |
|--|--|-----------------------------|-------------------------|
| Mejorar el servicio a la población civil | Número de casos electrónicos de servicio a la población civil | (Moon <i>et al.</i> , 2008) | mejorar— número |
| Mejorar el servicio a la población civil | Tiempo para tratar los casos de la población civil | (Moon <i>et al.</i> , 2008) | mejorar— tiempo |
| Mejorar el servicio a la población civil | Tasa de notificación electrónica de casos de la población civil frente todos los casos de la población civil | (Moon <i>et al.</i> , 2008) | mejorar— tasa |
| Incrementar participación <i>online</i> | Número de días para tratar los casos de la población civil | (Moon <i>et al.</i> , 2008) | incrementar— número |
| Incrementar participación <i>online</i> | Número de casos y sugerencias de la población civil | (Moon <i>et al.</i> , 2008) | incrementar— número |
| Incrementar la estandarización integrada | Promedio de tiempo de inactividad de la unidad de equipamiento | (Moon <i>et al.</i> , 2008) | incrementar— promedio |
| Incrementar la estandarización integrada | Tiempo de apertura en red | (Moon <i>et al.</i> , 2008) | incrementar— tiempo |
| Incrementar la seguridad de la información | Costo de emitir las autenticaciones personales | (Moon <i>et al.</i> , 2008) | incrementar— costo |
| Incrementar la seguridad de la información | Costo de verificar las autenticaciones personales | (Moon <i>et al.</i> , 2008) | incrementar— costo |
| Avanzar la industria de energía | Probabilidad de nueva creación de mercado | (Lee, Park y Kim, 2013) | avanzar— probabilidad |
| Avanzar la industria de energía | Tasa de reducción del consumo de energía | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | avanzar— tasa |
| Avanzar la industria de energía | Tasa de reducción de polución | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | avanzar— tasa |
| Avanzar la industria de energía | Tasa de sustitución de energía fósil | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | avanzar— tasa |
| Avanzar la industria de energía | Tasa de la localización | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | avanzar— tasa |
| Avanzar la industria de energía | Número de empleos creados | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | avanzar— número |
| Avanzar la industria de energía | Número de tecnologías genéricas exitosas para el uso público | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | avanzar— número |
| Mejorar el proceso de informatización | Tiempo de impresión de documentos administrativos | (Moon <i>et al.</i> , 2008) | mejorar— tiempo |
| Incrementar los recursos de entrada | Costo de los recursos de entrada | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | incrementar— costo |
| Incrementar los recursos de entrada | Proporción de uso comparado con el plan original | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | incrementar— proporción |

Tabla 7 Objetivos y KPIs (parte 3/8)

| Objetivo | Indicador Clave de Rendimiento | Referencia | Relación |
|---|--|----------------------------|----------------------------|
| Incrementar la comercialización de la tecnología | Número de tecnologías transferidas | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | avanzar— número |
| Incrementar la comercialización de la tecnología | Monto de ingresos aumentados o reducción de costos de comercialización de tecnología | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | incrementar— monto |
| Incrementar la comercialización de la tecnología | Monto de tecnología exportada o importaciones sustituidas | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | incrementar— monto |
| Incrementar la comercialización de la tecnología | Monto de tecnología fidelizada | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | incrementar— monto |
| Incrementar la producción de I + D | Número de patentes | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | incrementar— número |
| Incrementar la producción de I + D | Número de artículos | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | incrementar— número |
| Incrementar la producción de I + D | Nivel cualitativo de patentes y artículos | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | incrementar— nivel |
| Incrementar la efectividad de I + D | Porcentaje de objetivos de I + D alcanzados | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | incrementar— porcentaje |
| Incrementar la efectividad de I + D | Índice de efectividad | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | incrementar— índice |
| Acrecentar el servicio al cliente | Tasa de beneficios por cliente <i>online</i> | (Wu, 2012) | acrecentar— tasa |
| Acrecentar el servicio al cliente | Promedio de satisfacción del cliente | (Wu, 2012) | acrecentar— promedio |
| Acrecentar el servicio al cliente | Tasa de participación de mercado | (Wu, 2012) | acrecentar— tasa |
| Mejorar el servicio para empresas | Nivel de estandarización de información pública | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | mejorar— nivel |
| Mejorar el servicio para empresas | Número de consultas sobre datos industriales y servicios adicionales | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | mejorar— número |
| Mejorar el servicio para empresas | Tráfico relacionado con procesos de reingeniería | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | mejorar— tráfico |
| Incrementar la eficiencia | Porcentaje de eficiencia | (Fukuda, y Patzke, 2010) | incrementar— porcentaje |
| Mejorar la gestión de solicitudes de cambio en los sistemas de información existentes | Promedio de solicitudes de cambio | (Fukuda y Patzke, 2010) | mejorar— promedio |
| Mejorar la gestión de solicitudes de cambio en los sistemas de información existentes | Promedio de tiempo de decisión del comité | (Fukuda y Patzke, 2010) | mejorar— promedio |

Tabla 7 Objetivos y KPIs (parte 4/8)

| Objetivo | Indicador Clave de Rendimiento | Referencia | Relación |
|---|---|----------------------------------|------------------------|
| Mejorar la gestión de solicitudes de cambio en los sistemas de información existentes | Promedio de solicitudes de cambio correctivas | (Fukuda y Patzke, 2010) | mejorar—promedio |
| Mejorar la gestión de solicitudes de cambio en los sistemas de información existentes | Promedio de solicitudes de cambio perfectas y adaptadas | (Fukuda y Patzke, 2010) | mejorar—promedio |
| Mejorar la gestión de solicitudes de cambio en los sistemas de información existentes | Promedio de tiempo de la actividad de "análisis de solicitud de cambio" | (Fukuda y Patzke, 2010) | mejorar—promedio |
| Mejorar la gestión de solicitudes de cambio en los sistemas de información existentes | Número de solicitudes de cambio con estado "en análisis" | (Fukuda y Patzke, 2010) | mejorar—número |
| Mejorar la gestión de solicitudes de cambio en los sistemas de información existentes | Número de solicitudes de cambio por tipo de cambio | (Fukuda y Patzke, 2010) | mejorar—número |
| Mejorar la gestión de solicitudes de cambio en los sistemas de información existentes | Número de solicitudes de cambio por proyecto | (Fukuda y Patzke, 2010) | mejorar—número |
| Mejorar la gestión de solicitudes de cambio en los sistemas de información existentes | Número de solicitudes de cambio por aplicación | (Fukuda y Patzke, 2010) | mejorar—número |
| Mejorar la gestión de solicitudes de cambio en los sistemas de información existentes | Promedio de duración de la solicitud de cambio | (Fukuda y Patzke, 2010) | mejorar—promedio |
| Incrementar el beneficio neto un 10% | Cantidad de beneficio neto (ventas) | (Rodríguez <i>et al.</i> , 2009) | incrementar—cantidad |
| Disminuir el exceso entre lo producido y lo vendido | Variabilidad de inventario | (Rodríguez <i>et al.</i> , 2009) | disminuir—variabilidad |
| Disminuir el exceso entre lo producido y lo vendido | Número de órdenes por semana (velocidad de las ventas) | (Rodríguez <i>et al.</i> , 2009) | disminuir—número |
| Disminuir el exceso entre lo producido y lo vendido | Proporción de modelos vendidos frente a los modelos producidos | (Rodríguez <i>et al.</i> , 2009) | disminuir—proporción |

Tabla 7 Objetivos y KPIs (parte 5/8)

| Objetivo | Indicador Clave de Rendimiento | Referencia | Relación |
|--|---|----------------------------------|----------------------|
| Desarrollar un plan de entrenamiento personalizado | Promedio de horas anuales respecto de las horas trabajadas anuales | (Rodríguez <i>et al.</i> , 2009) | desarrollar—promedio |
| Mejorar la relación calidad—precio | Promedio de solicitudes de repetición respecto de las que los clientes piden repetir | (Rodríguez <i>et al.</i> , 2009) | mejorar—promedio |
| Acrecentar la excelencia académica | Calidad de los nuevos estudiantes | (Hanover Research, 2010) | acrecentar—calidad |
| Acrecentar la excelencia académica | Calidad de la facultad | (Hanover Research, 2010) | acrecentar—calidad |
| Acrecentar la excelencia académica | Calidad de la disciplina o programa | (Hanover Research, 2010) | acrecentar—calidad |
| Mejorar el servicio al cliente de las llamadas de emergencia | Número de llamadas recibidas y completadas cada mes | (Hanover Research, 2010) | mejorar—número |
| Mejorar el servicio al cliente de las llamadas de emergencia | Promedio de tiempo de respuesta para las llamadas completadas cada mes | (Hanover Research, 2010) | mejorar—promedio |
| Mejorar el servicio al cliente de las llamadas de emergencia | Promedio de horas cobradas por llamadas cada mes | (Hanover Research, 2010) | mejorar—promedio |
| Mejorar el servicio al cliente de las llamadas de emergencia | Promedio de duración que necesitan las llamadas para completarse | (Hanover Research, 2010) | mejorar—promedio |
| Mejorar el servicio al cliente de las llamadas de emergencia | Número de llamadas "muy calientes" y "muy frías" recibidas cada mes | (Hanover Research, 2010) | mejorar—número |
| Mejorar la planta física de la universidad | Porcentaje de horas de mantenimiento proactivo a las construcciones | (Hanover Research, 2010) | mejorar—porcentaje |
| Mejorar la planta física de la universidad | Porcentaje de trabajos de mantenimiento preventivo completados | (Hanover Research, 2010) | mejorar—porcentaje |
| Mejorar las relaciones del servicio al cliente | Cantidad de trabajo pendientes de proyectos menores necesarios en la planeación interna | (Hanover Research, 2010) | mejorar—cantidad |
| Mejorar las relaciones del servicio al cliente | Cantidad de trabajo pendiente de proyectos mayores en la planeación interna | (Hanover Research, 2010) | mejorar—cantidad |

Tabla 7 Objetivos y KPIs (parte 6/8)

| Objetivo | Indicador Clave de Rendimiento | Referencia | Relación |
|--|--|--------------------------|-------------------------|
| Mejorar las relaciones del servicio al cliente | Número de proyectos de construcción mayores y menores recibidos cada mes | (Hanover Research, 2010) | mejorar— número |
| Mejorar las relaciones del servicio al cliente | Número de proyectos de construcción mayores y menores en etapa de inactividad cada mes | (Hanover Research, 2010) | mejorar— número |
| Mejorar las relaciones del servicio al cliente | Número de proyectos mayores y menores completados cada mes | (Hanover Research, 2010) | mejorar— número |
| Mejorar las relaciones del servicio al cliente | Número de proyectos de diseño abiertos al final de mes para cada mes | (Hanover Research, 2010) | mejorar— número |
| Mejorar las relaciones del servicio al cliente | Número de proyectos de diseño que se reciben por cada mes sin estimación | (Hanover Research, 2010) | mejorar— número |
| Mejorar las relaciones del servicio al cliente | Promedio de duración que toma completar los proyectos de diseño | (Hanover Research, 2010) | mejorar— promedio |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Cantidad de lesiones cuando un empleado está ausente uno o más días de trabajo debido a la lesión | (Hanover Research, 2010) | incrementar— cantidad |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Cantidad de empleados que participan en la reunión mensual obligatoria departamental de seguridad | (Hanover Research, 2010) | incrementar— cantidad |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Porcentaje de uso de incapacidad de los empleados respecto del total de tiempo trabajado | (Hanover Research, 2010) | incrementar— porcentaje |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Cantidad de alertas en equipos monitoreados que requieren comunicación inmediata | (Hanover Research, 2010) | incrementar— cantidad |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Porcentaje de variación entre los gastos reales y presupuestados | (Hanover Research, 2010) | incrementar— porcentaje |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Porcentaje de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo de equipos FLS completados en la fecha programada | (Hanover Research, 2010) | incrementar— porcentaje |

Tabla 7 Objetivos y KPIs (parte 7/8)

| Objetivo | Indicador Clave de Rendimiento | Referencia | Relación |
|--|---|----------------------------|------------------------|
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Porcentaje de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo de equipos no FLS completados en la fecha programada | (Hanover Research, 2010) | incrementar—porcentaje |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Porcentaje de órdenes de trabajo de clientes completadas antes de la fecha de vencimiento comunicada | (Hanover Research, 2010) | incrementar—porcentaje |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Porcentaje de órdenes de trabajo de clientes completadas antes de la fecha de vencimiento original | (Hanover Research, 2010) | incrementar—porcentaje |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Porcentaje de órdenes de trabajo de mantenimiento de proyectos completadas antes de la fecha programada | (Hanover Research, 2010) | incrementar—porcentaje |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Cantidad de inquietudes del cliente traídas para la atención en las instalaciones administrativas en las que no se cumplieron los estándares publicados | (Hanover Research, 2010) | incrementar—cantidad |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Porcentaje de órdenes de trabajo de inquietudes del cliente solucionadas y comunicadas dentro de un día hábil | (Hanover Research, 2010) | incrementar—porcentaje |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Porcentaje de inspecciones del equipo de inquietudes completadas. | (Hanover Research, 2010) | incrementar—porcentaje |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Cantidad de cortes de vapor o eléctricos importantes | (Hanover Research, 2010) | incrementar—cantidad |
| Incrementar las unidades enfocadas en las preferencias de los clientes | Porcentaje de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo que tienen lugar dentro del mes programado | (Hanover Research, 2010) | incrementar—porcentaje |
| Incrementar los recursos de entrada | Costo de desarrollo | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | incrementar—costo |
| Disminuir los eventos adversos después del alta | Promedio de tiempo de retraso entre la orden y la transcripción | (Chen, 2007) | disminuir—promedio |

Tabla 7 Objetivos y KPIs (parte 8/8)

| Objetivo | Indicador Clave de Rendimiento | Referencia | Relación |
|---|--|-------------------------------|------------------------|
| Incrementar el impulso al crecimiento del negocio | Cantidad de respuestas del servicio al cliente | (Wu, 2012) | incrementar—cantidad |
| Incrementar el impulso al crecimiento del negocio | Porcentaje de entrenamiento profesional | (Wu, 2012) | incrementar—porcentaje |
| Incrementar el impulso al crecimiento del negocio | Promedio de satisfacción del empleado | (Wu, 2012) | incrementar—promedio |
| Mejorar los procesos internos | Número de nuevos ítems de servicio | (Wu, 2012) | mejorar—número |
| Disminuir la rotación de empleados | Número de certificaciones profesionales o programas de formación por empleado | (Wu, 2012) | disminuir—número |
| Disminuir la rotación de empleados | Porcentaje de incremento de rotación de empleados | (Wu, 2012) | disminuir—porcentaje |
| Disminuir la rotación de empleados | Porcentaje de satisfacción de empleados | (Wu, 2012) | disminuir—porcentaje |
| Disminuir el uso de energía | Densidad de energía usada comparada con los años anteriores | (Hanover Research, 2010) | disminuir—densidad |
| Disminuir el uso de energía | Promedio de densidad de energía usada | (Hanover Research, 2010) | disminuir—promedio |
| Desarrollar el personal en I + D de energía | Número de Ph. D y magíster involucrados en el proyecto | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | desarrollar—número |
| Desarrollar el personal en I + D de energía | Número de empleados en la industria de energía entre los miembros del proyecto | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | desarrollar—número |
| Desarrollar el personal en I + D de energía | Número de programas de desarrollo de personal en I + D de energía | (Lee <i>et al.</i> , 2013) | desarrollar—número |
| Disminuir el costo por empleado | Promedio de salario por hora | (Barone <i>et al.</i> , 2011) | disminuir—promedio |
| Disminuir los eventos adversos después del alta | Promedio de tiempo de retraso entre el alta y la orden médica | (Chen, 2007) | disminuir—promedio |

Después de analizar los datos recolectados de diferentes fuentes especializadas, se pueden deducir las siguientes relaciones mostradas en la Tabla 8 entre los verbos de objetivo y los sustantivos cuantificadores de los KPIs.

Tabla 8 Relación entre Verbo Objetivo y Sustantivo cuantificador KPI

| Verbo Objetivo | Sustantivo Cuantificador KPI |
|--------------------|--|
| Mejorar | <ul style="list-style-type: none"> • Promedio • Número • Porcentaje • Cantidad • Tasa • Tiempo |
| Avanzar | <ul style="list-style-type: none"> • Número • Probabilidad • Tasa |
| Acrecentar | <ul style="list-style-type: none"> • Calidad • Promedio • Tasa |
| Incrementar | <ul style="list-style-type: none"> • Monto • Promedio • Costo • Número • Porcentaje • Cantidad • Proporción |
| Disminuir | <ul style="list-style-type: none"> • Promedio • Variabilidad • Porcentaje • Proporción • Número |
| Desarrollar | <ul style="list-style-type: none"> • Número • Promedio |

4.4.3.2 Definición de Reglas Heurísticas

Con la relación directa que se estableció en el literal anterior entre los verbos de objetivo y los sustantivos cuantificados de los KPIs, se tiene la base para la definición de las reglas heurísticas que se listan a continuación en la Tabla 9. “Reglas Heurísticas” Dichas reglas muestran la forma como se puede obtener uno o varios KPIs a partir de objetivos de mejoramiento.

Para la definición de las reglas, se define la siguiente notación: los símbolos “<” y “>” son contenedores para cualquier literal explicativo o condicional; las palabras contenidas entre “{“y “}” enuncian conjuntos del tema relacionado; las palabras contenidas dentro de “[“y “]” separadas por “|” son posibles valores a tomar.

Tabla 9 Reglas Heurísticas

| Numeral | Construcción Formal | Expresión en Lenguaje Natural |
|---------|--|--|
| I | <todo> {Objetivo} <tiene forma> [V+SN V+SN+SP] | Todo objetivo tiene estructura gramatical de verbo más un sintagma nominal y/o sintagma preposicional |
| II | <todo> {KPI} <tiene forma> [SN + SP] | Todo KPI tiene estructura gramatical de sintagma nominal seguido de un sintagma preposicional |
| III | <para todo> {Objetivo} <tiene forma> [V+SN] <existen> {KPIs} <tiene forma> [N +SP] <donde> SP = P +SN, P= [de] y SN= SN | Para todo Objetivo con la forma verbo más sintagma nominal existen KPIs con la forma de sustantivo más el sintagma preposicional donde el sintagma preposicional consta (por defecto) de una preposición = de y un sintagma nominal que es igual al sintagma nominal del objetivo. |

| Numeral | Construcción Formal | Expresión en Lenguaje Natural |
|-------------|---|---|
| IV | <p><para todo> {Objetivo} <tiene forma>[V+SN +SP]</p> <p><existen> {KPIs} <tiene forma> [N + SN +SP]</p> <p><donde> SN = SN <y> SP = SP</p> | <p>Para todo Objetivo con la forma verbo más sintagma nominal y sintagma preposicional existen KPIs con la forma de sustantivo más el sintagma nominal y preposicional del objetivo</p> |
| V | <p><si> {V} <pertenece> {Objetivo} = [Incrementar]</p> <p><entonces></p> <p>{N} <pertenece> {KPI} in [monto promedio costo número porcentaje cantidad proporción]</p> | <p>Si el verbo que pertenece al objetivo es igual a “Incrementar” entonces el sustantivo que pertenece al KPI puede tomar el valor de: monto, promedio, número, porcentaje, cantidad o proporción</p> |
| VI | <p><si> {V} <pertenece> {Objetivo} = [Mejorar]</p> <p><entonces></p> <p>{N} <pertenece> {KPI} in [promedio número porcentaje cantidad tasa tiempo]</p> | <p>Si el verbo que pertenece al objetivo es igual a “Mejorar” entonces el sustantivo que pertenece al KPI puede tomar el valor de: promedio, número, porcentaje, cantidad, tasa, tiempo.</p> |
| VII | <p><si> {V} <pertenece> {Objetivo} = [Avanzar]</p> <p><entonces></p> <p>{N} <pertenece> {KPI} in [número probabilidad tasa]</p> | <p>Si el verbo que pertenece al objetivo es igual a “Avanzar” entonces el sustantivo que pertenece al KPI puede tomar el valor de: número, probabilidad, tasa.</p> |
| VIII | <p><si> {V} <pertenece> {Objetivo} = [Acrecentar]</p> <p><entonces></p> <p>{N} <pertenece> {KPI} in [calidad promedio tasa]</p> | <p>Si el verbo que pertenece al objetivo es igual a “Acrecentar” entonces el sustantivo que pertenece al KPI puede tomar el valor de: calidad, promedio, tasa.</p> |

| Numeral | Construcción Formal | Expresión en Lenguaje Natural |
|---------|---|---|
| IX | <si> {V} <pertenece> {Objetivo} = [Disminuir] <entonces> {N} <pertenece> {KPI} in [promedio variabilidad porcentaje proporción número] | Si el verbo que pertenece al objetivo es igual a “Disminuir” entonces el sustantivo que pertenece al KPI puede tomar el valor de: promedio, variabilidad, porcentaje, proporción, número. |
| X | <si> {V} <pertenece> {Objetivo} = [Desarrollar] <entonces> {N} <pertenece> {KPI} in [número promedio] | Si el verbo que pertenece al objetivo es igual a “Desarrollar” entonces el sustantivo que pertenece al KPI puede tomar el valor de: número, promedio. |

4.4.4 Ejemplo de Aplicación del Método MDKPIBOM

Para el ejemplo de aplicación del método MDKPIBOM se toma como punto de partida el objetivo “Incremento de las unidades vendidas” (Barone *et al.*, 2011).

Seguidamente, se aplica cada uno de los pasos que se definen en el método.

1. Identificación del objetivo de mejoramiento: “Incremento de las unidades vendidas”
2. Convertir los objetivos a su forma canónica: “ Incrementar las unidades vendidas”
3. Aplicar las Reglas Heurísticas para obtener los KPIs

El objetivo “Incrementar las unidades vendidas” cumple con la estructura gramatical de sintagma verbal sugerida para los objetivos.

Es decir,

SV= V + SN

V= Incrementar

SN = D + N D= las N= Unidades vendidas

Por lo tanto, al aplicar la regla heurística III se tiene que para el objetivo con la forma de V+SN existen KPIs con la forma de N+P+SN donde SN=SN

Al aplicar la regla heurística IV se tiene que si el verbo del objetivo es igual a “Incrementar” el sustantivo cuantificador del KPI puede tomar cualquier de los siguientes valores: monto, promedio, costo, número, porcentaje, cantidad, proporción.

Así se obtienen los siguientes KPIs para el objetivo “Incrementar las unidades vendidas”:

- Objetivo: “Incrementar las unidades vendidas”
 - KPI 1: Monto de las unidades vendidas
 - KPI 2: Promedio de las unidades vendidas
 - KPI 3: Costo de las unidades vendidas
 - KPI 4: Número de las unidades vendidas
 - KPI 5: Porcentaje de las unidades vendidas
 - KPI 6: Cantidad de las unidades vendidas
 - KPI 7: Proporción de las unidades vendidas

Seguidamente, para la especificación de los KPIs se puede tomar como base la Tabla 10 presentada a continuación, donde se relacionan en la misma tabla el objetivo con los KPIs relacionados al aplicar el método MDKPIBOM.

Tabla 10 Especificación KPI

| | |
|-------------|---|
| Objetivo | < objetivo de mejoramiento que se desea evaluar> |
| KPI | < KPIs generados al aplicar las reglas heurísticas> |
| Meta | El KPI debe ser <>= valor |
| Comentarios | Comentarios adicionales relacionados con el KPI |

Tomando los KPIs generados al aplicar el método MDKPIBOM sobre el objetivo de mejoramiento “incrementar las unidades vendidas” se presenta un ejemplo de la especificación de cada uno de los KPIs.

Tabla 11 Especificación KPI Ejemplo 1

| | |
|-------------|---|
| Objetivo | Incrementar las unidades vendidas |
| KPI | Monto de las unidades vendidas |
| Meta | Monto de las unidades vendidas > Meta |
| Comentarios | Este indicador permite conocer el rendimiento de las unidades vendidas y así tomar acciones de mejoras de manera temprana |

Tabla 12 Especificación KPI Ejemplo 2

| | |
|-------------|--|
| Objetivo | Incrementar las unidades vendidas |
| KPI | Promedio de las unidades vendidas |
| Meta | Promedio de las unidades vendidas > Meta |
| Comentarios | Este indicador permite conocer el promedio de las unidades vendidas por la organización y así realizar proyecciones a futuro |

Tabla 13 Especificación KPI Ejemplo 3

| | |
|-------------|--|
| Objetivo | Incrementar las unidades vendidas |
| KPI | Costo de las unidades vendidas |
| Meta | Costo de las unidades vendidas < Meta |
| Comentarios | Este indicador le muestra a la organización cual es el costo de las unidades vendidas y si éste es rentable para la organización |

Tabla 14 Especificación KPI Ejemplo 4

| | |
|-------------|--|
| Objetivo | Incrementar las unidades vendidas |
| KPI | Número de las unidades vendidas |
| Meta | Numero de las unidades vendidas > Meta |
| Comentarios | Este indicador ayuda a los analistas de la organización a conocer el número de unidades vendidas y realizar un seguimiento de manera temprana. |

Tabla 15 Especificación KPI Ejemplo 5

| | |
|-------------|---|
| Objetivo | Incrementar las unidades vendidas |
| KPI | Porcentaje de las unidades vendidas |
| Meta | $\text{Valor1} / \text{Valor2} * 100 > \text{Meta}$ |
| Comentarios | Este indicador permite conocer el porcentaje de las unidades vendidas de la organización. |

Tabla 16 Especificación KPI Ejemplo 6

| | |
|-------------|--|
| Objetivo | Incrementar las unidades vendidas |
| KPI | Cantidad de las unidades vendidas |
| Meta | Cantidad de las unidades vendidas > Meta |
| Comentarios | Este indicador muestra a la organización la cantidad de unidades vendidas para así poder realizar un seguimiento de los mismos |

Tabla 17 Especificación KPI Ejemplo 7

| | |
|----------|--|
| Objetivo | Incrementar las unidades vendidas |
| KPI | Proporción de las unidades vendidas |
| Meta | $\text{Valor1} / \text{Valor 2} > \text{Meta}$ |

| | |
|-------------|--|
| Comentarios | Este indicador permite saber cuál es la proporción de unidades vendidas por la organización. |
|-------------|--|

Después de realizar la especificación de cada uno de los KPIs, se puede realizar el siguiente análisis: cuando el verbo de objetivo es de connotación positiva como es el caso de “Incrementar”, la meta se define, por lo general, como la superioridad ante cierto valor especificado en la organización. Por ejemplo, para este caso en particular la meta es aumentar el número o la cantidad o el monto o el porcentaje o el promedio de unidades vendidas respecto de un valor determinado. Por el contrario, para el caso del costo de las unidades vendidas las organizaciones, por lo general, lo que se desea es disminuir los costos con respecto a una meta planteada. Sin embargo, la deducción directa de las metas asociadas con cada KPI escapa al alcance de esta Tesis.

Al aplicar el método MDKPIBOM se demuestra que se puede obtener un conjunto de KPIs relacionados con el objetivo de mejoramiento seleccionado sin el conocimiento del contexto en el que se desarrolla la organización, es decir que es aplicable en cualquier industria. Además, se proporciona un método formal a las organizaciones para la selección de sus objetivos sin la intervención de expertos externos a la organización.

4.5 Caso de Estudio

Con el fin de validar el método presentado en esta Tesis se toma como caso de estudio una solución de inteligencia de negocios desarrollada dentro de una organización prestadora de servicios de salud. Con dicha solución se busca realizar seguimiento a los objetivos mediante la implementación de indicadores clave de rendimiento. Dado que las organizaciones prestadoras de servicios de salud buscan mejorar el servicio prestado a sus pacientes, es de interés conocer el estado de la oportunidad de las citas asignadas y evidenciar los posibles problemas que puedan estar padeciendo los pacientes.

Para esto, se definen tres objetivos con sus respectivos indicadores: el primer objetivo se encamina a conocer cómo mejorar la oportunidad de la organización; el segundo objetivo se enfoca en incrementar las citas oportunas y en reconocer lo que se está realizando de manera apropiada; el último objetivo se orienta a disminuir las citas con inasistencias.

A continuación se nombran los objetivos y los indicadores clave de rendimiento definidos en la organización.

- Objetivo: Mejorar Oportunidad
 - KPI: Promedio Oportunidad
 - Fórmula: (Suma días / total citas)

- Objetivo: Incrementar Citas Oportunas
 - KPI1: Porcentaje de Citas Oportunas
 - Fórmula: (Cantidad citas oportunas / total citas)
 - KPI2: Porcentaje de Citas Inoportunas
 - Fórmula: (Cantidad citas inoportunas / total citas)

- Objetivo: Disminuir Inasistencia
 - KPI: Porcentaje de Inasistencia
 - Fórmula: (Cantidad citas inasistencia / total citas)

4.5.1 Aplicación del Método MDKPIBOM

Se toman como base los mismos objetivos definidos en la organización prestadora de servicios de salud para mediante la aplicación de MDKPIBOM generar los KPIs asociados con los objetivos.

Los pasos a seguir por MDKPIBOM son:

1. Identificar los objetivos
2. Convertir los objetivos a su forma canónica
3. Aplicar reglas heurísticas para la generación de los KPIs

4.5.1.1 Caso 1

Se toma el primer objetivo “mejorar oportunidad” y se le aplican los pasos definidos por el método MDKPIBOM, como se muestra a continuación.

1. Identificar el objetivo: Mejorar Oportunidad

2. Convertir el objetivo a su forma canónica: Mejorar Oportunidad

3. Aplicar reglas heurísticas:

Al revisar la estructura del objetivo se evidencia que este cumple la forma de SV = V + SN donde V = Mejorar y el SN= N= Oportunidad

La regla heurística III enuncia que para todo objetivo con la forma V+SN existe KPIs con la forma N+SP donde el sintagma preposicional es igual a la preposición “de” más el SN del objetivo.

La regla heurística VI enuncia que si el verbo del objetivo es igual a “Mejorar” el sustantivo cuantificador que pertenece al KPI puede tomar cualquier de los siguientes valores: promedio, número, porcentaje, cantidad, tasa, tiempo.

De esta manera, se obtienen los siguientes KPIs asociados con el objetivo “Mejorar Oportunidad”

- Objetivo: Mejorar Oportunidad
 - KPI 1: Promedio de Oportunidad
 - KPI 2: Número de Oportunidad
 - KPI 3: Porcentaje de Oportunidad
 - KPI 4: Cantidad de Oportunidad
 - KPI 5: Tasa de Oportunidad
 - KPI 6: Tiempo de Oportunidad

4.5.1.2 Caso 2

Se toma el segundo objetivo “incrementar citas oportunas” definido en la organización, para el seguimiento de la oportunidad con que se realiza la asignación de citas. Para este objetivo se definen dos indicadores en la organización. El primer indicador es “porcentaje de citas oportunas” y el segundo indicador “porcentaje de citas inoportunas”. Como se muestra a continuación, el primer indicador se contempla en la solución propuesta, mientras el segundo indicador no. Esto se puede presentar porque la relación del indicador “porcentaje de citas inoportunas” tiene una relación indirecta con el objetivo, es decir, si se reduce el porcentaje de citas inoportunas el objetivo “incrementar citas oportunas” va a mejorar. Al realizar este análisis, se puede notar que el objetivo adecuado para el indicador “Porcentaje de citas Inoportunas” es “Disminuir citas inoportunas” con el cual se tendría una relación directa.

Se aplica el método MDKPIBOM:

1. Identificar el objetivo: “Incrementar citas oportunas”
2. Convertir el objetivo a su forma canónica: “Incrementar citas oportunas” y analizando los indicadores de la organización que es objeto de estudio, se propone el objetivo “Disminuir citas inoportunas”.
3. Aplicar reglas heurísticas:

Se revisa la estructura del objetivo “incrementar citas oportunas” donde se evidencia que éste posee la forma de $SV = V + SN$

Seguidamente, se aplica la regla heurística III la cual enuncia que para todo objetivo con la forma $V+SN$ existen KPIs con la forma de $N+SP$, donde $SP = P + SN$ y la preposición P toma por defecto del valor de “de” y el SN es igual al SN del objetivo.

En conjunto, se aplica la regla heurística V, la cual enuncia que si el verbo que pertenece al objetivo es igual a “Incrementar” los sustantivos cuantificadores que componen los KPIs son: monto, promedio, número, porcentaje, cantidad o proporción.

De esta manera, se obtienen los siguientes KPIs asociados con el objetivo “incrementar citas oportunas”

- Objetivo: “Incrementar citas oportunas”
 - KPI 1: Monto de citas oportunas
 - KPI 2: Promedio de citas oportunas
 - KPI 3: Número de citas oportunas
 - KPI 4: Porcentaje de citas oportunas
 - KPI 5: Proporción de citas oportunas

Además, se aplican las reglas heurísticas al objetivo propuesto “Disminuir citas inoportunas”, donde al revisar la estructura del objetivo se nota que este cumple la estructura de $V+SN$, es decir que se aplica la regla heurística III en conjunto con la regla heurística IX al ser el verbo del objetivo igual a “disminuir”.

De esta manera, se obtienen los siguientes KPIs relacionados al objetivo “Disminuir citas inoportunas”.

- Objetivo: “Disminuir citas inoportunas”
 - KPI 1: Promedio de citas inoportunas
 - KPI 2: Variabilidad de citas inoportunas
 - KPI 3: Porcentaje de citas inoportunas
 - KPI 4: Proporción de citas inoportunas
 - KPI 5: Número de citas inoportunas

4.5.1.3 Caso 3

Se toma el tercer objetivo “disminuir inasistencia” definido en la organización para realizar seguimiento a las citas sin asistencia de los pacientes.

Se aplicar el método MDKPIBOM:

1. Identificación del objetivo: “Disminuir inasistencia”
2. Convertir el objetivo a su forma canónica: Disminuir inasistencia
3. Aplicar reglas heurísticas:

Se revisa la estructura gramatical del objetivo y se evidencia que este posee la forma SV= V+SN donde V= Disminuir y SN= N = Inasistencia

Se aplica la regla heurística III que indica que para el objetivo analizado existen KPIs de la forma N+SP, donde SP = P + SN y la preposición P toma por defecto del valor de “de” y el SN es igual al SN del objetivo.

Seguidamente se aplica la regla heurística IX que enuncia que, si el verbo que pertenece al objetivo es igual a “disminuir”, entonces los sustantivos cuantificadores que puede formar los KPIs son: promedio, variabilidad, porcentaje, proporción y número.

De esta manera, se obtienen los siguientes KPIs asociados al objetivo “disminuir inasistencia”:

- Objetivo: “Disminuir inasistencia”
 - KPI 1: Promedio de inasistencia
 - KPI 2: Variabilidad de inasistencia
 - KPI 3: Porcentaje de inasistencia

- KPI 4: Proporción de inasistencia
- KPI 5: Número de inasistencia

4.5.2 Hallazgos

Mediante la realización del caso de estudio, se consigue evidenciar varios aspectos relacionados con los indicadores clave de rendimiento. Lo primero que se logra notar es que los indicadores de rendimiento definidos en la empresa prestadora de servicios de salud que tienen una relación directa con sus objetivos se incluyen dentro de la solución presentada en esta Tesis.

Para el primer objetivo “Mejorar oportunidad” los indicadores definidos previamente en la organización, también se generan por medio de la aplicación del método presentado. Además, se generan cinco KPIs adicionales que los gerentes o analistas pueden usar para la medición del objetivo analizado.

Para el segundo caso, donde el objetivo es “incrementar citas oportunas” se definen dos indicadores en la organización de estudio; el primer indicador “Porcentaje de citas oportunas” se define dentro de la solución al aplicar el método MDKPIBOM, mientras que el segundo indicador “Porcentaje citas inoportunas” no se contempla dentro de la solución, ya que no tiene una relación directa con el objetivo. Además, al aplicar el método se sugieren cuatro KPIs más que tienen una relación directa con el objetivo evaluado.

Para el tercer objetivo “disminuir inasistencia” se evidencia que al aplicar el método se obtiene el indicador clave de rendimiento que se definió anteriormente en la organización prestadora de servicios y, además, se generan cuatro KPIs adicionales para que la organización utilice.

De esta forma, se evidencia que, gracias a la aplicación del MDKPIBOM, los gerentes tienen un amplio número de posibles KPIs para la medición de sus objetivos y que estos se relacionan directamente con los objetivos, lo que permite garantizar que lo que se está midiendo en la organización es lo que realmente se quiere medir.

Por otra parte, gracias al caso real presentado en este caso de estudio, se puede demostrar que la solución que se genera con el método es cercana a la realidad y brinda herramientas

a los gerentes de las organizaciones para la definición de sus indicadores clave de rendimiento. Además, se evidencia que el método es aplicable a nivel empresarial.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Para la generación de indicadores clave de rendimiento con base en objetivos de mejoramiento se desarrolló el método heurístico MDKPIBOM, mediante el cual se logró establecer una relación directa entre objetivos y KPIs y se dieron los lineamientos específicos que deben seguir los analistas de las organizaciones para la obtención de sus KPIs a partir de sus objetivos.

Gracias al método, se logra asegurar a los gerentes de las organizaciones o analistas encargados que los indicadores clave de rendimiento que son necesarios para la medición de sus objetivos tienen una relación directa con los mismos, garantizando que lo que se desea medir es lo que realmente se está midiendo. Al aplicar el método sobre objetivos cuantificables, los indicadores generados son altamente confiables.

Se brinda un conjunto amplio de indicadores con la intención de que los analistas de negocio eliminen ciertos sesgos que se adquieren con el día a día y sea evidente que un objetivo se puede medir con un conjunto amplio de indicadores, diferentes a los que normalmente son utilizados.

Además, el método desarrollado consigue eliminar la intervención de expertos externos a la organización a la hora de seleccionar los KPIs relacionados con los objetivos. De esta forma, el conocimiento queda en la organización y no en el grupo de expertos. Además, se brinda a la organización un método formal que permite sustentar la selección de los indicadores de rendimiento para realizar la medición de cierto objetivo.

El método logra eliminar la dependencia con el contexto, es decir no se necesita conocer el dominio de la organización, ya que para la aplicación del método sólo es necesario conocer los objetivos que se desea evaluar. Así, se puede concluir que el método es aplicable a cualquier organización que tenga como necesidad la definición de sus indicadores clave de rendimiento para la medición de sus objetivos.

El método es aplicable al sector empresarial, ya que da solución a una problemática presente en todas las organizaciones, al brindar una trazabilidad entre objetivos e

indicadores y permitir mediante su aplicación la generación de un conjunto de indicadores para la medición de sus objetivos.

Por otra parte, para el desarrollo de la definición de una estructura estándar para los KPIs, se propuso un modelo estándar utilizando reglas gramaticales. Dicho modelo elimina problemas de subjetividad, al tener una guía estándar para la definición de KPIs dentro de la organización. Además, al momento de identificar KPIs que RE no cumplan con la estructura gramatical propuesta, se evidencia la posibilidad de futuros problemas al no tener claridad sobre lo que expresa dicho KPI.

Mediante este modelo se proporcionó un lenguaje común para la definición de KPIs dentro de las organizaciones, el cual elimina problemas de consistencia e integridad al proporcionar una trazabilidad de los KPIs dentro la organización, eliminando problemas como definición de diferentes KPIs para una misma métrica, problemas de mantenimiento al no tener una definición clara o problemas de comparación entre varios KPIs.

5.2 Recomendaciones

En esta Tesis se aborda la generación de indicadores clave de rendimiento con base en objetivos de mejoramiento. Para esto se establece una relación explícita entre los KPIs y los objetivos de mejoramiento y se desarrolla un método para la generación de los KPIs. Dado que los objetivos de mejoramiento constituyen uno de los tres tipos existentes para los objetivos, se recomienda definir la relación explícita entre indicadores clave de rendimiento y los objetivos de tipo mantenimiento y realización.

En el método propuesto se definen los KPIs relacionados con los objetivos de mejoramiento y se dan lineamientos para la definición de la meta del KPI; por esto, se recomienda como trabajo futuro la profundización en la definición de las metas de los KPI que de un mayor soporte a las organizaciones en la toma de decisiones. Además, de establecer una relación entre objetivos cualitativos e indicadores clave de rendimiento.

Dado que los indicadores clave de rendimiento que se generan mediante la aplicación del método son sólo los que tienen una relación directa con los objetivos, se recomienda profundizar en la generación de indicadores de rendimiento que tengan una relación

indirecta con los objetivos. Además, se recomienda extender el método a otros idiomas como el inglés por su compatibilidad.

Referencias

Anton, A. (1997). Goal Identification and Refinement in the Specification of Software-Based Information Systems (Tesis doctoral). Georgia Institute of Technology, Atlanta, Estados Unidos de América.

Anton, A. y Potts, C. The Use of Goals to Surface Requirements for Evolving Systems. (1998). *Proceedings of the 1998 International Conference on Software Engineering*, IEEE Computer Society, Washington. Estados Unidos de America

Barone, D., Jiang, L., Amyot, D., y Mylopoulos, J. (2011). Composite indicators for business intelligence. *Conceptual Modeling–ER 2011, LNCS(6998)*, 448-458.

Barone, D., Jiang, L., Amyot, D. y Mylopoulos, J. (2011). Reasoning with Key Performance Indicators. *The Practice of Enterprise Modeling, LNCS(92)*, 82-96.

Castillo, C. y Lorenzana, T. (2010). Evaluation of business scenarios by means of composite indicators. *Fuzzy Economic Review*, 15(1), 3-20.

Castro, F y Zapata, C. M. (2013). Executable pre-conceptual schemas for representing key performance indicators. *Computing Colombian Conference (8CCC)*, IEEE, Armenia. Colombia.

Chen, P. (2007). Goal-oriented business process monitoring (Tesis de Maestría). *Ottawa-Carleton Institute for Computer Science*, Ottawa, Canadá.

Chen, T.L. y Lin, K.L. (2006). Complementing AHP with Habitual Domains Theory to Identify Key Performance Indicators for Service Industry. *IEEE International Conference on Service Operations and Logistics and Informatics*, Shanghai. China.

Chomsky, N., (1969), *Aspects of the theory of syntax*, Cambridge, Estados Unidos de América, The M.I.T Press.

Chrissis, M. B., Konrad, M., y Shrum, S., (2011). *CMMI for Development: Guidelines for Process Integration and Product Improvement*, Estados Unidos de América, Pearson Education, Inc.

Del-Río-Ortega, A., De Reyna, M. R. A., Toro, A. D., y Ruiz-Cortés, A. (2012). Defining process performance indicators by using templates and patterns. *Business Process Management, LNCS (7481)*, 223-228.

Del-Río-Ortega, A., Resinas, M., y Ruiz-Cortés, A. (2010). Defining process performance indicators: An ontological approach. *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2010, LNCS (6426)*, 555-572.

Frank, U., Heise, D., Kattenstroth, H., & Schauer, H. (2008). Designing and Utilising Business Indicator Systems within Enterprise Models-Outline of a Method. *Modellierung betrieblicher Informationssysteme, P (141)*, 89-105.

Fukuda, Y., y Patzke, R. (2010). Standardization of key performance indicator for manufacturing execution system. In SICE Annual Conference 2010, Proceedings of Taipei. República de China.

Ghattas, J., Soffer, P., & Peleg, M. (2014). Improving business process decision making based on past experience. *Decision Support Systems, 59(1)*, 93-107.

Hanover Research (2008). Key performance indicators for administrative support units. Academy Administration. Recuperado de <http://www.hanoverresearch.com/>

Horkoff, J., Barone, D., Jiang, I., Yu, E., Amyot, D., Borgida, A. y Mylopoulos, J. (2009). Strategic Business Modeling: Representation and Reasoning. *Software & Systems Modeling, 7(3)*, 1015-1041.

Jackson, S. (2009). *Cult of Analytics Driving online marketing strategies using web analytics*, New York, Estados Unidos de America: Elsevier/Butterworth-Heinemann.

Lee, D. J., Park, S. J., y Kim, K. T. (2013). A Development of Key Performance Indicators for the Public RyD of Energy Technology using Balanced Scorecard Approach. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*, San Francisco. Estados Unidos de América.

Moon, H. J., Lee, S. H., Yoo, S. J., Yu, E. J., y Leem, C. S. (2008). A KPI-based performance assessment framework for korean e-Government. *Future Generation Communication and*

Networking Symposia, 2008. FGCNS'08. Second International Conference, Sanya. República de China.

Popova, V. y Sharpanskykh, A. (2011). Formal modelling of organizational goals based on performance indicators. *Data and Knowledge Engineering, 70(4)*, 335-364.

Pintzos, G., Matsas, M., y Chryssolouris, G. (2012) Defining Manufacturing Performance Indicators Using Semantic Ontology Representation. *Procedia CIRP, 3(1)*, 8-13.

Popova, V. y Sharpanskykh, A. (2010). Modeling organizational performance indicators. *Information Systems, 35(4)*, 505–527.

Ramírez, I. (1987). Estructuras lingüísticas básicas del español, México, Limusa.

Rodríguez, R. R., Saiz, J. J. A., y Bas, A. O. (2009). Quantitative relationships between key performance indicators for supporting decision-making processes. *Computers in Industry, 60(2)*, 104-113.

Selmeci, A., Orosz, I., Györök, Gy. y Orosz, T. (2012). Key Performance Indicators used in ERP performance measurement applications. IEEE 10th Jubilee International Symposium on Intelligent Systems & Informatics. Subotica. Serbia.

Tsai, Y. y Cheng, Y. (2011). Analyzing key performance indicators (KPIs) for E-commerce and Internet marketing of elderly products: A review. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 55(1)*, 126-32.

Wu, H. Y. (2012). Constructing a strategy map for banking institutions with key performance indicators of the balanced scorecard. *Evaluation and Program Planning, 35(3)*, 303-320.

Zapata, C. y Lezcano, L. (2008). Caracterización de los verbos usados en el diagrama de objetivos, *Dyna, 76(158)*, 219-228.