

Los KPIs como herramientas coadyuvantes para la evaluación de proyectos de tecnología de dispositivos médicos

KPIs as coadjuvant tools for evaluating technological projects of medical devices

Arturo Atl Rodríguez de la Torre*

Universidad Iberoamericana, departamento de estudios empresariales, México
arturoart@hotmail.com

Recibido 15, mayo, 2018

Aceptado 20, diciembre, 2018

Resumen

En México, las PYMES de la industria de los dispositivos médicos están perdiendo competitividad porque no invierten en proyectos tecnológicos innovadores. Debido a la falta de elementos para la toma de decisiones que enfrentan muchas PYMES a la hora de invertir en este tipo de proyectos, este trabajo tiene como objetivo presentar el desarrollo y diseño de varios "Indicadores Clave de Desempeño" (KPIs) que puedan contribuir a la selección de los proyectos y al proceso de toma de decisiones. La metodología empleada se puede sintetizar en cinco momentos. Encontrar los KPIs más comúnmente empleados en las empresas. Entender el objeto y alcance que tienen los KPIs para conocer el impacto que pueden tener en la organización y en sus proyectos. Explorar la relación entre la innovación y la rentabilidad. Diseñar, proponer e implementar los KPIs para la evaluación de proyectos dentro de la empresa en cuestión. Y posteriormente se simula un escenario empresarial en donde se evaluaron diversos proyectos de innovación con la ayuda de los KPIs diseñados. Al ser implementados se encontró que existían dos proyectos con mejores resultados que el resto. Posteriormente se hace la sugerencia de optar únicamente por uno de ellos. Este trabajo se basó en una empresa mexicana comercializadora de dispositivos médicos, se han utilizado pseudónimos para los nombres, denominación y demás títulos de la empresa, así como datos representativos para los valores financieros confidenciales de la empresa, buscando en todo momento proteger el interés y la confidencialidad de la organización.

Palabras clave: Indicadores clave de desempeño, PYMES, dispositivos médicos, proyectos de innovación.

JEL Classification System: C43

Abstract

In Mexico the SMEs in the medical devices industry are losing competitiveness because they do not invest in innovative technological projects. Due to the lack of decision-making elements that many SMEs face when investing in this type of projects, this work aims to present the design and development of several key performance indicators (KPIs) that can contribute to the selection of projects and decision-making process. This document is based on a SME that markets medical devices. These KPIs can provide information without investing many resources, which is a typical barrier for SMEs when they try to perform R&D. The methodology used can be summarized in 5 points. Find the most commonly used KPIs in the companies. Understand the objective and scope of KPIs in order to know the impact they can have on the company. Explore the relationship between innovation and profitability. Design, propose and implement KPIs for the evaluation of projects within the company in question. Subsequently, a business scenario was simulated in which various innovation projects were evaluated with the help of the KPIs designed. When implemented, it was found that two projects offered better results, based on the analyzed data the suggestion is to opt for only one of them. This work was based on a Mexican company that commercializes medical devices; pseudonyms have

been used for the names and other titles of the company, as well as representative data of the company's confidential financial values, seeking at all times to protect the organization's interest and confidentiality.

Keywords: KPIs, SME, medical devices, innovative projects.

INTRODUCCIÓN

Durante más de 40 años la empresa TI medica ha vendido dispositivos médicos “premium” en México, actualmente requiere encarar una nueva realidad, el mercado está migrando hacia la adquisición de productos “commodities” y es necesario no perder presencia frente a los nuevos competidores y las nuevas tendencias de los productos; la empresa debe realizar cambios en sus objetivos estratégicos, pero en lugar de arriesgarse a reposicionar la empresa matriz se ha optado por desarrollar una nueva empresa (sucursal) filial que sea mucho más eficiente y esbelta en sus procesos operativos y que pueda atacar las necesidades del mercado desde un ángulo diferente y con nuevas tácticas, a su vez se decidió integrar nuevos proyectos de innovación a la matriz para tratar de mantener su calidad y reputación como una empresa de productos “premium” buscando también recuperar participación de mercado.

Los productos que se requieren introducir en la nueva empresa filial deben ser capaces de penetrar en el mercado como productos de “bajo costo o costo accesible”, pero también deben mantener la satisfacción del cliente con una confiabilidad y calidad aceptable, la estrategia de precios es la que rige la nueva sucursal y esta estrategia no puede ser adoptada por la matriz debido a su posicionamiento en el mercado. Aunado a esto, la empresa matriz está fuertemente apalancada con sus proveedores, mismos que tienen altas exigencias comerciales, impidiéndole constituir o establecer nuevas alianzas con otras empresas. Estos proveedores con quienes la empresa está atada, no tienen una estrategia tecnológica, desde hace más de 15 años no presentan ninguna innovación en sus principales productos y desconocen la realidad del mercado mexicano; para complementar este escenario adverso, durante los últimos años la regulación sanitaria en México se volvió mucho más estricta, esto requería invertir recursos que no estaban contemplados, contratar nuevo personal vinculado con la legislación y una nueva planeación estratégica para la organización, sin embargo lejos de buscar adaptarse, innovar y actualizarse a las nuevas circunstancias, durante años sólo se pensó en “regresar al éxito comercial” que alguna vez se tuvo, la única propuesta real durante años era dirigir la empresa mirando hacia atrás, con la añoranza de revivir la gloria del pasado.

Con la creación de la sucursal filial y los recientes proyectos de innovación para la matriz se abren nuevas vertientes, además de la versatilidad para tomar decisiones, se pueden introducir al mercado nuevos productos de proveedores alternos buscando posicionarlos a través de la innovación tecnológica.

La industria de los dispositivos médicos es una industria enteramente vinculada a la tecnología, y ésta última sabemos que se mueve con mucha celeridad, sin embargo, es una industria que se encuentra altamente regulada, no sólo en México sino también a nivel internacional y esto tiene un impacto directo en la innovación. Los dispositivos y las innovaciones deben superar diversas y complejas barreras de evaluación técnica y científica para poder ingresar en el mercado; esto tiene variadas repercusiones en el comportamiento del mercado y también de los competidores de esta industria, de entre ellas se destacan dos: el ingreso al mercado de nuevas tecnologías o de nuevos competidores es complejo y complicado, y por otro lado el posicionamiento y consumo de productos, una vez que ha sido probada y adoptada una tecnología presenta usualmente periodos de permanencia prolongados. Puesto que la salud, la seguridad y la efectividad de los productos es esencial, las nuevas tecnologías pueden ser recibidas con agrado, con extrañeza, pero a menudo también con desconfianza. Por estas y más razones que se presentan a lo largo del presente proyecto es indispensable ejecutar herramientas que

contribuyan a desempeñar una gestión tecnológica diseñada para las particularidades de una empresa que debe retomar la innovación y buscar mantenerse como líder en el mercado “premium” de los dispositivos médicos para anestesia.

La empresa TI medica nació de la misma forma en que lo hacen muchos negocios, un médico mexicano anesthesiólogo empezó a recomendar a sus colegas algunos productos, sin la intención de generar ganancias sino de ayudar a sus homólogos en el desempeño de sus actividades profesionales; a través del tiempo y con la recomendación “de boca en boca” la demanda que le hacían de productos aumentaba y pronto inició un pequeño negocio de venta de dispositivos médicos. Después de algunos años se consolidó una micro empresa de dispositivos médicos para anestesia, donde además de la adquisición del producto se podía contar con la recomendación y la pericia de un reconocido médico en el medio, más aún, se podía tener la instrucción adecuada en la utilización de dichos productos.

Después de casi 30 años de estar al frente de la empresa, y de ser un líder de opinión entre los médicos anesthesiólogos del país, el fundador fallece, y con él se pierde también al líder moral e intelectual de la organización. Este evento desencadena una serie de cambios subsecuentes, se genera una completa reorganización en la administración de la empresa, se incorpora una nueva mesa directiva e inclusive las instalaciones de la empresa cambian de locación, migrando a un inmueble más adecuado conforme al crecimiento que experimentaban. Durante esta transición los retos se acumulan, las malas decisiones empiezan a repercutir en el capital social y la desorganización crece, los reajustes sacuden a la empresa en todas sus áreas y no hay claridad sobre su identidad y su misión. Sin embargo, una vez que la alta dirección logra tomar las riendas de la organización se pone de manifiesto la importancia de crear una nueva entidad comercial y de reiniciar el desarrollo de productos innovadores para alcanzar los objetivos trazados. La nueva empresa filial debe coadyuvar en el reposicionamiento de productos y contribuir en la estabilidad financiera, utilizando como propuesta el valor agregado que genera la innovación tecnológica para el beneficio de la salud pública. Se tienen altas expectativas con estas nuevas opciones, sin embargo, es fundamental evaluar el desempeño y la implementación de sus nuevos proyectos de innovación tecnológica.

OBJETIVO

Diseñar y desarrollar KPIs que contribuyan a la toma de decisiones en la elección e inversión de proyectos de innovación buscando responder: **¿Qué herramientas implementar para evaluar el desempeño de los proyectos de innovación durante su etapa de arranque** (6 meses, en el caso de la empresa en cuestión) en relación a su rentabilidad?

MARCO TEÓRICO

Un proyecto de casi cualquier naturaleza suele tener metas y objetivos, un marco de tiempo, etapas de ejecución, un propósito claramente definido etc. Los proyectos que se eligen y ejecutan en una empresa tienen un impacto mayúsculo en la organización, se podría decir que definen en gran medida el éxito o el fracaso de la empresa, optar por un proyecto o rechazarlo en el momento y las circunstancias adecuadas pueden salvar a una empresa del fracaso, ayudarle a remontar, o bien llevarla a la ruina total. Para contribuir a la evaluación de los proyectos es viable utilizar KPI. Un Indicador de rendimiento clave (KPI) es una medida de qué tan bien el proceso industrial en la organización realiza una actividad operativa que es crítica para el éxito actual y futuro de esa organización (Peng, Sun, Rose, Li, 2008, citado en Pirlog y Balint, 2016, p.173).

Pirlog y Balint (2016) nos dicen que los KPIs son herramientas que deben ser seleccionadas de acuerdo a la información que se es capaz de generar, además, se deben implementar de tal forma que provean ideas y datos para determinar ineficiencias en estrategias, políticas, cadena suministro, y sobre todo apoyar y dar respaldo en la toma de decisiones; los KPIs seleccionados deben tener una relación directa

con los objetivos estratégicos de la empresa; una larga lista de KPIs que no tienen una relación directa con los objetivos generales puede ser un indicio de un problema más grande: la falta de enfoque estratégico (Pirlog y Balint, 2016, p.184).

En el momento en que los KPIs arrojan indicaciones de que la organización no tiene una estrategia claramente definida, es recomendable entonces definir una para poder desarrollar instrumentos y seleccionar proyectos de acuerdo a dicha estrategia. La estrategia buscará llevar a la empresa a una superioridad competitiva en el mercado a través de diversas maneras, mejorando procesos para acelerar servicios, maximizando la calidad de los productos etc. Sin embargo, ni la rentabilidad sin crecimiento ni el crecimiento sin rentabilidad garantizan una superioridad del desempeño en el mercado, la capacidad de balancear la calidad y la innovación es indispensable para que las empresas mantengan un crecimiento rentable dentro de un ambiente económico global y acelerado (Cho y Pucik, 2005, p.573). De esta manera la calidad y la innovación son elementos que además de estar vinculados deben ser considerados como parte fundamental de la estrategia empresarial o corporativa.

Es importante considerar que toda la innovación que se presenta en forma de producto o servicio contempla invariablemente una dada calidad, independientemente de los rasgos cualitativos que posea, ésta deviene y se concreta en un producto o servicio, de tal suerte que podemos afirmar que: en un dado producto o servicio innovador la calidad es una cualidad intrínseca, y es en última instancia el consumidor quién juzga, percibe y cataloga un producto como “innovador”; en su juicio de valor también considera la calidad del producto. Por ende, calidad e innovación son dos conceptos de valor en donde subyace una percepción común para el consumidor. Todo producto innovador implica una dada calidad, pero no todo producto de calidad implica una innovación, se puede decir así que la innovación incorpora una dada calidad y la hace parte de sí misma. En la innovación la calidad es entonces una cualidad inherente. Es decir que, si el mercado ha calificado un producto como innovador se asume que la calidad del producto (cualquiera que esta sea) ha sido aceptada.

En los últimos años la innovación ha sido una palabra que se ha vuelto popular, es un término que especialmente las empresas vinculadas con la tecnología han insertado en su vocabulario cotidiano, sin embargo, no es la innovación la razón primordial de ser de una típica empresa con fines de lucro, es la creación y la distribución de riqueza en primera instancia lo que se busca, la rentabilidad es necesaria para la sostenibilidad, y con ella el crecimiento de la empresa y de la sociedad. Una propuesta de innovación que no está orientada y apegada a los criterios de rentabilidad de la empresa difícilmente podrá ser ejecutada. La generación de la riqueza como objetivo de la empresa es un tema que se aborda a menudo con cierto recelo, sin embargo, las empresas que transfieren a sus empleados y socios beneficios económicos impulsan fuertemente el desarrollo humano y social. Los KPIS que vinculan la calidad, innovación y rentabilidad en una empresa coadyuvan de forma directa en la sostenibilidad y desarrollo de la empresa, de forma indirecta contribuyen a custodiar el desarrollo social.

Hoy en día las empresas deben concebir un desarrollo multifacético en sus productos y servicios, se puede considerar actualmente que la “rentabilidad”, el cuidado al medio ambiente y el impacto social positivo (desarrollo social) deben ser tres tareas en la estrategia empresarial; sin embargo, los ejecutivos a menudo priorizan la rentabilidad (Sneirson, 2009). Aun así, cada vez se hace más evidente que existe un cuarto factor esencial: la **innovación tecnológica**. Por ejemplo: Se ha desarrollado evidencia empírica acerca de la relación que tienen las tecnologías de la información (IT), la innovación y el desempeño de las empresas. Las capacidades IT facilitan la innovación, y existe también evidencia empírica acerca de la influencia que tiene la innovación en el desempeño de las empresas (Turulja y Bajgoric, 2016). *Más aun, se sabe que la estrategia de innovación (particularmente I&D) tiene una importancia crucial en las empresas y una influencia positiva sobre el desempeño financiero* (Ferdaws y Anis, 2016).

Medir el impacto de esta influencia es de gran ayuda para los tomadores de decisiones.

Los KPIs de una empresa no deben sólo analizarse y proyectarse en valores financieros o de desempeño competitivo en el mercado, aun cuando ésta sea su aplicación directa, su importancia trasciende a la empresa.

Es importante tener en cuenta que, todo progreso depende de la energía; el conocimiento, así como la aplicación del mismo son medios para aplicar la energía siempre y cuando se disponga de ella, pero a su vez, sin energía el conocimiento y el desarrollo no podrían generarse (Odum, 1971). Sabemos que la tecnología depende de la energía disponible en la naturaleza, la rentabilidad de las empresas depende cada vez más de la tecnología y finalmente, de la rentabilidad de las empresas y su éxito depende en gran medida el desarrollo económico-social, uno de los objetivos primordiales de la economía. Así pues, los KPIs no son solamente un elemento de medición de las empresas para evaluar metas, objetivos y procesos, sino que pueden fungir *como herramientas para medir, relacionar, pronosticar, de forma directa o indirecta la repercusión de la innovación, la capacidad tecnológica, los proyectos de I&D con respecto a su impacto financiero e inclusive con su impacto social o ambiental.* De tal forma que la sostenibilidad de una empresa y el desarrollo económico-social son dos conceptos muy vinculados dentro de las economías capitalistas. Evaluar a través de KPIs la innovación y sus consecuencias financieras es por así decirlo, una variable importante en el análisis “microscópico” del desarrollo económico-social nacional.

Los KPIs más comúnmente empleados expresados en la Tabla 1 se dividen en tres áreas fundamentalmente: desempeño financiero, entendimiento del cliente y desempeño en el mercado (Pirlog y Balint, 2016). En ellos se puede ver que no existe, al menos de forma comúnmente empleada en las empresas un KPI que vincule directamente la innovación y alguna o algunas variables financieras.

Tabla 1. KPIs comúnmente empleados en las empresas.

Desempeño financiero	Entendimiento del cliente	Medida de esfuerzo en el mercado
Utilidad neta	NPS	Partición de mercado
Margen de utilidad neta	Razón de retención del cliente	Valor de marca.
Margen de utilidad bruta	Índice de satisfacción del cliente	CPL (“cost per lead”)
Margen de utilidad en la operación	Indicador de rentabilidad del cliente	Tasa de conversión
Razón de crecimiento en ingresos.	Valor del tiempo de vida del cliente.	Visitas al sitio y porcentaje de rebote.
Retorno de capital invertido	Volumen de venta por cliente	Nivel de apego con clientes en línea
Retorno sobre activos	Apego con el cliente	Clasificación en los motores de búsqueda
Rango de capital de trabajo	Quejas de clientes	Partición de mercado

Fuente: Información obtenida de Pirlog y Balint, 2016.

Observemos las siguientes hipótesis en donde se buscó una correlación entre la innovación y diversas variables financieras y de desempeño:

H1a: A mayor número de innovaciones, mayor el nivel de desempeño económico.

H1b: A mayor número de innovaciones, mayor el nivel de liquidez financiera.

H1c: A mayor número de innovaciones mayor la estimación dinámica de ingresos.

H2: Existe una correlación entre el número de innovaciones y las mediciones subjetivas de la eficiencia organizacional, en particular:

H2a: A mayor número de innovaciones mayor incidencia de personas que vinculan el desempeño económico con el número de innovaciones.

H2b: A mayor número de innovaciones mayor la tendencia de personas a catalogar la compañía como innovadora.

H2c: A mayor número de innovaciones, mayor la propensión de las personas de hacer una evaluación de la capacidad de implementación de la empresa comparada con la competencia. Es decir, evaluación interna de la capacidad de innovación de la empresa comparada con la competencia (Teresa e Ingram, 2013, p. 57).

De entre ellas se encontró que en realidad sólo las hipótesis **H1c, H2a, H2b, y H2c** podrían ser aceptadas. Ya se ha mencionado que existe evidencia de que las innovaciones contribuyen positivamente a la empresa y a la percepción subjetiva interna y externa del nivel de innovación de la organización, sin embargo, también existen autores que mencionan que:

Los tomadores de decisiones de una organización tienden a sobrevalorar la importancia de la innovación y sus beneficios, cuando la relación entre un gran número innovaciones y el desempeño de la empresa (economía, liquidez financiera y estimaciones en el dinamismo de los ingresos) es en realidad débil o inclusive inexistente (Teresa e Ingram, 2013, pág. 63). Aun así, los KPIs ayudan a reflejar la capacidad, nivel de éxito y desempeño que tienen las actividades de gestión en la innovación. En gran medida sirven también para comparar los resultados reales contra los resultados esperados.

Los KPIs tienen finalmente la intención de desarrollar las capacidades y habilidades de los equipos de trabajo para que logren desempeñarse cada vez mejor, se trabaja finalmente por llegar a la excelencia en la calidad de la planeación de los proyectos empresariales y se ponen los medios para poder evaluarla (Durkakova, Lavin y Karjust, 2012).

De aquí la importancia de medir y relacionar variables como, por ejemplo: la rentabilidad y la innovación, o el costo de desarrollo de un proyecto y el retorno de la inversión etc., esto representa información valiosa para la toma de decisiones. Se puede considerar también que la principal razón por la que se mide el desempeño de una empresa es para mejorar e impulsar la competitividad y la participación de mercado (Pirlog y Balint, 2016, P.175)

Durante las etapas de evaluación de los proyectos es muy importante cuestionarse: ¿cómo se ha comportado el proyecto? Y determinar, ¿está alineado con los objetivos buscados?, ¿en qué medida el proyecto contribuye a esos objetivos? etc. Innovar no es suficiente, se debe conocer el impacto y la magnitud del impacto de la innovación. Véase el caso de México, donde existe evidencia de que:

La baja inversión en actividades innovadoras tiene como consecuencia un nivel bajo de producción (productos o servicios introducidos al mercado) de innovaciones; en cuanto a la vinculación, se percibe baja colaboración entre las empresas y los centros de producción de conocimiento científico, como universidades e institutos de investigación públicos, lo cual es preocupante, dada la importancia de contar con fuentes externas de conocimiento para la innovación y el interés del gobierno de México en promover ese acercamiento y maximizar el proceso de transferencia de conocimiento y tecnología (Moyeda y César Arteaga, 2016, p.52).

No son pocas las PYMES que enfrentan serios retos para implementar actividades innovadoras, el caso de la empresa presente no es un caso aislado, se llevó a cabo en 2014 un análisis para la empresa Hudson Respiratory Care (HRC), en Tecate, México, en donde:

Se observó una carencia de metodología adecuada para seleccionar de forma objetiva y óptima las propuestas de proyectos que satisfagan sus necesidades estratégicas. Lo que trae como consecuencia que los proyectos sean seleccionados arbitrariamente por el tomador de decisiones y que los recursos sean desperdiciados al no asignarlos a las actividades que soporten las estrategias de la compañía (Bahena, Martínez, Garambullo y Laredo, 2014 p.96).

El caso de la empresa HRC y del aquí descrito son solo una muestra del reto constante que tienen las empresas (y particularmente las PYMES) para poder alinear la selección de sus proyectos con sus objetivos estratégicos.

Una situación alarmante para las PYMES en México está descrita en las siguientes líneas:

En la búsqueda de socios de innovación se percibe, asimismo, desconfianza de la empresa para proveerse de conocimiento externo de otras empresas. En lo referente a la solicitud de fondos públicos para innovar, también es baja la participación —y preocupante—, pues el fondo público es fuerte incentivo para iniciar actividades innovadoras. Se observa baja capacidad de apropiación de invenciones, ya que es reducido el número de solicitudes de patentes, lo cual afecta la balanza tecnológica y puede ser señal de baja capacidad creativa en la empresa mexicana. En lo referente a innovación tecnológica, se observa baja capacidad para introducir innovaciones de proceso, que también es lamentable, pues esto se relaciona de forma positiva con la capacidad de investigación intramuros y generación de nuevo conocimiento al interior de la empresa (Mendoza y Arteaga, 2016, p. 52).

Esto representa un escenario desfavorable para las empresas mexicanas en el tema de innovación, una apatía y aletargamiento en diversas tareas básicas relacionadas a la gestión de innovación tecnológica, la falta de generación de nuevo conocimiento al interior de la empresa merma la capacidad de sí misma para regenerar procesos que la vuelvan más eficiente.

Obsérvese también el siguiente caso desarrollado en 2016, en donde se realizó un estudio empírico considerando una muestra de 386 empresas de Chile, México, Colombia y Perú para determinar el “Efecto de la innovación en el crecimiento y el desempeño de las MIPYMES de la Alianza del Pacífico” en donde se encontraron datos relevantes, por ejemplo, se aprecia en las PYMES de la AP (Alianza del Pacífico) que:

Una mayor actividad innovadora en sus procesos lleva a un incremento de sus ventas. En la medida en que las MIPYMES de la AP son más grandes, su innovación en productos/servicios y en gestión contribuye a un mejoramiento en su nivel de ventas. Una mayor actividad innovadora en procesos genera incrementos significativos de empleo. Una mayor actividad innovadora en productos/servicios conlleva un incremento del empleo generado por sus MIPYMES. Cuanta más innovación en procesos desarrollen, mayores serán sus utilidades. Cuanto mayor es la actividad innovadora en productos/servicios mayores son las utilidades (García, Gálvez, y Maldonado, p.332-333).

Para el caso específico de México y Chile se menciona que:

- Cuanto mayor es el tamaño de la PYME mayor es el impacto de la innovación en sus utilidades (Bahena *et al*, 2014, p. 332 - 333).

En México se tiene una cantidad muy grande de PYMES, con un gran impacto términos macroeconómicos; en donde hay un evidente rezago en la implementación de actividades innovadoras (Sánchez Tovar, Y., García Fernández, F., y Mendoza Flores, J.E.,2015), y en donde además se sabe que esas actividades innovadoras pueden impulsar el crecimiento de las empresas y sus expectativas de rentabilidad, resulta evidente la necesidad de contribuir con herramientas que ayuden a las empresas a seleccionar y evaluar proyectos de innovación. Así pues, para fines del presente desarrollo se vinculan variables que relacionan la innovación y la rentabilidad; se entenderá por innovación o producto innovador al: avance o mejora tecnológica que al ser implementada y adoptada en el mercado resuelve de forma novedosa o más eficiente una necesidad de acuerdo a la percepción del consumidor.

Una comercializadora como la del presente caso, debe invertir para realizar la implementación de una dada tecnología en sus mercados, lo cual requiere una gestión de tecnología. Las siguientes etapas se consideraron como las principales para esta implementación:

Etapas de gestión para el desarrollo de nuevos productos en la empresa IT Medica:

- 1) Procesos de tecnovigilancia en el mercado local y extranjero.
- 2) Hallazgo de productos de innovación.
- 3) Búsqueda de proveedores (fabricantes).
- 4) Procesos de negociación.
- 5) Importación de muestras para evaluación tecnológica por expertos de la materia.
- 6) Pruebas de la tecnología en mercado(s) con líderes de opinión.
- 7) Gestión documental para protección intelectual (según corresponda).
- 8) Gestión documental para obtención de registros sanitarios.
- 9) Gestión u logística para la importación del producto para la comercialización masiva.
- 10) Gestión para autorización de permisos de publicidad.

Estos y más procesos sumados, generan un costo único: Costo de desarrollo de producto (*CDP*) o PDE “product development expense” por sus siglas en inglés (Malinoski & Gail, 2011).

Este valor será utilizado para el desarrollo e implementación de los KPIs.

La innovación es un proceso de ideación, evaluación, selección, desarrollo e implementación de productos, servicios o programas nuevos o mejorados. Y los resultados buscados de este objetivo son:

- 1) Incrementar el número de ideas
- 2) Mejorar la calidad de las ideas
- 3) Tener una mejor implementación de las ideas cualificadas.
- 4) Mejorar el éxito resultado de alcanzar la implementación de nuevas ideas (Malinoski y Gail, 2011, p.1).

El “Balanced Scorecard Institute” propone un KPI para medir la innovación a través de algunas variables financieras o contables, y lo denominan como *RoPDE*. Está dado por la expresión (1) dada en (Malinoski y Gail, 2011)

$$RoPDE = \frac{Mb - CDP}{CDP}. \quad (1)$$

Donde:

- *Mb*: Margen bruto (de un dado producto o proyecto)
- *CDP*: Costo de desarrollo del proyecto
- *RoPDE*: Retorno de desarrollo de proyecto

La innovación implica adopción y por lo tanto aceptación de un producto o servicio, el cliente responde a través del poder adquisitivo para evaluar, y luego aceptar o rechazar el producto, es decir, si lo acepta lo hace a través de la compra o de algún tipo de “pago”, por lo que medir directa o indirectamente el desempeño en la innovación de un producto a través de su desplazamiento en mercado es válido.

Modelo de regresión lineal simple.

Sea el modelo de regresión lineal simple dado en (2).

$$y = Ax + B + \varepsilon. \quad (2)$$

Donde:

x es la variable independiente o explicativa,

y es la variable dependiente,

A, B son los parámetros de la regresión,

ε es el error.

En esta expresión se incluye un conjunto amplio de factores que son aleatorios y que están fuera de control, bajo el nombre de perturbación o error, i.e. ε , que provoca que la dependencia entre la variable dependiente y la independiente no sea perfecta, sino que esté sujeta a una cierta incertidumbre intrínseca. En este proyecto se consideró ε despreciable.

El modelo permite así “estimar el cambio promedio de unidades” de la variable de respuesta “ y ” con respecto al cambio de unidades ocurrido en la variable explicativa o independiente “ x ”.

LA INTEGRAL DE CONVOLUCIÓN.

La convolución es un término que se emplea en muchos campos diversos del conocimiento.

Está dada por la expresión (3).

$$f * g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)g(t-x)dx. \quad (3)$$

Donde:

* representa la convolución.

f y g representan dos funciones dadas en el tiempo.

La convolución considera básicamente los siguientes procesos:

Plegado: Representa la imagen en espejo de la función $g(t)$.

Desplazamiento: Se refiere al movimiento de $g(-x)$ en un valor dado para t .

Multiplicación: Indica la multiplicación de la función en movimiento $g(t-x)$ por $f(x)$.

Integración: El área del producto de ambas funciones $g(t-x)$ y $f(x)$ es el valor de la convolución en el tiempo t . Con el afán de realizar la convolución de dos funciones, una de ellas se considera estática y la otra móvil (Anish, D., Gautam, S., y Anindita S., 2011, p. 85).

Así pues, se puede afirmar que la convolución es el resultado de una transformación de dos funciones f y g que genera una tercera función, misma que considerando los procesos previamente mencionados, representa la superposición de f y una inversión tipo espejo con desplazamiento de g . La convolución de dos funciones dadas, la recta de regresión (con valores de $RoPDE$) calculada para cada proyecto con una función indicadora que representa una participación de mercado pronosticada y se asume como fija en un intervalo de tiempo, es uno de los indicadores (KPIs) que se proponen.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron diversos proyectos de innovación con la implementación de los KPIs diseñados. Esto se logró con la siguiente metodología:

- 1) Se tomó como base el caso de una empresa comercializadora de dispositivos médicos, que entra dentro de la categoría de PyME, y se analizó su contexto, su situación financiera en términos de liquidez, competitividad en el mercado y estrategia empresarial.
- 2) Se llevó a cabo revisión de la literatura, para conocer los KPIs más comúnmente empleados en el ámbito empresarial y su impacto en la empresa, especialmente aquellos que pudieran vincular elementos de innovación con elementos de rentabilidad.
- 3) Se seleccionaron cinco proyectos de innovación de la empresa en cuestión, proyectos que pueden potencialmente ayudar al desarrollo de la empresa con base en el análisis de su contexto. En este análisis el costo fijo de los proyectos y su valor acumulado en el tiempo se consideró despreciable.
- 4) En las Tablas 2 a la 7 se contemplaron los datos financieros de cada uno de estos proyectos. Los datos exhibidos son propuestos, y representan un escenario simulado pero factible dentro de la empresa susodicha, sin embargo, no son datos reales; se ha cuidado en todo momento preservar confidencialidad de la empresa en cuestión.

- 5) Se propusieron y diseñaron una serie de KPIs con base en la revisión de la literatura, a las circunstancias y el contexto empresarial, las variables financieras de mayor interés para el caso presente y la experiencia del autor.
- 6) Se obtuvieron los datos de cada proyecto y de cada etapa (mes) correspondiente para obtener los valores del KPI 1 (*RoPDE*). Estos valores de *RoPDE* se expresaron en la Tabla 8 de forma acumulativa, es decir el valor de *RoPDE* de las etapas anteriores se suma al valor de la última etapa.
- 7) Posteriormente, se obtuvo la recta de mejor ajuste (utilizando el método de mínimos cuadrados) de la serie de puntos de *RoPDE* previamente obtenidos de cada etapa.
- 8) Habiendo obtenido la recta de mejor ajuste con base en la información de las Tablas 2 a la 7, se calcularon los valores para algunos de los KPIs. Los KPIs que se desarrollaron se seleccionaron con base en dos criterios: El primero es que son los KPIs que pueden resultar más complejos en su implementación o comprensión, y el segundo es que son aquellos para los cuales se tiene más información disponible para el caso en cuestión.

Los resultados de los KPIs implementados se expresaron en unidades “no dimensionales” para que sean adaptados e interpretados por el o los desarrolladores del análisis. La información obtenida puede coadyuvar en la toma de decisiones de la selección de proyectos, en los recursos destinados para su continuidad o en el cese de los mismos.

RESULTADOS

Enseguida se despliegan los siguientes KPIs, *RoPDE* dado en (1) por (Malinoski y Gail, 2011)

VRA₁. Se calcularon para 6 etapas (meses) los diversos valores de *RoPDE*. Sea n un número entero tal que $1 \leq n \leq 6$ y sea i un elemento del conjunto $\{A, \dots, E\}$ en donde los elementos del conjunto simbolizan los proyectos. En lo subsecuente se denominará *RoPDE* simplemente como R , dependiendo de dos subíndices i, n , en donde, i representa el proyecto de innovación y n la etapa o mes en cuestión, i.e. $R_{(i,n)}$ es el valor de *RoPDE* del proyecto i en el mes n .

Definimos β usando la siguiente ecuación de recurrencia:

$$c) \beta_{(i,1)} := R_{(i,1)}$$

$$d) \beta_{(i,n)} := R_{(i,n)} + \beta_{(i,n-1)}.$$

De la expresión anterior se sigue que:

$$e) \beta_{(i,n)} = \sum_{k=1}^n R_{(i,k)}.$$

Sea $L_i(t)$ la recta de regresión (mejor ajuste) para todos los valores de $\beta_{(i,n)}$ para una i fija (es decir, para un proyecto en específico) y para todos los valores de n .

Sea t el tiempo y sea **VRA** un KPI que definimos como “Valor de Retorno Acumulado” dado por la ecuación (4).

$$VRA_{\ell} := \int_0^{\ell} L_i(t) dt (\ell \geq 0). \quad (4)$$

Enseguida definimos Δ_i como la razón de cambio de la recta de regresión L_i dada en (5):

$$\Delta_i := \frac{d}{dt} L_i. \quad (5)$$

Por otro lado, sea x_{ci} el número de unidades vendidas de un c artículo (producto) en su i – ésima visita. Para un entero positivo i . Sea \vec{Q} un vector con las entradas definidas en (6)-

$$\vec{Q} = \left(x_{c1}, \frac{x_{c1} + x_{c2}}{2}, \dots, \frac{x_{c1} + x_{c2} + \dots + x_{ci}}{i} \right). \quad (6)$$

Se define el vector \vec{N} con i entradas en (7)

$$\vec{N} = i(1, \dots, 1). \quad (7)$$

Ahora definimos el KPI como el producto punto de \vec{Q} y \vec{N} , como se muestra en (8)

$$\vec{Q} \cdot \vec{N} = i \left\{ x_{c1} + \frac{x_{c1} + x_{c2}}{2} + \dots + \frac{x_{c1} + x_{c2} + \dots + x_{ci}}{i} \right\} \quad (8)$$

Considere enseguida “y” como una variable dependiente y “x” como una variable independiente, de tal forma que la recta de mejor ajuste sea $L_{y,x}$ y su pendiente $\Delta_{y,x}$.

Para el caso particular de $y = \vec{Q}$ y $x = \vec{U}$, donde los componentes del vector \vec{Q} se han definido en (7), y los componentes del vector \vec{U} se definen en (9)

$$\vec{U} = (1, 2, 3, \dots, N). \quad (9)$$

donde estos representan el tiempo (mes o etapa); para así obtener la recta de mejor ajuste $L_{\vec{Q},\vec{U}}$, se propone entonces el KPI (10)

$$\Delta_{\vec{Q},\vec{U}} = \frac{d}{dt} L_{\vec{Q},\vec{U}}. \quad (10)$$

De tal forma que $\Delta_{\vec{Q},\vec{U}}$ es la rapidez en la aceptación de una dada tecnología (producto) en el mercado.

Sea M_{inn} un KPI propuesto, representado por la expresión (11)

$$M_{inn} = P_{pi} - P_{pa} \quad (11)$$

Donde:

M_{inn} es margen de rentabilidad de un producto innovador

P_{pi} es precio de producto de innovación tecnológica.

P_{pa} es precio de producto de la tecnología inmediata anterior.

Sea M_{pinn} un KPI propuesto, representado por la expresión (12)

$$M_{pinn} = M_{inn} Q_{p,t} - CDP \quad (12)$$

De (11) y (12) se obtiene la expresión (13)

$$M_{pinn} = (P_{pi} - P_{pa})Q_{p,t} - CDP. \quad (13)$$

Donde:

- CDP es el costo de desarrollo del producto
- $Q_{p,t}$ es el número de unidades vendidas del producto p, durante el periodo de tiempo t.

Sea $1_{[0,\alpha]}$ una función indicadora (característica) que está definida en (14)

$$1_{[0,\alpha]}(t-x) = \begin{cases} 1, & \text{si } (t-x) \in [0, \alpha] \\ 0, & \text{cualquier otro caso.} \end{cases} \quad (14)$$

Sea H una constante positiva que representa un factor (altura) dado, constante para la función indicadora, misma que expresa el valor pronosticado para la participación de mercado. Sea Γ un KPI que depende de t e i y está definido en (15)

$$\Gamma_{t,i} = H \int_0^{\infty} L_i(t) 1_{[0,\alpha]}(t-x) dx. \quad (15)$$

Nótese que $\Gamma_{t,i}$ es la convolución de la recta $L_i(t)$ con la función indicadora, véase (Anish *et al*, 2011) α representa la duración en tiempo para el valor pronosticado de la participación de mercado.

Como $0 \leq t-x \leq \alpha$ si y solo si $(t-\alpha) \leq x \leq t$, entonces de (15) se obtiene (16)

$$\Gamma_{t,i} = H \int_{t-\alpha}^t L_i(t) dx. \quad (16)$$

Enseguida se muestra la compilación de valores de cada proyecto por etapa.

Tabla 2. Etapa 1/ Mes 1

Proyecto	Ventas en Unidades	Costo/Unidad USD	Precio/unidad USD	Margen Bruto por Unidad	Margen Bruto acumulado	CDP, USD	RoPDE 1
A	261	180	260	80	20,880	105,000.00	-0.8011
B	5,300	3.50	5	1.50	7,950	145,000.00	-0.9451
C	1,200	220	290	70	84,000	120,000.00	-0.3
D	4,300	0.70	1	0.30	1,290	10,000.00	-0.871
E	11	2,500	3,200	700	7,700	15,000.00	-0.4866

Tabla 3. Etapa 2 / Mes 2

Proyecto	Ventas en Unidades	Costo/Unidad USD	Precio/unidad USD	Margen Bruto por Unidad	Margen Bruto acumulado	CDP, USD	RoPDE 2
A	332	200	260	60	19,920	105,000	-0.6114
B	6,531	3.50	5	1.50	9,796.5	145,000	-0.8776
C	978	220	290	70	68,460	120,000	0.2705
D	2,405	0.070	1	0.30	721.5	10,000	-0.79885
E	17	2500	3,200	700	11,900	15,000	0.3066

Tabla 4. Etapa 3/Mes 3

Proyecto	Ventas en Unidades	Costo/Unidad USD	Precio/unidad USD	Margen Bruto por Unidad	Margen Bruto acumulado	CDP, USD	RoPDE 3
A	345	200	260	60	20,700	105,000.00	-0.4142
B	68,330	3.50	5	1.50	102,495	145,000.00	-0.1707
C	1021	220	290	70	71,470	120,000.00	0.8660
D	25,678	0.070	1	0.30	7,703.4	10,000.00	-0.0285
E	21	2500	3,200	700	14,700	15,000.00	1.2866

Tabla 5. Etapa 4/Mes 4

Proyecto	Ventas en Unidades	Costo/Unidad USD	Precio/unidad USD	Margen Bruto por Unidad	Margen Bruto acumulado	CDP, USD	RoPDE 4
A	112	200	260	60	6,720.00	105,000.00	-0.3502
B	7,650	3.50	5	1.50	11,475.00	145,000.00	-0.0916
C	999	220	290	70	69,930.00	120,000.00	1.4488
D	2,356	0.070	1	0.30	706.8	10,000.00	0.0421
E	21	2,500	3,200	700	14,700	15,000.00	2.2666

Tabla 6. Etapa 5/ Mes 5

Proyecto	Ventas en Unidades	Costo/Unidad USD	Precio/unidad USD	Margen Bruto por Unidad	Margen Bruto acumulado	CDP, USD	RoPDE 5
A	190	200	260	60	11,400	105,000.00	-0.2417
B	71,010	3.50	5	1.50	106,515	145,000.00	0.6429
C	1039	220	290	70	72,730	120,000.00	2.0549
D	31,170	0.070	1	0.30	9,351	10,000.00	0.9772
E	14	2500	3200	700	9,800	15,000.00	2.92

Tabla 7. Etapa 6/ Mes 6

Proyecto	Ventas en Unidades	Costo/Unidad USD	Precio/unidad USD	Margen Bruto por Unidad	Margen Bruto acumulado	CDP, USD	RoPDE 6
A	71	200	260	60	4,260	105,000.00	-0.2011
B	53,219	3.50	5	1.50	79,828.5	145,000.00	1.1935
C	1,131	220	290	70	79,170	120,000.00	2.7146
D	27,909	0.070	1	0.30	8,372.7	10,000.00	1.8145
E	23	2500	3200	700	16,100	15,000.00	3.9933

Al implementar los KPIs seleccionados se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 8. Valores finales de RoPDE por proyecto

Etapa/Me s	Valores RoPDE, Proyecto A	Valores RoPDE, Proyecto B	Valores RoPDE, Proyecto C	Valores RoPDE, Proyecto D	Valores RoPDE, Proyecto E
1	-0.8011	-0.9451	-0.3	-0.871	-0.4866
2	-0.6114	-0.8776	0.2705	-0.7988	0.3066
3	-0.4142	-0.1707	0.8660	-0.0285	1.2866
4	-0.3502	-0.0916	1.4488	0.0421	2.2666
5	-0.2417	0.6429	2.0549	0.9772	2.92
6	-0.2011	1.1935	2.7146	1.81454	3.9933

Tabla 9. Resultados de KPIs implementados por cada proyecto

Proyecto	A	B	C	D	E
Recta de mejor ajuste de los valores $\beta_{i,n}$	$y = 0.119x - 0.854$	$y = 0.438x - 1.575$	$y = 0.6x - 0.925$	$y = 0.538x - 1.693$	$y = 0.892x - 1.408$
Valores t, α	$t = 15 \quad \alpha = 15$ $l = 15$	$t = 12 \quad \alpha = 12$ $l = 12$	$t = 12 \quad \alpha = 12$ $l = 12$	$t = 12 \quad \alpha = 12$ $l = 12$	$t = 12 \quad \alpha = 12$ $l = 12$
KPI 2	0.5775	12.636	32.1	18.42	47.328
KPI 3	0.119	0.438	0.6	0.538	0.892
KPI 8.1	0.750	17.058	105.93	33.156	99.388
Valor H	1.3	1.35	3.3	1.8	2.1

Se seleccionaron t, α y l igual a quince (15 meses) para el proyecto A con el objeto de obtener el primer valor positivo para el KPI (16). Se seleccionaron los valores de t, α y l igual a doce (12 meses) para conocer los pronosticados o valores esperados dentro del primero año.

Discusión de resultados

Se sugiere optar por el proyecto E, debido a las siguientes consideraciones: El bajo costo de desarrollo de producto no compromete la liquidez de la empresa. Márgenes brutos elevados con bajos niveles de ventas reducen costos de importación. Los volúmenes de venta no comprometen ni elevan costos de transporte o almacenamiento. Con la participación de mercado proyectada y la tendencia creciente en la demanda del producto se puede casi auto sustentar la introducción, el crecimiento y el posicionamiento del producto en el mercado. Se sugiere desechar el proyecto C ya que, a pesar de tener alta expectativa en el crecimiento de la participación de mercado, el proyecto puede comprometer la liquidez de la empresa debido al costo de desarrollo de producto.

Conclusiones

La industria de los dispositivos médicos es una industria altamente regulada, con características muy particulares. La innovación tecnológica en esta industria requiere igualmente de un conocimiento

particular y de una experiencia muy especializada. Con el fin de poder desarrollar innovación tecnológica en este contexto a menudo se encuentran legislaciones, políticas o circunstancias que bloquean o dificultan muchas de las estrategias y tácticas tradicionales que se emplean en otro tipo de industrias; por ello para el presente proyecto fue necesario diseñar indicadores clave de desempeño (KPIs) que estuviesen en concordancia con las particularidades de la industria, de la empresa en cuestión y de su situación actual. Con frecuencia se pretenden implementar medidas, estrategias y métricas de uso común para encarar situaciones que en realidad requieren ser específicas y locales.

A menudo resulta poco evidente que muchos proyectos de innovación no son tan exitosos como parecen, en el caso presentado, en donde se tiene una cantidad importante de proyectos de innovación tecnológica acompañados de una seria problemática financiera es fundamental conocer la rentabilidad de los proyectos y su comportamiento a través del tiempo sin comprometer muchos recursos ya que estos suelen ser realmente limitados en el caso de muchas PYMES.

Referencias

- Anish, D., Gautam, S., y Anindita S., (2011). *Triangular Orthogonal functions for the Analysis of Continuous Time Systems*. London, UK and New York, USA: Anthem Press.
- Bahena García, A., Ferreiro Martínezi, V. V., Isabel Garambullo, A., y Brito Laredo, J. (2014). Diseño de un sistema analítico para la evaluación y selección de proyectos en una industria manufacturera de Tecate. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 12, 95-113.
- Cho, E J., y Pucik, V. (2005). Relationship between innovativeness, quality, growth, profitability, and market value. *Strategic Management Journal*, 26, 555-575, DOI:10.1002/smj.461
- Durkakova, M., Lavin, J., y Karjust, K. (2012). Kpi Optimization for Product Development Process. *Annals of DAAM & proceedings of the 23rd International DAAAM symposium*, 23(1), 1079-1084.
- Ferdaws, E., y Anis, J. (2016). Does innovation strategy affect financial, social and environmental performance? *Journal of Economics, finance, and administrative science*, 21, 14-24.
- García Pérez de Lema, D., Gálvez Albarracín, E. J., y Maldonado Guzmán, G. (2016). Efecto de la innovación en el crecimiento y el desempeño de las Mipymes de la alianza del Pacífico. Un estudio empírico. *Journal of Management and Economics for Iberoamerica*, 32(141), 326-335. DOI: 10.1016/j.estger.2016.07.003
- Malinoski, M., y Gail, S. (2011). How do I Measure "Innovation"? Recuperado de www.balancedscorecard.org: <http://www.balancedscorecard.org/portals/0/pdf/Howtomeasureinnovation.pdf>
- Moyeda Mendoza, C., y César Arteaga, J. (2016). Medición de la Innovación, una perspectiva microeconómica basada en la ESIDET-MBN 2012. *Revista internacional de estadística y geografía*, 7(1), 38-57.
- Odum, H. (1971). *Environment, Power and Society*. New York, USA: Wiley-interscience.
- Peng, W., Sun, T., Philip, R., y Li, T. (2008). Computation and Applications of Industrial Leading Indicators to Business Process Improvement. *International journal of intelligent control and systems*, 13(3), 196-207.
- Pirlog, R., y Balint, A. O. (2016). An analyze upon the influence of the key performance indicators (KPI) on the decision process within small and medium-size enterprises (SME). *Hyperion international Journal of econophysics and New economy*, 9(1), 173-185.
- Sneirson, F. J. (2009). Green is good: Sustainability, profitability and a new paradigm for corporate governance. *Iowa Law Review*, 94(3), 987-1022.

- Teresa, K., e Ingram, T. (2013). Effects of Innovation and their measurement in Small and Medium-Sized enterprises. *International Journal of contemporary management*, 12(3), 50-65.
- Turulja, L., y Bajgoric, N. (2016). Innovation and information technology capability as antecedents of firms' success. *Interdisciplinary description of complex systems*, 14(2), 148-156.
- Sánchez Tovar, Y., García Fernández, F.; Mendoza Flores, J.E. (2015). La capacidad de innovación y su relación con el emprendimiento en las regiones de México. *Journal of Management and Economics for Iberoamerica*, 31(136) 243-252.

Este artículo puede citarse de la siguiente forma:

Citación estilo APA sexta edición

Rodríguez de la Torre, A.A. (enero-junio de 2019). Los KPIs como herramientas coadyuvantes para la evaluación de proyectos de tecnología de dispositivos médicos. *Revista UPIICSA Investigación Interdisciplinaria*, 5(1), 18-32.

Citación estilo Chicago decimoquinta edición

Rodríguez-de-la-Torre, Arturo Atl. Los KPIs como herramientas coadyuvantes para la evaluación de proyectos de tecnología de dispositivos médicos. *Revista UPIICSA Investigación Interdisciplinaria*, 5 No. 1 (enero-junio de 2019): 18-32.

Citación estilo Harvard Anglia

Rodríguez de la Torre, A.A., 2019. Los KPIs como herramientas coadyuvantes para la evaluación de proyectos de tecnología de dispositivos médicos. *Revista UPIICSA Investigación Interdisciplinaria*, enero-junio, 5(1), pp. 18-32.

Citación estilo IEEE

[1] A.A. Rodríguez-de-la-Torre. Los KPIs como herramientas coadyuvantes para la evaluación de proyectos de tecnología de dispositivos médicos. *Revista UPIICSA Investigación Interdisciplinaria*, vol. 5 No. 1, pp. 18-32, enero-junio de 2019.