

## UN ENFOQUE PARA LA OPTIMIZACION DE PROCESOS DE NEGOCIO: METODOLOGIA PROTOTIPO

### FOCUS FOR THE BUSINESS PROCESSES OPTIMIZATION: A METHODOLOGY PROTOTYPE

**Rafael Cabeza Gordillo - Leticia Neira-Tovar**

UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR UNIVERSIDAD - AUTONOMA DE  
NUEVO LEON

Barranquilla, Colombia, [rafael.cabezagrld@uanl.edu.mx](mailto:rafael.cabezagrld@uanl.edu.mx),

[rcabeza1@unisimonbolivar.edu.co](mailto:rcabeza1@unisimonbolivar.edu.co)

#### **Resumen.**

*El presente trabajo pretende identificar los elementos relevantes de una metodología que permita desarrollar un modelo para optimizar procesos de negocio iniciando con una revisión sistemática de la literatura, asociada con implementaciones exitosas de tecnologías o plataformas para la optimización adaptativa de procesos de negocio, y complementariamente, direccionada a determinar un prototipo de una estructura de datos para representarlos, como también, para identificar estrategias computacionales que podrían aplicarse para resolver el problema. Adicionalmente, pretende recolectar información relativa al impacto producido por la estandarización e integración de los procesos de negocio, soportados por implementaciones sistemáticas de tecnologías de la información, con la proyección de proponer campos promisorios para futura investigación.*

**Palabras clave:** *Optimización de procesos de negocio, Aprendizaje de máquina, Algoritmos Genéticos, Optimización multi-objetivo.*

#### **Abstract.**

*The present work aims to identify the relevant elements of a methodology that allows the development of a model to optimize business processes, starting with a systematic review of the literature, associated with successful implementations of methodologies or platforms for the adaptive optimization of business processes, and in addition, directed to determine a prototype of a data structure to represent them, as well as to identify computational strategies that could be applied to solve the problem. Additionally, it is intended to collect information regarding the impact produced by the standardization and integration of business processes, supported by systematic implementations of information technologies, with the projection of proposing promising fields for future research.*

**Keywords:** *Business process optimization, Machine learning, Genetic Algorithms, Multi-objective optimization.*

### **Introducción.**

Las organizaciones, empresas, o negocios del mundo realizan actividades para lograr su principal objetivo: Beneficio para los inversionistas y los empleados. Actualmente, el éxito de los negocios se mide por el nivel de ingresos y calidad de vida de los empleados como también por la rentabilidad de las acciones que equivale a las ganancias de los inversionistas, y no menos importante, por su capacidad de perdurar en el tiempo obteniendo esos beneficios. Dependiendo de la forma como esas actividades empresariales, mejor conocidas como procesos de negocio, se realicen se podrá lograr efectividad en los propósitos de obtener beneficios.

Un proceso de negocio es un arreglo estructurado de actividades que permite; a partir de entradas específicas, el trabajo interrelacionado de actividades, y el efecto de influencias del medio, producir un resultado de valor para la empresa. Ejemplos son el proceso de realizar un crédito en una entidad financiera, el proceso de contratación de personal, el proceso de selección de personal, el mercadeo (marketing) de un nuevo producto o servicio, el mantenimiento de una planta generadora de energía, la interventoría en una obra civil, etc.

La efectividad en los procesos de negocio está mostrando casos de empresas como es el caso de CEMEX (Cementos Mexicanos S.A.), 7-

ELEVEN de Japon, e ING (Internationale Nederlanden Groep), entre otras, que en estos tiempos de crisis donde muchas empresas están cerrando sus operaciones, ellas están fortaleciendo su competitividad a nivel mundial como resultado de haber tomado y seguir tomando contundentes decisiones sobre qué procesos deben ejecutar excelentemente bien. Para lograrlo, han implementado herramientas soportadas por las Tecnologías de la Información (TI) para automatizar esos procesos, consiguiendo que la inversión en TI represente una inversión y no un gasto, además de una inimaginable agilidad en el mercado. El subconjunto de procesos de negocio que soporta esa agilidad en el mercado ha sido denominado por Jeanne W. Ross, Peter Weill y David C. Robertson, en su libro (Enterprise architecture as strategy: creating a foundation for business execution) como: “Base para la operación” (Ross et al., 2006).

### **Método.**

La intención de este trabajo es dar a conocer la importancia de utilizar artefactos en la construcción de un prototipo de metodología para trabajar la solución de un problema de investigación en el contexto de un sistema complejo.

Este trabajo se desarrolla en el marco de una investigación cualitativa, debido a que se describen los elementos que impactan en la construcción de una metodología para el desarrollo de una plataforma que permita optimizar procesos de negocio, como producto del análisis de la información disponible.

Para el diseño del método se definieron tres fases: Una primera fase diagnóstica por medio del análisis de la situación actual de empresas del sector manufacturero en los departamentos de la costa caribe de Colombia, y compararlas con empresas a nivel mundial con excelentes estándares de efectividad en el logro de sus objetivos estratégicos. La segunda fase es la que se determina la selección de elementos clave; para identificar los atributos de los procesos, como resultado de las brechas encontradas en la primera fase. Finalmente, la tercera fase de diseño de la metodología que integra las buenas prácticas de los ciclos de mejora continua con técnicas y tecnologías de vanguardia para resolver el problema de optimización de procesos.

### **Representación de los procesos de negocio.**

En la actualidad las empresas realizan grandes esfuerzos para manejar efectivamente la dinámica de cambios de las relaciones empresariales. Como lo es, la adopción de la Arquitectura Empresarial para sistematizar los componentes básicos de la empresa, tales como los procesos de negocio, la organización, los datos y las tecnologías de la información. La Arquitectura empresarial facilita entender el detalle de la estructura y los componentes de la empresa y su interrelación sinérgica. A continuación, se enumeran los seis valores comunes de la Arquitectura Empresarial propuestos por (Brown, 2004).

1. Disponibilidad permanente de información actualizada de la empresa.
2. Capacidad para unificar e integrar los procesos de negocio a través de la empresa.
3. Capacidad para unificar e integrar los datos a través de la empresa e interactuar con los socios externos.
4. Incremento de la agilidad por medio de minimizar las barreras de Complejidad.
5. Tiempo de entrega de la solución y costos de desarrollo reducidos por medio de maximizar la reutilización del modelo empresarial.
6. Capacidad para crear y mantener una visión común de futuro, compartida por las comunidades de TI y de negocio, conduciendo a una continua alineación de la TI y el negocio.

En el ámbito de Arquitectura Empresarial (AE) un framework corresponde a los componentes que actúan como base para la estructuración y ensamble de componentes en una construcción más compleja. Este es el muy conocido The Zachman Framework (Zachman, 1987). Para el manejo de las diferentes vistas de Arquitectura se utilizan marcos de trabajo como BPM (Business Process Management) que empieza a utilizarse en los años 2000 (Weske, 2012). BPM es una metodología para organizar, administrar, analizar, y hacer reingeniería de procesos en una organización. Otra definición con buena aceptación en el contexto científico, indica que es un soporte para los procesos de negocio utilizando métodos, técnicas y software para diseñar, establecer, controlar y analizar los procesos operacionales, involucrando seres humanos, organizaciones, aplicaciones,

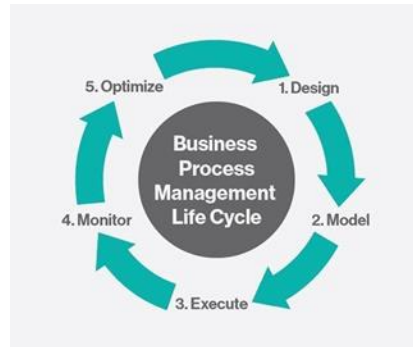
documentos y otras fuentes de información (van der Aalst et al., 2003). En este contexto, se ha explorado el libro Business Process Management: The Third Wave, en el cual los autores afirman que modelar un proceso de negocio es una tarea dura, pero crucial en el desarrollo de herramientas efectivas de gestión de procesos. Es necesario representar una estructura flexible al cambio, que permita cambios, y que de acuerdo a factores externos cambie (Smith Howard, 2003).

Una definición propuesta en (Weske, 2012) puntualiza; que un proceso de negocio consiste de un conjunto de actividades ejecutadas en forma coordinada en un ambiente técnico y organizacional. Estas actividades, de manera conjunta, alcanzan las metas del negocio. Cada proceso de negocio se establece por una única organización, pero éste puede interactuar con procesos de negocio ejecutados por otras organizaciones.

La efectividad en los procesos de negocio está mostrando empresas, como es el caso de la empresa CEMEX, que está fortaleciendo su competitividad a nivel mundial como resultado de haber tomado y seguir tomando contundentes decisiones sobre qué procesos deben ejecutar excelentemente bien (Ross et al., 2006).

En tiempos recientes, se ha presentado un incremento en el reconocimiento de la AE como una capacidad sistemática a lo ancho de la empresa, cubriendo todas las facetas relevantes de la organización, trascendiendo la vista tradicional centrada en la TI (Tecnologías de la información y las comunicaciones), sin embargo, en (Korhonen et al., 2016); discuten sobre que ninguna de las conceptualizaciones actuales de la AE es adaptativa para enfrentar los ambientes complejos de hoy. Proponen que una AE adaptativa debe ir más allá de una empresa aislada y apreciar completamente la empresa en su ambiente desde una perspectiva eco-sistémica. Con este panorama inicial, lo que implicaría una AE adaptativa, de acuerdo a la integración de los diferentes puntos de vista, dibuja una radicalmente re-conceptualizada fotografía de la AE del futuro. Basado en el análisis, la comparación e integración de esas perspectivas, se puede concluir que: 1) Todas las empresas de hoy tienen que enfrentar y tratar con cuatro tipos de ambientes turbulentos; 2) Las actuales prácticas de Arquitectura empresarial no son adaptativas de cara a este ambiente; 3) La mayoría de conceptualizaciones teóricas de la AE están basadas en

paradigmas revaluados, cuyas suposiciones metafísicas caen rápidamente en este ambiente; 4) AE llama a una re-conceptualización radical para informar una práctica de la AE mas adaptativa.



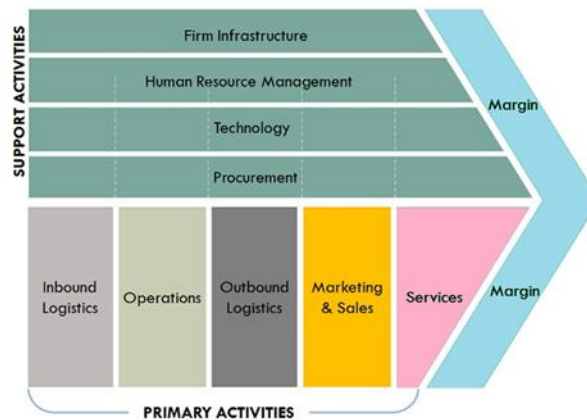
**Figura 1.** Ciclo de vida de la Gestión de procesos de negocio. Fuente: <https://www.businessprocessincubator.com/content/the-digital-effect-on-the-bpm-lifecycle/>

El ciclo de vida de la gestión de los procesos de negocio incluye las fases de diseño, creación del modelo, ejecución, monitoreo y optimización. Generalmente las empresas se conforman con disponer de una ejecución que genere rentabilidad en el corto plazo, y en la mayoría de los casos se desestima la relevancia de desarrollar una plataforma para recolectar datos de valor; con el propósito de generar indicadores de desempeño; que permitan un monitoreo efectivo de los procesos a través del tiempo. Por ende, también ignoran la importancia de una infraestructura para optimizar los procesos de negocio con la directriz de crear y/o fortalecer ventajas competitivas sostenibles.

En el mundo existen limitantes culturales, tecnológicas en la implementación de procesos de negocio efectivos para lograr ventajas competitivas sostenibles en el tiempo. Una guía de valor para afrontar esta situación es considerar las actividades primarias de la cadena de valor de un sector específico, como por ejemplo el sector logístico, en el cual se propone utilizar las actividades para definir los macro procesos objetivo, o clave para análisis, con la finalidad de iniciar la búsqueda y recolección de datos. Utilizando como conducto facilitador el concepto de la cadena de valor (El análisis de la cadena de valor es un marco de trabajo analítico que colabora en la identificación de los procesos de negocio que pueden crear

valor y ventajas competitivas para el negocio), y sus componentes básicos expuestos por Michael Porter en su libro “Ventaja Competitiva: Creación y Sostenimiento de un Desempeño Superior” (Porter, 1985) se propone, por ejemplo, como macro procesos objetivo los siguientes:

- Macro proceso Logística Interna: conformado por los procesos de Almacén, Control de Inventarios, y devoluciones.
- Macro proceso Operaciones: conformado por los procesos de Preparación o Embalaje, Presentación, y Control de Calidad.
- Macro proceso Logística Externa: conformado por los procesos de Atención de Pedidos, Nivel de servicio, Nivel de atención, Limpieza, y Mantenimiento de infraestructura.
- Macro proceso Marketing y ventas: conformado por los procesos de Publicidad, Fuerza de ventas, Política de Precios, y Control de las ventas.
- Macro proceso Servicios: conformado por los procesos de Política de fidelización, Atención ágil y eficiente, otros servicios que agreguen valor, como la atención postventa.



**Figura 2.** Ejemplo de Cadena de Valor. Fuente:

<https://keydifferences.com/wp-content/uploads/2015/10/value-chain-analysis.jpg>

Es muy común, que las empresas desestimulen las expectativas de los clientes por causas como la no satisfacción de los tiempos de entrega, que internamente se traduce en poca efectividad de los procesos de negocio. Ese aspecto está muy ligado a la integración perfecta de la estrategia, los

procesos de negocio y la tecnología, que se podría lograr con procesos que adapten evolutivamente, de forma controlada, la influencia de la estrategia en la implementación de las tecnologías de la información y las comunicaciones para lograr éxito en el negocio.

La identificación de los componentes de los procesos, permitirá su caracterización y representación en el contexto específico de estudio, para iniciar los experimentos, y así, iniciar el proceso de probar estrategias para la optimización de procesos de negocio con el propósito de crear y/o mantener ventajas competitivas.

Según (GARTNER, 1999), un proceso de negocio es un evento guiado en una ruta de procesamiento de inicio a fin, los cuales generalmente cruzan, o atraviesan, departamentos y aun límites organizacionales; que comienza con el requerimiento de un cliente y termina con un resultado para el cliente.

Un proceso de negocio se puede percibir como un conjunto de tareas que conectadas apropiadamente ejecutan una operación del negocio para generar valor a los accionistas. Los principales componentes de estos son las tareas/actividades y los recursos. Para evaluar un proceso de negocio se puede utilizar las características de las tareas, los recursos involucrados, y los riesgos asociados, como también las formas de interacción de las tareas, o el nivel de integración, que hace parte de una de las características distintivas de un proceso de negocio.

Los atributos de las tareas, generalmente, se definen como las características cuantificables de una tarea, como por ejemplo el costo y la duración, nivel de experticia de las personas involucradas, nivel de riesgo etc. de tal manera que los atributos de los procesos se podrían generar a partir de una función que acumule los valores de las tareas. Para complementar este planteamiento se propone desarrollar un análisis y un diagnóstico para plantear un nuevo enfoque; que considere el hecho de que la sinergia entre actividades genera resultados diferentes al estricto resultado de la suma de los resultados intermedios de los subsistemas. Adicionalmente, se puede considerar los productos de entrada y salida de una tarea como los recursos de la tarea, que, a su vez, permitirían la conexión de tareas mediante las entradas y salidas comunes. Lo anterior facilitaría configurar los requerimientos de un proceso exitoso como los



requisitos de entrada y la salida esperada del mismo. En este caso particular, una forma de representación del proceso, como se especifica en (Georgoulakos et al., 2017), sería disponer de dos matrices; una para almacenar la secuencia de ejecución de las tareas y la otra para contener los atributos de las tareas.

Considerando los atributos de los procesos de negocio, como un insumo/requisito relevante para definir la representación de los procesos que finalmente impactaran la optimización, se considera importante revisar enfoques; como el modelo de madurez de procesos, la cadena de valor en un sector específico, la infraestructura de TI, La arquitectura de los datos, arquitectura de los sistemas de información de soporte, la integración de actividades, la estandarización de actividades la flexibilidad de las actividades, los procedimientos de las actividades, la secuencia de las actividades, el nivel de riesgo y la interacción dinámica en general. Esto, con el propósito de identificar atributos relevantes y medibles para representar un proceso de negocio susceptible de optimización.

En lo relativo al modelo de madurez se tiene en cuenta atributos del proceso; cómo a que nivel está definido el objetivo del proceso de negocio, el alcance o límites, y la documentación actualizada del mismo. También en el contexto de los ejecutores se identifica el conocimiento, la competencia o habilidad en la ejecución, y el grado de compromiso. Con respecto al propietario del proceso el perfil del dueño del proceso, las funciones, y el nivel de autoridad. De igual forma en el aspecto de medición o monitoreo del proceso se identifica la definición de indicadores, la efectividad de la recolección de datos para los cálculos, y el nivel de utilización y de riesgo. Adicionalmente, se considera tener en cuenta, si el proceso tiene soporte adecuado de sistemas de información, y de Recursos Humanos (Pérez Mergarejo and Rodríguez Ruiz, 2014).

Con el propósito de fortalecer la importancia de los atributos relativos al recurso humano en la ejecución óptima de un proceso de negocio, se describe en (Llovera et al. 2018) que la falta de entrenamiento del empleado conduce a fallas continuas en el desempeño de tareas, disminución de la capacidad de producción, y clientes insatisfechos. En síntesis ineffectividad en cumplir las metas de los procesos y por consecuencia directa, las del negocio.

De la misma manera, el enfoque de la cadena de valor, conduce a analizar la colaboración entre procesos de diferentes empresas que no compiten en el mismo sector, también, implica tener como guía; que el fin último es satisfacer al cliente final del negocio. El proceso debería ser una unidad definida con límites específicos, las actividades deben ser únicas, aunque conformen diferentes procesos, los ejecutores de las actividades deben ser los mejor capacitados, y toda la información de las actividades debe estar en una sola base de datos (Hammer, 2001).

De igual forma que en los dos últimos aspectos considerados, se debería definir el detalle de los atributos medibles, con costo mínimo y facilidad de recolección para cada uno de los ítems citados previamente, dependiendo de la disponibilidad de un caso de estudio en una empresa, que alinee estrategia corporativa y las tecnologías de la información y comunicaciones para soportar ventajas competitivas. En este contexto, un planteamiento inicial, pretende utilizar los registros de transacciones, y/o rastros de auditoría, de plataformas integradas o ERP (Enterprise Resources Planning) productivas y exitosas, como por ejemplo SAP (Systems, Applications, Products in Data Processing) para realizar experimentos computacionales, con técnicas de aprendizaje de máquina, que conduzcan a proponer un conjunto de atributos de relevancia en la ejecución efectiva de procesos de negocio de compañías exitosas.

### **Optimización de procesos de negocio.**

Un problema de optimización monobjetivo se define como la maximización (o minimización) de una única función objetivo  $z(x)$  de varias variables de decisión  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , sujeto a varias restricciones  $g_i(x) \leq 0$ .

Formalmente, se puede plantear como:

$$\text{Max } z(x) \quad [\text{o bien: Min } z(x)]$$

$$\text{sujeto a:} \quad g_i(x) \leq 0 \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$x_j(x) \geq 0 \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$\text{donde } x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad R \times R \times R \dots \dots \dots$$

R = conjunto de números reales.

En las últimas dos décadas, se han elaborado gran cantidad de escritos sobre métodos efectivos para resolver problemas de optimización, y optimización multi-objetivo, pero muy poco sobre cómo implementar estos para resolver el problema de la optimización adaptativa de procesos de negocio.

En un estudio sobre conceptos y métodos de optimización multi-objetivo no lineal y continua (Marler and Arora, 2004) desarrollan una conclusión en la que presentan algunas ideas, generalmente ignoradas, y su aplicabilidad a problemas de ingeniería, como también que la selección de un método específico depende del tipo de información disponible sobre el problema, las preferencias del usuario, los requerimientos de la solución y la disponibilidad del software.

De acuerdo a lo expresado en (Tsakalidis and Vergidis, 2017), la optimización de procesos de negocio es el mejoramiento automatizado de los mismos utilizando medidas, previamente especificadas, de desempeño. La importancia de la Optimización de estos, radica en la capacidad de diseñar o rediseñarlos fundamentado en criterios de evaluación cuantitativos, lo cual permite evaluar y comparar cuantitativamente procesos de negocio para lograr efectividad en su desempeño, como también generar varios diseños basados en los mismos requerimientos del proceso. Una de las posibles alternativas para la optimización de procesos de negocio, se puede realizar por medio de técnicas de computación evolutiva como por ejemplo los algoritmos evolutivos de optimización multi-objetivo (EMOAS), dado que han sido aplicados exitosamente en varios problemas combinatorios demostrando una serie de beneficios.

El modelo matemático en que se fundamentan los EMOAS es el modelo general de optimización multi-objetivo, que según (Marler and Arora, 2004) es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Minimize } \mathbf{F}(x) &= [F_1(x), F_2(x), \dots, F_k(x)]^T \\ \text{sujeto a } g_j(x) &\leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, m, \\ h_l(x) &= 0, \quad l = 1, 2, \dots, e, \end{aligned}$$

Los modelos computacionales describiendo el comportamiento de sistemas físicos complejos, generalmente, se utilizan en el campo del diseño

de ingeniería para identificar mejores, o soluciones óptimas con respecto a criterios de ejecución previamente definidos. Así, emergen los problemas de optimización multi-objetivo y el conjunto de soluciones óptimas comprometidas (frente de Pareto) se deben hallar por un efectivo y completo procedimiento de búsqueda para soportar al tomador de decisiones y/o el diseñador, en seleccionar la mejor opción.

En el documento (Chiandussi et al., 2012) los autores analizan cuatro (4) técnicas de optimización multi-objetivo, por medio de describir su formulación, ventajas y desventajas. La efectividad de las técnicas seleccionadas para propósitos de diseño de ingeniería, se verifica por medio de comparar los resultados obtenidos por resolver unos pocos ejemplos de referencia, y resolver un problema real de ingeniería estructural relativo al soporte del motor de un vehículo automotor. Concluye que el método MOGA (optimización multi-objetivo por medio de Algoritmos Genéticos) conduce siempre a una correcta y exacta identificación del frente de Pareto completo. Los resultados obtenidos por la implementación del método no dependen de los objetivos analizados ni de las funciones de restricciones. La desventaja del método MOGA es el gran número de iteraciones requeridas y, consecuentemente, el gran esfuerzo computacional requerido para identificar el frente de Pareto. El gran esfuerzo computacional hace que este método no sea generalmente aceptado en problemas usuales de ingeniería.

La mayoría de intentos para realizar optimización de procesos han sido manuales sin involucrar ninguna metodología automatizada formal. En (Georgoulakos et al., 2017) se esquematiza un marco de trabajo para optimización multi-objetivo de diseños de procesos de negocio. El marco utiliza un modelo de proceso de negocio genérico y formal donde se especifica funciones objetivo de costo y duración del proceso. El modelo del proceso de negocio se implementa e incorpora en una plataforma de software donde una selección de Algoritmos de optimización multi-objetivo se aplica a un grupo de diseños de prueba, incluyendo un ejemplo de la realidad. Los diseños de procesos de prueba son de variada complejidad y se optimizan con tres populares técnicas de optimización: los Algoritmos NSGA2 (Nondominated Sorting Genetic Algorithm II) , SPEA2 (Strength Pareto Evolutionary Algorithm II), y MOPSO (Multi-Objective Particle Swarm Optimization). El resultado indica que, aunque la

optimización de procesos de negocio es un problema altamente restringido con un espacio de búsqueda fragmentado; Los algoritmos de optimización multi-objetivo NSGA2 y SPEA2 producen un satisfactorio número de alternativos diseños de proceso de negocio optimizados. Sin embargo, El desempeño de los algoritmos de optimización disminuye abruptamente con el incremento de la complejidad del diseño del proceso de negocio.

En el trabajo de tesis doctoral (Tsakalidis and Vergidis, 2017) explican el desarrollo, evaluación y verificación de una plataforma o marco de trabajo para optimizar procesos de negocio. La optimización realizada utiliza técnicas de computación evolutiva, teniendo en cuenta que han sido utilizadas efectivamente en una variedad de problemas similares. Los autores examinan su capacidad para ensamblar, representar y optimizar diseños de procesos de negocio con escenarios de la vida real. Utilizando para este fin web services; como tareas/actividades de procesos, compiladas y almacenadas en librerías. El autor intenta probar la capacidad del marco de trabajo propuesto en producir alternativos diseños de procesos de negocio conformados por web services. De acuerdo a los autores, este ejercicio con condiciones del mundo real mostraría la validez del marco de trabajo final, y al mismo tiempo estaría en concordancia con las últimas tendencias de implementación de procesos de negocio.

El planteamiento de (Cho et al., 2017) especifica que la gestión de procesos de negocio, en estos tiempos, esta rápidamente moviéndose a ser basada en evidencia. Los indicadores de evaluación de los procesos de negocio tienden a enfocarse únicamente en el desempeño del proceso, sin tener en cuenta la definición de otros indicadores para evaluar otros aspectos de interés en diferentes fases del ciclo de vida del proceso de negocio. En síntesis, proponen una plataforma de evaluación/valoración de los procesos de negocio enfocada en la fase del ciclo de vida de rediseño de procesos y finamente acoplada con minería de datos como una plataforma operacional para calcular indicadores. La plataforma incluye indicadores de desempeño del proceso e indicadores para evaluar/valorar si se han aplicado las mejores prácticas de rediseño de procesos, y en que extensión. Ambos conjuntos de indicadores se pueden calcular utilizando una funcionalidad estándar de minería de procesos. La plataforma propuesta ha sido validada utilizando casos de estudio en un hospital y una agencia de viajes, enfocándose en las mejores prácticas de recursos extras (humanos y

físicos), implicaciones numéricas y responsabilidades compartidas. Los resultados obtenidos están de acuerdo sustancialmente con las conclusiones extraídas de la literatura sobre el efecto de las mejores prácticas en las perspectivas de tiempo, costo, calidad, y flexibilidad en el desempeño de procesos.

Un trabajo presentado en el Simposio internacional sobre telecomunicaciones BIHTEL XI 2016 (Djedovic et al., 2016), proponen implementar una metodología que sea capaz de optimizar la asignación de recursos a tareas en un proceso de negocio dado. Presentan un método para la optimización de procesos de negocio utilizando algoritmos genéticos, en que inicialmente se necesita definir el modelo del proceso de negocio y sus correspondientes parámetros, tales como: tiempo de duración de la actividad, máximo y mínimo número de recursos (personas), y el número de instancias del proceso generadas. Esta información la debe suministrar el propietario del proceso. Seguidamente, los algoritmos genéticos se utilizan para obtener el programa óptimo de involucrados (personas) en el proceso. La función de optimización u objetivo toma en consideración indicadores claves de ejecución del proceso tales como: tiempo de espera de instancias del proceso, y el costo total de los recursos. En síntesis, se prueba que el algoritmo es capaz de encontrar el óptimo programa de usuarios o involucrados desde el contexto de la función objetivo definida. También, el algoritmo tiene en cuenta restricciones prácticas tales como el limitado número de recursos cualificados o el número fijo de recursos, como es el caso de la actividad de un comité de crédito. El algoritmo ha encontrado una solución óptima, para un pequeño número de generaciones, la cual es mejor de acuerdo a la función objetivo comparado con el programa actual de usuarios en el proceso.

Según (Tiwari et al., 2010) un proceso de negocio se puede percibir como un conjunto colectivo de tareas que cuando se conectan apropiadamente ejecutan una operación del negocio. El propósito de un proceso de negocio es; realizar una operación del negocio, por ejemplo: cualquier operación basada en servicios que está generando valor a la organización. Los elementos involucrados en el proceso de negocio y consecuentemente representados en el diseño de un proceso de negocio son: las tareas participantes, los recursos de las tareas o procesos de negocio, los atributos de las tareas o procesos de negocio, y los patrones de conectividad.

Con estas premisas la optimización de procesos de negocio se considera como el problema de construir diseños de procesos de negocio factibles con valores de atributos óptimos, como duración y costo. La aproximación propuesta involucra la aplicación de una serie de algoritmos de optimización multi-objetivo (EMOAS) en un intento de generar una serie de diversos diseños de procesos de negocio optimizados para los mismos requerimientos del proceso. Los resultados experimentales demostraron que la plataforma de optimización propuesta es capaz de producir un número satisfactorio de alternativas de diseño optimizadas considerando la complejidad del problema y la alta tasa de no factibilidad.

En otro artículo (Tiwari et al., 2006) se propone una plataforma para optimización multi-objetivo de procesos de negocio, que utiliza un modelo genérico de proceso de negocio definido formalmente, y se especifican los costos y la duración del proceso como funciones objetivo. El modelo del proceso de negocio se programa e incorpora a una plataforma de software donde una selección de algoritmos de optimización multi-objetivo se aplica a cinco problemas de prueba. Los problemas de prueba son diseños de procesos de negocio de complejidades variables y son optimizados con tres populares técnicas de optimización (algoritmos NSGAI, SPEA2, MOPSO). Los resultados indican que, aunque la optimización de procesos de negocio es un problema altamente restringido con un espacio de búsqueda fragmentado, los algoritmos de optimización multi-objetivo tales como NSGA2 y SPEA2 producen un número satisfactorio de alternativas de procesos de negocio optimizados. Sin embargo, el desempeño de los algoritmos de optimización cae bruscamente con aun, un leve incremento en la complejidad del problema.

### **Prototipo de Metodología.**

Los estudios revisados y los conceptos previos en el contexto de la teoría general de sistemas conducen a resultados iniciales que incluyen la construcción de tres artefactos para continuar la exploración de teorías que fundamenten el desarrollo de experimentos computacionales con el propósito de generar una solución con resultados exitosos en la optimización de procesos de negocio, utilizando algoritmos genéticos.

El primer artefacto (Figura 3.) se construye para soportar conceptualmente el desarrollo de la herramienta; por medio de la revisión

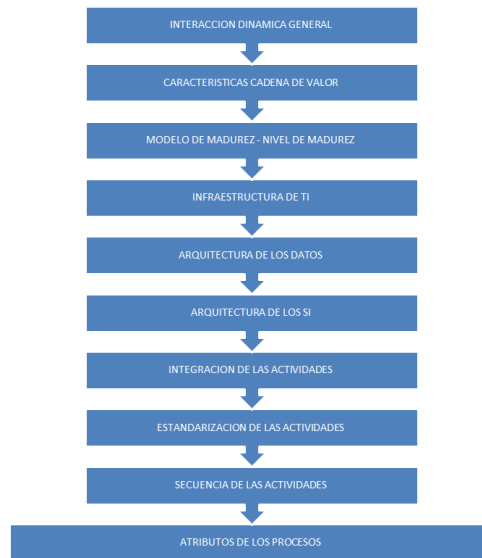
de literatura, el soporte de la asesoría de expertos temáticos, y su integración con la idea inicial del proyecto, con el propósito de decantar la teoría y las practicas relevantes, para la construcción de una herramienta con el objeto de optimizar procesos de negocio.



**Figura 3.** Artefacto para soportar la estructura conceptual.

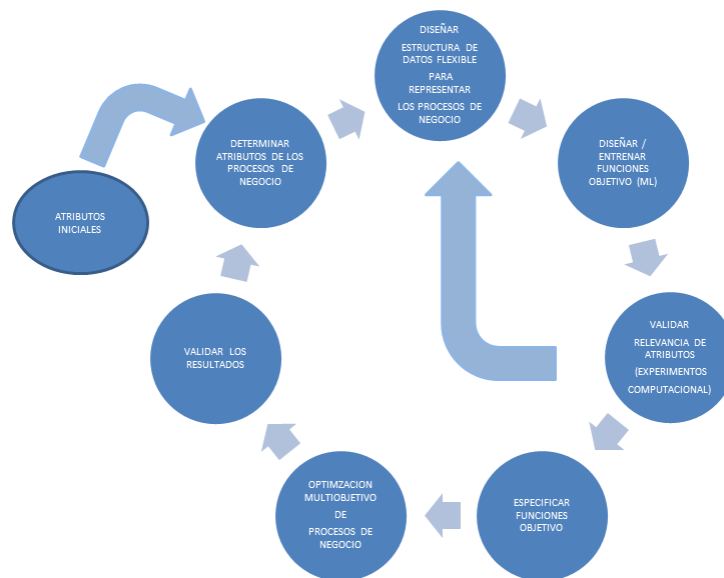
De acuerdo al análisis y síntesis de aspectos relativos al manejo de datos en los modelos estructurales de los procesos de negocio, se genera otro artefacto para determinar los atributos iniciales de los procesos de negocio, por medio de una búsqueda sistemática en los contextos teóricos y prácticos señalados, como se muestra en la siguiente gráfica:





**Figura 4.** Artefacto para determinar sistemáticamente atributos.

Otro artefacto relevante es el que fundamenta la estrategia para construir la solución; soportado en los ciclos de mejora continua, la representación estructural de los procesos de negocio, la optimización de procesos de negocio, y el aprendizaje de máquina, que se muestra a continuación:



**Figura 5.** Artefacto para guiar la construcción de la herramienta.

### **Conclusiones.**

La identificación y selección de elementos conceptuales en el contexto de la optimización de procesos de negocio, como fundamento para la recolección de datos reales de un caso específico de estudio en un empresa o grupo económico, establecerá el soporte empírico para profundizar el análisis y la síntesis en el desarrollo de la metodología. Fundamentalmente debe impactar en el ajuste o rediseño continuo de los objetivos de investigación para la construcción de un modelo/plataforma para optimizar procesos de negocio, como también en la delimitación del campo empírico, o experiencia privilegiada del autor o puesta prominentemente de relieve, de acuerdo a su relación con las concepciones propias. La organización de observables requiere la construcción de artefactos como elementos asimiladores de experiencia, y que ese proceso de asimilación de la experiencia se repita cíclicamente hasta llegar a la construcción de un modelo/ plataforma para la optimización de procesos de negocio, que tendrá en cuenta los aspectos empíricos para manejar el más alto nivel de abstracción en la solución requerida. Esto conduce a proponer una primera versión de los artefactos para soportar la estructura conceptual, determinar sistemáticamente atributos, y para guiar la construcción de la herramienta como elementos fundamentales de un prototipo de metodología para la construcción de un modelo/plataforma para la optimización de procesos de negocio.

En lo concerniente a las estrategias computacionales; el proceso de análisis de los estudios revisados y la contrastación empírica de los resultados permite realizar una selección inicial del algoritmo NSAGII y sus variantes, como herramienta para realizar los primeros experimentos computacionales. Adicionalmente, esto exige definir una primera versión de la estructura de datos para plasmar el modelo del proceso de negocio y así iniciar el diseño de la plataforma de optimización. La selección de la técnica algorítmica, está fundamentada en los casos de éxito citados en los documentos referenciados.

### **Referencias.**

- (Ross et al., 2006) Ross Jeanne W, Weill Peter, R. D. (2006). Enterprise architecture as strategy: creating a foundation for business execution (1<sup>st</sup> Edition). Harvard Business School Press, 1 edition.
- (Brown, 2004) Brown, A. (2004). The value of enterprise architecture. ZIFA, 1:1-7.
- (Zachman, 1987) Zachman, J. A. (1987). A framework for information systems architecture. IBM Systems Journal, 26(3):276-292.
- (Weske, 2012) Weske, M. (2012). Business Process Management Architectures, pages 333-371. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- (van der Aalst et al., 2003) van der Aalst, W. M. P., ter Hofstede, A. H. M., and Weske, M. (2003). Business process management: A survey. In van der Aalst, W. M. P. and Weske, M., editors, Business Process Management, pages 1-12, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.
- (Smith Howard, 2003) Smith Howard, F. P. (2003). Business Process Management: The Third Wave. Megan-Kifferl Press, 1 edition.
- (Korhonen et al., 2016) Korhonen, J. J., Lapalme, J., McDavid, D., and Gill, A. Q. (2016). Adaptive enterprise architecture for the future: Towards a reconceptualization of ea. In 2016 IEEE 18th Conference on Business Informatics (CBI), volume 01, pages 272-281.
- (Porter, 1985) Porter, M. E. (1985). The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. NY: Free Press, 1 edition.
- (GARTNER, 1999) GARTNER (1999). Business process, tipo @ONLINE.
- (Georgoulakos et al., 2017) Georgoulakos, K., Vergidis, K., Tsakalidis, G., and Samaras, N. (2017). Evolutionary multi-objective optimization of business process designs with pre-processing. In 2017 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), pages 897-904.
- (Pérez Mergarejo and Rodríguez Ruiz, 2014) Pérez Mergarejo, E. and Rodríguez Ruiz, Y. (2014). Procedimiento para la aplicación de un modelo de madurez para la mejora de los procesos. Revista Cubana de Ingeniería 5(2):29-39.
- (Hammer, 2001) Hammer, M. (2001). The superefficient company. Harvard Business Review, 8:82-90.
- (Cho et al., 2017) Cho, M., Song, M., Comuzzi, M., and Yoo, S. (2017). Evaluating the effect of best practices for business process redesign: An evidence-based approach based on process mining techniques. Decision Support Systems, 104:92-103.
- (Llovera et al., 2018) Llovera, R. A., Barragan, J. N., Herrera, J. A., Lopez, A. (2018). EL RECURSO HUMANO EN LAS PYMES Y SU INTERACCION CON LA TECNOLOGIA. Daena Journal. 13(2):201-210
- (Tsakalidis and Vergidis, 2017) Tsakalidis, G. and Vergidis, K. (2017). Towards a comprehensive business process optimization framework. In 2017 IEEE 19th Conference on Business Informatics (CBI), volume 01, pages 129-134.
- (Marler and Arora, 2004) Marler, R. and Arora, J. (2004). Survey of multiobjective optimization methods for engineering. Structural and Multidisciplinary Optimization, 26(6):369-395.
- (Georgoulakos et al., 2017) Georgoulakos, K., Vergidis, K., Tsakalidis, G., and Samaras, N. (2017). Evolutionary multi-objective optimization of business process designs with pre-processing. In 2017 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), pages 897-904.

- (Tsakalidis and Vergidis, 2017) Tsakalidis, G. and Vergidis, K. (2017). Towards a comprehensive business process optimization framework. In 2017 IEEE 19th Conference on Business Informatics (CBI), volume 01, pages 129-134.
- (Djedovic et al., 2016) Djedovic, A., Zunic, E., Avdagic, Z., and Karabegovic, A. (2016). Optimization of business processes by automatic reallocation of resources using the genetic algorithm. In 2016 XI International Symposium on Telecommunications (BIHTEL), pages 1-7.
- (Chiandussi et al., 2012) Chiandussi, G., Codegone, M., Ferrero, S., and Varesio, F. (2012). Comparison of multi-objective optimization methodologies for engineering applications. *Computers Mathematics with Applications*, 63(5):912-942.
- (Tiwari et al., 2010) Tiwari, A., Vergidis, K., and Turner, C. (2010). Evolutionary multi-objective optimisation of business processes. In Gao, X.-Z., Gaspar-Cunha, A., Koppen, M., Schaefer, G., and Wang, J., editors, *Soft Computing in Industrial Applications*, pages 293-301, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.
- (Tiwari et al., 2006) Tiwari, A., Vergidis, K., and Majeed, B. (2006). Evolutionary multi-objective optimization of business processes. In 2006 IEEE International Conference on Evolutionary Computation, pages 3091-3097.