

Analysis of software products related incidents through process intelligence

Michael Arias

Departamento de Ingeniería, Informática y Tecnología
Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente
Costa Rica
michael.arias_c@ucr.ac.cr

Juan Diego Rodríguez Cambroner

Departamento de Ingeniería, Informática y Tecnología
Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente
Costa Rica
diegorc@outlook.com

Abstract—The challenging environment in which organizations live today address significant challenges in the daily processes they perform, and how the use of data stored in their information systems can support them in improving decision making. Given that technologies and processes have been evolving, managing processes implies a changing and adaptive scenario, with the task of making the execution of processes more effective and efficient. This paper proposes a method that combines the application of business intelligence and process intelligence techniques as an approach to analyze and evaluate support processes through help desks. The suitability of the method is illustrated through a case study of a software products related incident process. The results cover process discovery and analysis through three process mining perspectives.

Keywords—Process mining, Business Process Management, Support, Incidents, Customer Service, Jira

I. INTRODUCCIÓN

La manera en cómo las organizaciones gestionan y brindan soporte a sus servicios y productos ha venido evolucionando a través de las últimas décadas. Hoy en día, las organizaciones se enfrentan a ambientes más competitivos y acelerados bajo un entorno VUCA, que se caracteriza por la volatilidad, la incertidumbre, la complejidad y la ambigüedad [1]. Con ambientes organizacionales cambiantes, y donde el uso de las tecnologías digitales en las operaciones diarias de los negocios ha crecido, hace que la gestión de procesos de negocios ocupe un rol clave en el éxito de una organización, al generar nuevas oportunidades para estudiar sus procesos y entender la forma en cómo operan [2]. La gestión de procesos de negocio (BPM)¹ es considerada como el arte y la ciencia para analizar cómo se realiza el trabajo organizacional, verificar si los resultados son adecuados, y tomar ventaja de las oportunidades de mejora que se puedan identificar [3]. Según [3], mediante BPM es posible ejecutar un ciclo continuo del proceso con 6 fases principales: (1) Identificación, (2) Descubrimiento, (3) Análisis, (4) Rediseño, (5) Implementación, y (6) Monitoreo. Bajo el enfoque de la ciencia de procesos, existe una disciplina llamada minería de procesos (PM)², la cual provee una serie de técnicas y herramientas que pueden ser incorporadas como

parte de este ciclo de mejora continua. PM puede verse como un puente que busca cerrar la brecha entre la ciencia de datos y la ciencia de procesos mediante la extracción de conocimiento útil e inesperado a partir de los datos almacenados en los sistemas de información modernos [4].

En las organizaciones existe gran cantidad de procesos que se ejecutan día a día, por ejemplo: órdenes de compra, solicitudes de crédito o reembolso de gastos. Un proceso clave que pueden seguir las organizaciones para atender a sus clientes es la gestión de atención de incidencias (*e.i.* mesa de ayuda). Los procesos de mesa de ayuda se apoyan en el uso de recursos humanos y tecnológicos, y se convierten en un único punto de contacto dentro de la organización para gestionar y resolver distintos tipos de incidencias y solicitudes de servicio que sus clientes tengan [5]. Las mesas de ayuda son las encargadas de brindar ese soporte.

La aplicación de PM para analizar procesos de soporte se ha convertido en una herramienta importante para que las organizaciones puedan transparentar su proceso de atención de incidencias, generando ventajas a partir de la generación de modelos de procesos apegados a la realidad, analizando el desempeño de los procesos y los recursos que participan en él, detectar no conformidades del proceso, así como identificar potenciales oportunidades para automatizar tareas, reducir costos y mejorar tiempos, entre otros. Por ejemplo, en [6] se presenta el análisis del proceso DSS02 - Manejo de Solicitudes de Servicio e Incidentes del marco de trabajo COBIT 5, donde fue posible detectar ciertos problemas en la implementación del proceso DSS02 y determinar acciones para mejorar la eficiencia de procesos relacionados con la gestión de las tecnologías de información (IT).

Analizar los procesos de soporte puede ser una alternativa para conocerlos mejor. Deben existir tecnologías y métodos que promueven la generación de información procesable y utilizable para soportar la toma de decisiones en las organizaciones [7]. La inteligencia de procesos emerge como un área donde aspectos de BPM y de inteligencia de negocios (BI)³ pueden ser combinados para analizar y mejorar tanto los procesos como su gestión. El concepto de BI se centra usar información disponible en las organizaciones (ej. en un

¹N. del T. Business Process Management

²N. del T. Process Mining

³N. del T. Business Intelligence

data warehouse) para apoyar a los encargados a tomar mejores decisiones soportadas por hechos y en menor tiempo, a través de herramientas (ej. OLAP) y distintos tipos de reportes (ej. *dashboards* o reportes analíticos interactivos) [8].

Hace más de una década se consideraba a PM en el contexto de inteligencia de procesos como una disciplina práctica para obtener mayor conocimiento en cómo las personas y los procesos funcionan en la realidad [9], [10]; sin embargo, en [9] se plantean tres desafíos importantes: (1) contar con estrategias y liderazgo claro que alinee los proyectos de inteligencia de procesos con objetivos de negocio; (2) entender mejor los negocios y los factores que pueden ser controlados mediante la gestión; y (3) la gran diversidad de infraestructura, disponibilidad y calidad de datos. Diversos esfuerzos han sido llevados a cabo para disponer conjuntos de datos reales a través de competiciones de inteligencia de procesos (BPIC)⁴. Un análisis comparativo de estas competiciones [11] revela la importancia que aplicar técnicas de PM tiene para entender mejor el proceso y facilitar análisis a partir de *logs*, predominando el uso de técnicas de minería de datos y aprendizaje automático. No obstante, existe necesidad de combinar más técnicas y herramientas de inteligencia de procesos a través de enfoques que incorporen capacidades de BI junto con técnicas para el análisis y mejora de procesos como soporte más robusto para la toma de decisiones [11], [12].

Este trabajo propone un método diseñado para integrar funcionalidades de BI y PM. El método promueve el manejo de datos mediante actividades de extracción, transformación y cargado de datos. Abarca una etapa de selección y configuración de herramientas de minería de procesos, así como el uso de varias técnicas de análisis que pueden ser aplicadas a distintos procesos. Para cada etapa del método se definen las entradas y salidas, y se discuten los pasos concretos a ser ejecutados en cada una de ellas. El método ha sido evaluado a través de la aplicación de un caso de estudio utilizando datos reales de un proceso de solicitudes de soporte de una compañía que ofrece productos de software a sus clientes. La estructura del artículo es la siguiente. La Sección II presenta el trabajo relacionado. La Sección III establece el método propuesto y sus etapas. El caso de estudio es expuesto en Sección IV, mientras que la discusión se detalla en Sección V. Sección VI sintetiza las conclusiones y el trabajo futuro.

II. TRABAJO RELACIONADO

II-A. Procesos de mesa de ayuda

Existe variedad de sistemas de información que registran datos acerca de los procesos de atención de incidentes (por ejemplo: *Jira Service Management*, *HaloITSM*). Estos sistemas le permiten a clientes poder crear solicitudes de soporte para que sean atendidas por especialistas de los departamentos de tecnología de las compañías que les proveen algún producto o servicio [13]. Para cada solicitud que se genera, existe un ciclo de atención que generalmente incluye la participación de recursos técnicos para revisar y encontrar una solución

de la solicitud, podría implicar puntos de retroalimentación entre estos recursos y los clientes, procesos de escalamiento, resolución y cierre de las solicitudes. En los procesos de escalamiento, existen organizaciones que implementan distintos niveles de atención de solicitudes (por ejemplo: niveles I y II), los cuales atienden casos según su grado de complejidad. Ver en [14] una descripción más completa del proceso de atención (*help-desk*) junto con un diagrama en notación BPMN.

II-B. Minería de procesos de negocio

PM es una disciplina de investigación que permite extraer conocimiento a partir de datos almacenados en sistemas de información [15]. Estos sistemas, tales como los *Process-Aware Information Systems* (PAIS) [16], *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Customer Relationship Management Systems* (CRM), o *Sistemas de Información Hospitalarios* (HIS) [17], registran información acerca de la ejecución real de los procesos organizacionales, la cual es almacenada en bases de datos corporativas, desde donde se pueden crear registros (*logs*) de eventos. Los *logs* consisten de una agrupación de eventos que están asociados a actividades ejecutadas para una instancia de un proceso (conocida como caso) [18]. Los *logs* requieren tener al menos: un identificador único para cada caso, el nombre de la actividad y la marca de tiempo de cuando se ejecuta. Un *log* puede tener información adicional (atributos) tales como: recursos ejecutores, costos, tipo de evento, y cualquier otra información particular del proceso. A partir de la generación de un *log* de eventos, distintas técnicas de minería de procesos pueden ser utilizadas para generar conocimiento basado en el proceso. De acuerdo con [15], existen tres tipos y cuatro perspectivas de PM.

Tipos

- Descubrimiento: permite la creación de un modelo de proceso a partir de la información almacenada en el *log*
- Conformidad: compara un modelo de proceso ideal existente con el modelo de proceso real asociado al mismo proceso para identificar desviaciones entre ellos
- Mejoramiento: se enfoca en la extensión o el mejoramiento de un modelo de proceso ideal existente a partir del modelo generado del *log* de eventos real

Perspectivas

- Control de flujo: foco en el flujo en el cual se ejecutan las actividades. (modelo del proceso, orden de las actividades y posibles rutas)
- Organizacional: se ocupa de analizar la interacción (e.j. roles) que tienen los recursos (humanos o no) involucrados en la ejecución de las actividades en el proceso
- Temporal: se toman en cuenta los tiempos y frecuencia de los eventos con el fin de medir el desempeño del proceso. Detectar cuellos de botella, tiempos de espera y sincronización, son técnicas relevantes para analizar
- Caso: permite examinar la relación que pueden tener las propiedades de un caso, explorar los atributos del caso y determinar aspectos interesantes para ampliar el análisis

La minería de procesos ha emergido como una disciplina que busca cerrar la brecha entre la ciencia de datos y la ciencia

⁴<https://www.win.tue.nl/promforum/categories/process-mining>

de procesos [19]. Su puesta en marcha en múltiples sectores empresariales y áreas funciones [20] permite ver la importancia que esta disciplina ha ido alcanzando a nivel de aplicación, por lo que los procesos de mesa de ayuda no escapan a la oportunidad de ser analizados. Existen distintas metodologías para proyectos de MP tales como el modelo L^* *life-cycle* [7], MP^2 [21], o la propuesta en [22]. Estas metodologías aportan una guía con pasos y etapas para ejecutar que han servido de inspiración para este trabajo. Como contribución, nuestro método incorpora dos etapas enfocadas a tareas que usualmente se realizan bajo la sombrilla de BI. Esto puede servir de inspiración para consolidar futuros métodos donde tareas más enfocadas a BI puedan ser combinadas en conjunto con tareas más orientas al análisis de procesos.

II-C. Aplicación de minería de procesos en mesas de ayuda

PM ha sido aplicada en amplia cantidad de dominios utilizando distintas técnicas y algoritmos disponibles [20], [23]. Según [23], existen dominios como el sector salud, los procesos asociados a TI, procesos de manufactura, y los procesos educativos, que son donde se han aplicado gran cantidad de estudios utilizando PM.

Otro dominio como lo son los centros de atención de llamadas (*call centers*), que brindan el servicios de *help-desk*, han sido menos explorado y representan una área relevante para continuar investigando. Por ejemplo, se han utilizado técnicas de PM para analizar procesos de gestión de incidentes basados en ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) [24], [25], buscando proveer buenas prácticas para prestar servicios a tiempo y con costos adecuados, o desde el enfoque de analizar el comportamiento de los tiempos según los acuerdos a nivel de servicio (SLA) [26].

La competencia BPIC también ha incluido el análisis de *logs* relacionados con manejo de incidentes ITIL [11], enfocándose mucho en analizar la gestión de cambio en el proceso. Particularmente, se presentaron soluciones que combinaban herramientas de PM con herramientas y técnicas de minería de datos para resolver las preguntas de negocio planteadas.

Recientemente [27], se utilizó un proceso de *help-desk* como caso de estudio para mejorar la asignación de recursos humanos en procesos de negocio. Ese estudio se enfocó en *framework* multi-criterio que combinaba varias dimensiones para calcular los recursos más idóneos para resolver solicitudes de soporte realizadas. Yeshchenko et.al. [28] proponen un sistema bajo una técnica llamada *Visual Drift Detection* para la detección y el análisis de cambios en procesos de negocio, utilizando un proceso de *help-desk* para evaluar los distintos pasos que este tipo de procesos experimentan durante la atención de incidentes. En la literatura es posible notar que registros de información de mesas de ayuda han sido analizados en distintos contextos. Sin embargo, como se evidencia en [11], el combinar minería de procesos con herramientas de inteligencia de negocios representa un área con espacio para proponer nuevos métodos de análisis.

III. MÉTODO

Inspirados en el concepto de inteligencia de procesos [29], este trabajo propone un método flexible y adaptable, el cual consta de cuatro etapas (ver Figura 1), donde 1 y 2 se abordan desde el enfoque de BI, mientras que 3 y 4 desde PM.

1. Obtención de datos

El primer paso es la extracción de los datos almacenados en un sistema(s) o repositorio(s) a un espacio de trabajo más apropiado para su manejo y manipulación. La información extraída puede contener registros detallados de cada una de las actividades realizadas en la empresa para cumplir con sus distintos flujos de trabajos. Las fuentes de datos pueden ser variadas, y van desde una base datos, un archivo de texto, una hoja de cálculo o la utilización de una interfaz de comunicación con un sistema. Existen diversos sistemas de información para gestión de incidentes como por ejemplo *Jira Service Management*, *Salesforce Service Cloud*, entre otros.

2. Transformación de datos (ETL)

La etapa dos consiste en la transformación de los datos extraídos de un formato a otro para que esta pueda ser utilizada por otro sistema o aplicación. Hoy en día existe un gran número de herramientas disponibles en el mercado que va a facilitar el proceso de extracción, transformación y carga como las proporcionadas por empresas como Microsoft, Oracle entre otras. Este paso se subdivide en las siguientes dos operaciones.

- a) Transformación de los datos obtenidos, revisión y verificación de la información para que se pueda utilizar por alguna herramienta que se elija para realizar el procedimiento. Por ejemplo, la información puede ser extraída en un formato abierto como JSON (JavaScript Object Notation). Por facilidad y manejo común, los registros pueden quedar en una hoja de cálculo para su posterior uso.
- b) Se utiliza la hoja de cálculo y mediante alguna herramienta que soporte capacidades de ETL (*Extract, Transform and Load*), se toman los datos para procesarlos mediante diversas operaciones, tales como el filtrado, estandarización o limpieza según las reglas que se definan para tratar la información. Existen varias herramientas ETL disponibles tales como SQL Server, SAP Business Objects y Sybase.

3. Selección de herramientas de minería de procesos

Existen una gran variedad de herramientas que ofrecen distintas técnicas y algoritmos para realizar análisis de minería de procesos [30]. Herramientas como Celonis [31], Disco [32] y ProM [33] permiten realizar distintos análisis según las diferentes perspectivas de PM. Según el análisis deseado, se puede seleccionar una o varias herramientas para aplicar PM. Para cada herramienta, el procedimiento de preparación y carga es particular. Es necesario realizar algunas configuraciones específicas en cada herramienta, que puede involucrar el mapeo con respecto a los tipos de datos mínimos requeridos (ID

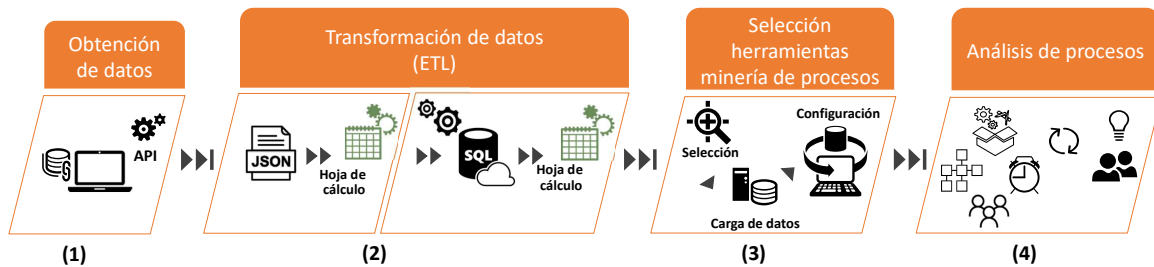


Figura 1. Método propuesto bajo una perspectiva de inteligencia de procesos

de caso, nombre de actividad, tiempo), la configuración de inicial de repositorios de datos y preparación de los análisis, o bien, la generación de archivos en formatos específicos como *Mining eXtensible Markup Language* (MXML) o *Extensible Event Stream* (XES) [34].

4. Análisis de procesos

Se aprovechan funcionalidades que las herramientas brindan para analizar procesos. A través de distintos algoritmos, el análisis de datos se ejecuta y se puede evaluar el proceso desde distintos enfoques, por ejemplo: descubrimiento de desempeño, análisis de recursos, análisis de conformidad, patrones o tendencias, entre otros. Esta etapa es fundamental para extraer mayor conocimiento a partir de los análisis y visualizaciones creadas. Para ello, esta etapa se involucra a los expertos del proceso para su evaluación y retroalimentación. Esto facilita la adopción de ideas, iniciativas o acciones que impulsen la mejora del proceso.

IV. CASO DE ESTUDIO

Para demostrar la utilidad del método, un proceso de solicitudes de soporte en productos de software es analizado.

Contexto

El proceso de mesa de ayuda seleccionado pertenece a una empresa costarricense con amplia experiencia en el mercado de productos de software. Esta empresa tiene una variada cartera de clientes, y entre sus productos principales están: un sistema de planificación de recursos empresariales, un sistema de gestor documental o soluciones de inteligencia de negocios. La empresa se focaliza en brindar un mejor servicio en la atención de las solicitudes de soporte. Han implementado una mesa de ayuda para gestionar la atención de solicitudes de una manera más ágil y en busca de mejorar el desempeño del proceso (ej. tiempos).

Descripción del proceso

Desde un sitio web, los clientes acceden a una interfaz para crear solicitudes de soporte, hacer consultas o proponer nuevas funcionalidades. En este artículo consideramos solo solicitudes de soporte. El cliente deberá completar la información requerida a través de un formulario. Creada la solicitud, se tiene un tiempo acordado para que el equipo de soporte interactúe con el cliente, atienda y de solución. La prioridad del caso podría establecerse según la criticidad. El ciclo de atención involucra un diagnóstico inicial, la posibilidad de resolverlo

inmediatamente, recurrir a obtener más detalles por parte del cliente, o escalar la solicitud a otro técnico del equipo. Este tipo de interacción se prolonga hasta que se pueda resolver el incidente, el cliente acepte la solución y la solicitud se cierre.

(1) Extracción de datos

La primera etapa se dio la extracción de los datos del sistema de mesa de ayuda llamado Jira. Los datos fueron obtenidos utilizando la interfaz de “*Jira Cloud platform REST API*” (v3). Jira expone un API en donde se puede realizar la consulta de uno o varios casos utilizando el lenguaje propietario, *JQL* (*Jira Query Language*).

Se requería una sentencia para enviar a la API, la cual debía incluir el dominio (sitio web) que contiene el nombre de la empresa, proyecto en donde se encuentra los datos y la cantidad de registros que se desean recuperar. También, se tenía que indicar desde dónde se desea comenzar la extracción y los campos que son de interés.

Los campos utilizados en el proceso de mesa de ayuda son: el identificador del caso que sería un consecutivo con una nomenclatura que la empresa ha configurado, los campos del cambio de estado (“*changelog*”) con lo que se puede dar la trazabilidad del caso, el usuario, el correo electrónico de la persona que realizó la solicitud y la fecha de creación.

Dentro del registro de cambios (“*changelog*”), se incluyeron: recurso que ejecuta la actividad, datos de la persona que creó el caso, fecha y hora en que se realizó el cambio de estado, estado en que se encontraba y el nuevo estado.

Los datos se extrajeron por medio de una extensión instalada en el explorador Firefox llamada “*RESTClient*” y el resultado se desplegó en formato JSON. La información se copió y almacenó en un archivo con extensión JSON. La cantidad máxima de registros que se podían obtener en cada extracción fue de 100 solicitudes de soporte.

(2) Transformación de datos (ETL)

Esta etapa se divide en dos partes:

1. Con la información extraída y guardada en archivos JSON, estos fueron cargados a una hoja de cálculo utilizando la opción de importar datos desde un archivo JSON. Una vez que se puede visualizar los datos, fue necesario navegar por la estructura e ir expandiendo los registros de tal manera que se pueda obtener una tabla con los campos requeridos (ver Figura 2).

La muestra utilizada para este caso de estudio fue de 600 solicitudes, por lo cual fue necesario ir cargando

Column1.key	Column1.changelog.startAt	Column1.changelog.maxResults	Column1.changelog.total	Column1.changelog.histories	Column1.fields
CSD-751	0	7	7	List	Record
CSD-750	0	6	6	List	Record

Figura 2. Carga datos en la hoja de cálculo desde el archivo JSON

6 archivos a la hoja de cálculo. Una vez ejecutado ese paso, se procedió a verificar que todas las extracciones tengan las mismas columnas y a realizar un consolidado en una sola hoja de cálculo con extensión ".xls".

2. En la segunda parte, se preparó una base de datos SQL Server para almacenar los datos obtenidos del archivo ".xls". Se utilizaron las funcionalidades de ETL del SSIS (SQL Server Integration Services) de Microsoft. La tabla que se creó sirvió para contener todos los campos considerados desde la consulta a la API.

El paquete ETL⁵ consta de cuatro tareas (Figura 3):

- Tarea 1: se configura un "SQL task" que ejecuta un "DROP" de la tabla para eliminar cualquier registro que se haya quedado de una carga anterior y asegurar que los datos cargados no contengan "basura"
- Tarea 2: se conecta el archivo en una ubicación especificada dentro de los parámetros y utilizando un mapeo de cada campo del hoja de cálculo con la tabla en la base de datos. Se trasladan los datos sin realizar alguna modificación
- Tarea 3: con los datos en la tabla, se realiza una consulta a la columna de los usuarios que crearon la solicitud, se traen valores distintos por cada caso, junto con datos asociados a cada solicitud creada
- Tarea 4: estandarizar información de los cambios de estado, ajustar hora en formato deseado, excluir información innecesaria para este trabajo, se utilizaron sentencias SQL para asignar el usuario según su interacción en el proceso de anonimizar los recursos y clientes. Se crea archivo en formato ".xls"

- Key case: identificador del caso
- Changelog histories author displayName: Recurso ejecutor de la actividad
- Changelog histories created: Fecha de ejecución
- Changelog histories items fromString: Descripción del estado inicial
- Status change: Cambio de estado

El Cuadro I muestra un extracto del log.

Cuadro I
EXTRACTO DEL log DE EVENTOS.

ID	Rec.	Fecha	Estado inicial	Cambio de Estado
1008	CL28	02/09/2022 12:55:49	Created	Waiting for support
1008	SP10	02/09/2022 13:37:48	Waiting for support	Waiting for customer
1008	SP10	02/24/2022 10:21:02	Waiting for customer	Changed to done state
1008	SP10	02/24/2022 10:21:02	Waiting for customer	Resolved
1008	SP10	02/24/2022 10:21:06	Resolved	Closed

(3) Herramientas de Minería de procesos

Se determinó el uso de las siguientes herramientas con su enfoque de análisis: (a) **Prom 6.10**: Perspectiva organizacional; (b) **Disco**: Descubrimiento, perspectiva control de flujo, perspectiva temporal; y (c) **Celonis**: Descubrimiento, perspectiva control de flujo, perspectiva temporal, y perspectiva organizacional. Estas herramientas permiten el uso de distintas técnicas y algoritmos para analizar datos desde distintas perspectivas, generar análisis con componentes y capacidades analíticas más avanzadas, así como también funcionalidades de visualización, lo que permite crear modelos y utilizar componentes visuales, además de explorar el proceso de manera más interactiva a través de filtros, animaciones, y otros.

(4) Análisis de procesos

De los enfoques mencionados, se eligieron los siguientes. *Descubrimiento del proceso*

El proceso de mesa de ayuda analizado consta de 600 casos y 6288 eventos ejecutados del 21 de junio de 2021 al 18 de marzo de 2022. Comprende 33 actividades, participan 36 recursos, y con duración promedio de 8.6 días para resolver los casos. Se aplicó un filtro para descartar la actividad 'Assign Company Name' dado que esta actividad está enfocada a un aspecto administrativo y no operativo del proceso, quedando 86% de los datos del log (515 casos) y una duración promedio de 6.5 días. Se utilizó el algoritmo de descubrimiento de Celonis para crear el mapa de proceso, el cual incluye el 99.4% de las actividades del proceso y un 89% de las conexiones entre actividades (Figura 4).

En color naranja se resalta la ruta más frecuente del proceso. El proceso inicia con la creación de la solicitud de

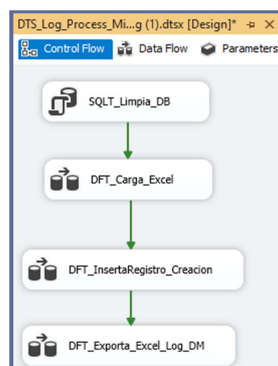


Figura 3. Proceso de ETL para obtener log de eventos

Para crear el log, se consideraron los siguiente campos:

⁵Más detalles de la implementación ETL y del método propuesto, disponible en el repositorio <https://bit.ly/3wySpz6>

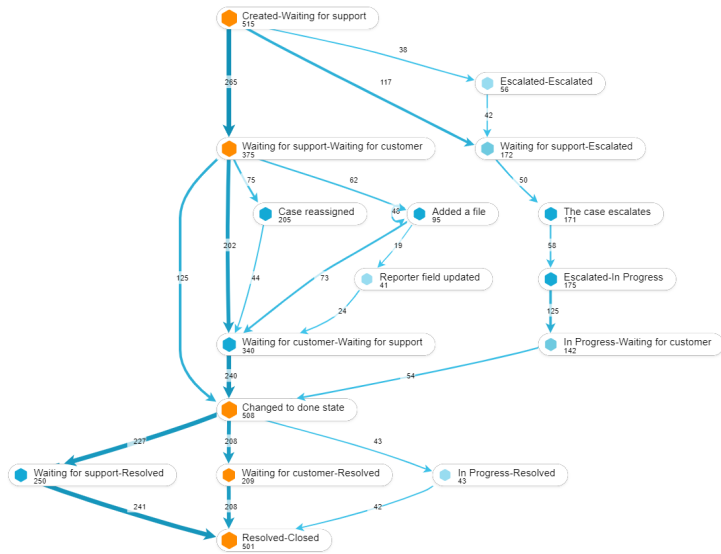


Figura 4. Mapa del proceso de soporte

soporte y el paso a la asignación de una persona a cargo del caso. Posteriormente, el caso pasa por un estado donde el técnico encargado solicita información al cliente. El proceso podría seguir a una interacción entre el cliente y el técnico asignado para obtener más datos hasta un momento donde se pueda resolver el caso. Podría suceder también que el caso requiera ser escalado para buscar una solución con otro técnico, lo cual puede ocurrir después de creado el caso, o bien, como resultado de la interacción inicial entre el técnico y el cliente. El proceso avanza cuando se logra resolver el caso y se pasa a un estado de 'terminado'. Una vez resuelto el caso, tanto el cliente como el técnico pueden dar por resuelto el caso y con ello finalizar el proceso.

Perspectiva organizacional

Esta perspectiva sigue siendo una de las menos exploradas en PM [20]. El análisis de redes sociales en PM permite identificar roles, analizar la distribución de trabajo entre los recursos, y cómo estos se interrelacionan entre sí [35]. Se realizó este análisis mediante el framework ProM (v6.10). Se encontró un solo equipo de trabajo mediante la métrica de *Working Together*. Se identificaron 3 roles con la métrica *Mine for a Similar-Task Social Network* (ver Figura 5).

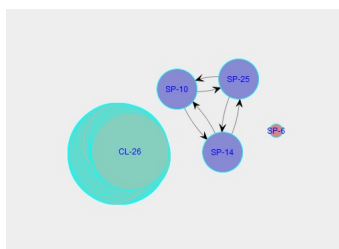


Figura 5. Roles detectados en el proceso de mesa de ayuda

A la izquierda de la figura se encuentran agrupados los

recursos que cumplen con el rol de clientes (32 recursos). Este rol se encarga, entre otras actividades de realizar la apertura de los casos, responder a las solicitudes del equipo de soporte, determinar la resolución de un caso y categorizarlo como terminado, y evaluar la satisfacción de la atención brindada. El rol del equipo de soporte consta de 3 recursos (SP-10, SP-14, SP-25), los cuales se encargan del proceso de atención y solución de los casos. Abarcan actividades que involucran la atención inicial del caso, la solicitud de información adicional a los clientes, escalar o reasignar el caso, resolver y cerrar los casos. Finalmente, hay un recurso de soporte (SP-6) con un rol único, el cual se encarga de actividades vinculadas con estimaciones de tiempo y el registro de tiempos utilizados.

La representación de la métrica de quién le pasa trabajo a quién entre los recursos se muestra en la Figura 6. Los nodos representan los recursos y los arcos representan las conexiones entre ellos. Con la vista de ranking, los recursos son ubicados basados en la cantidad de arcos de entrada y de salida, determinando su importancia para el proceso. Observar la importancia que tienen para el proceso el equipo de soporte. Recursos con el ranking más alto están posicionados hacia el centro de la figura, destacando SP-10 en el centro, y el recurso SP-14 como el siguiente recurso con más participación.

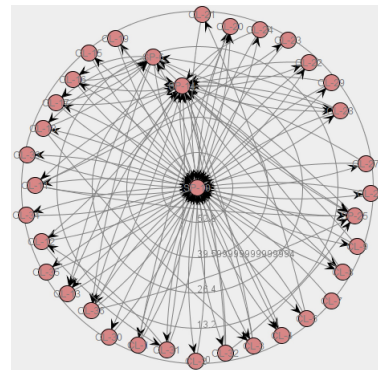


Figura 6. Representación de la métrica de *Handover of work*

La métrica social *Subcontracting* permite identificar que, entre dos actividades ejecutadas por un recurso i , existe entre medio una actividad ejecutada por un recurso j . En la Figura 7 se puede ver cómo los recursos (nodos) se interrelacionan (arcos) con otros a través de la subcontratación.

Sobresale que el recurso SP-10 tiene un patrón de subcontratación alto con todos los recursos con el rol de clientes. Destaca que la subcontratación entre el equipo de soporte y los clientes se da principalmente por las actividades "In progress-waiting for customer" y "Waiting for customer-waiting for support", donde hay un intercambio de información entre las partes en la atención de la solicitud, y también al ejecutarse la actividad "Changed to done state" para dar como terminado el caso. Un patrón interesante se presenta entre recursos del tipo cliente, donde estos se subcontratan la tarea de "Add a file" cuando se requiere agregar imágenes que son solicitadas por el equipo de soporte como información adicional. Hay 5 recursos que no ejecutan

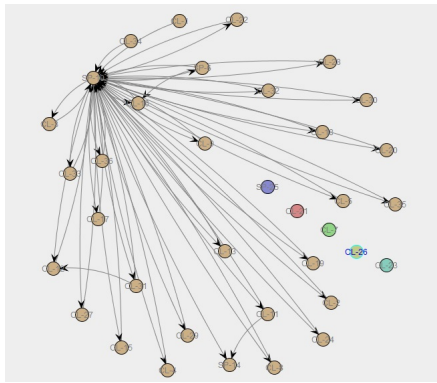


Figura 7. Red social obtenida a través de la métrica *Subcontracting*

algún tipo de subcontratación, debido a que se enfocan más en actividades de completar la encuesta de satisfacción, o bien la actividad de *Resolved-Closed*.

Perspectiva temporal

El foco principal fue analizar la información con respecto al tiempo de ejecución de las actividades a lo largo del proceso descubierto. Se evaluó el modelo general del proceso utilizando el análisis del desempeño de la herramienta Disco basados en el tiempo promedio (Figura 8). Se analizaron tres aspectos importantes. En primer lugar, el cumplimiento de Acuerdos a Nivel de Servicio (SLA). Este aspecto se evalúa con respecto a dos métricas: a. Tiempo de respuesta inicial (16 horas - 2 días laborales), y b. Tiempo de resolución total de la solicitud (24 horas - 3 días laborales). En la primera métrica, el tiempo promedio es de 3.8 horas desde que el caso se crea y pasa a ser atendido por un representante de soporte, por lo cual se está cumpliendo con la métrica en menos de un día laborable. Para la segunda métrica, las estadísticas del proceso indican que la duración promedio para resolución de los casos es de 6.5 días, lo cual supera por 3.5 días el SLA deseado.

En segundo lugar, el equipo de soporte tiene la siguiente regla: 'Pasadas 24 horas (3 días laborales) y no se obtiene respuesta del cliente se termina el caso y pasa a resuelto'. Para analizar el comportamiento de esta regla, se realizó un filtro temporal para excluir aquellos casos que son escalados a partir de la actividad *Waiting for support-Waiting for customer*. Solamente el 12% de los casos (73 casos) cumplen esta regla como se puede apreciar en la Figura 9. Casos que no cumplen esta regla tienden a demorarse más en ser resueltos.

En tercer lugar, el foco fue identificar situaciones que estén aumentando el tiempo de atención de las solicitudes. El mapa (Figura 8) nos muestra dos puntos de atención en el proceso relacionados con la conexión entre las actividades *Waiting for support-Waiting for customer* y *Changed to done state*, y entre las actividades *The case escalates* y *Escalated in progress*. Se procedió a analizar estos dos escenarios.

El flujo de *Waiting for support-Waiting for customer - Changed to done state* representa la interacción entre un técnico y el cliente. El equipo de soporte luego de revisar el caso y trabajar con él, cambia el estado a esperar una respuesta

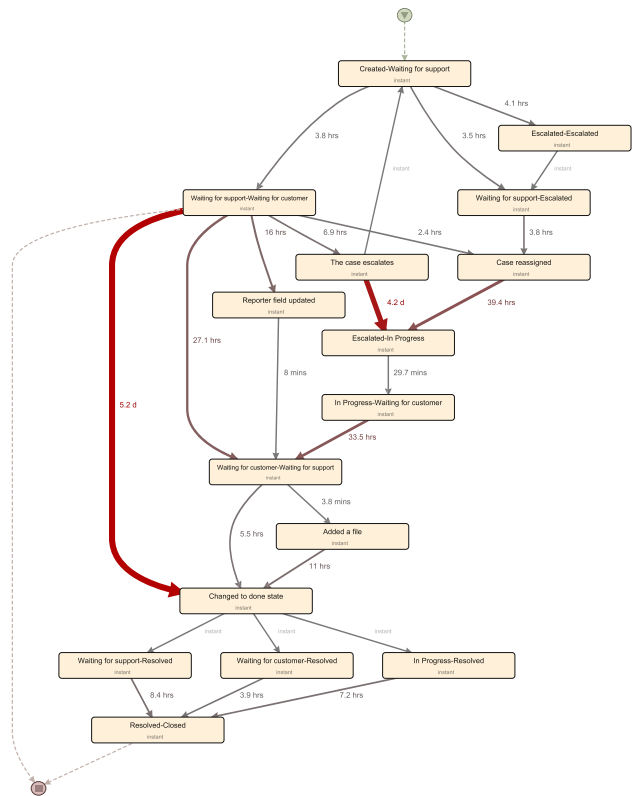


Figura 8. Desempeño general del proceso

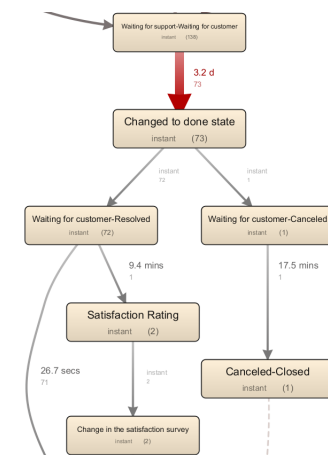


Figura 9. Mapa del proceso de soporte

por parte del cliente de acuerdo al progreso en el avance de la solución (por ejemplo: solicitando más información o notificando que se ha conseguido una solución del caso). Acá, se destacan dos hallazgos relevantes: 1) se ratifica el impacto que tiene la regla de los 3 días en el desempeño del proceso. En promedio, los casos pasan a demorar 8 días en ser resueltos, y donde claramente el tiempo la participación de ciertos clientes que no responden a tiempo incrementa la duración promedio de resolución total como se puede apreciar en el *dashboard* (a)

de la Figura 10⁶. Excepto los clientes CL-5 y CL-7, los demás clientes tienen una duración promedio en que se resuelvan los casos donde ellos participan por arriba de 4 días.

Con el flujo de *"The case escalates"* - *"Escalated in progress"*, se confirma el impacto en tiempo que tiene cuando se escala un caso. Si bien el tiempo promedio de resolución del caso sube a 7 días, hay que notar que a diferencia del flujo anterior, en este caso el cliente no es el principal responsable de generar un aumento de tiempo en el proceso, pues el tiempo promedio de los casos de los clientes no supera los 5 días (según la regla, debería ser 3 días en promedio) como se aprecia en el *dashboard* (b) de la Figura 10.

Hay que resaltar que 11% de los 171 casos incurrir en una práctica de que escalan el caso pero no cambian la solicitud al estado de *"Escalated-in progress"* como debería de hacerse. Ese 11% de los casos cambian al estado de *"Changed to done state"* una vez que se le determina una solución. El 34% de los casos que siguen al estado de *"Escalated-in progress"* pueden entrar a un ciclo de interacción con el cliente (ver Figura 11). Cuando el cliente interactúa es posible notar que no hay impacto en cuanto al tiempo; sin embargo, cuando no interactúa hay un aumento de los días que se demora para establecer el caso como terminado (*"Changed to done state"*).

V. DISCUSIÓN

Validar junto con los expertos los resultados obtenidos desde la información extraída del sistema *Jira Service Management* ha generado el entendimiento más profundo sobre el proceso y la detección de oportunidades de mejora. En general, la aplicación del método propuesto facultó el combinar aspectos de BI con técnicas y herramientas de PM, produciendo distintos beneficios. Las etapas de obtención y transformación de datos se convierten en un paso idóneo para generar datos de calidad (insumo clave en PM), evitando tener registros incompletos, no seguir un patrón en las fechas, o información mal registrada, lo que podría conducir a análisis erróneos o sesgados [18].

Se confirma que las técnicas de PM pueden ayudar a tener un entendimiento más claro de cómo se ejecuta realmente el proceso a través del análisis de los modelos de procesos resultantes. Generar modelos de manera rápida y flexible a partir de datos almacenados, mas no explorados, se convierte en una herramienta visual valiosa que permite tener una mirada completa del proceso (*end-to-end*). Se podría tener la percepción de que los procesos gestión de operaciones son maduros, sin embargo, en la realidad puede ser diferente. El flujo de estados que les ofrece Jira a los dueños del proceso es general y no se apega a lo que sucede verdaderamente. Asimismo, explicitar las distintas variantes del proceso, evidencia que para las solicitudes que se escalan es necesario definir un procedimiento que permita determinar el por qué, a quién y cómo se debe de escalar el caso. Dado que no se categorizan los casos por nivel de importancia o severidad, queda de manifiesto que no existe un flujo claro del porqué y cómo se escalan los casos, ni tampoco es posible encontrar distintos

niveles de expertise para la atención de los casos.

Desde la perspectiva organizacional, como era de esperarse, se confirma la fuerte interacción que existe entre los recursos de soporte y los clientes. Cabe destacar el rol clave que representa el recurso SP-10 en todo el proceso, donde se reflejó la carga de trabajo que pasa por su atención (en promedio atiende 17 eventos por día, y tiene un *Throughput time* de 156.6 horas). Junto con SP-14 y SP-6, son los encargados de sostener el funcionamiento de la mesa de ayuda, siendo SP-25 un recurso que ejecuta menos actividades y que se enfoca más en la validación y dar por resueltos los casos. Según los expertos, este análisis les permite ver que están sub-utilizando la herramienta, dado que la inversión que se ha hecho para utilizarla es de hasta 15 personas como soporte.

Medir la subcontratación es para los expertos una oportunidad de cuantificar la interacciones en el proceso, evidenciar el nivel de correlación de los recursos, y determinar posibles acciones ante patrones detectados, por ejemplo, depender de un tercero para agregar imágenes a los casos, o la interacción más aislada en actividades para evaluar la satisfacción del cliente (solamente en el 2% de los casos se hace esta evaluación).

Desde el desempeño del proceso, los expertos ven que la opción de analizar la duración en mesas de ayuda genera el insumo de visualizar el comportamiento del tiempo a lo largo del proceso. Los modelos generados son un aporte innovador para guiar acciones para ajustar tiempos de respuesta en el ciclo del proceso hasta su finalización. Por ejemplo, descubrir que los tiempos esperados de respuesta al cliente no se están cumpliendo, dan una oportunidad de mejora con respecto a los SLAs a establecer en nuevas solicitudes. El análisis también permite evidenciar que no se está cumpliendo con la regla de negocio que, si pasados 3 días no se recibe respuesta del cliente, el estado del caso cambia a terminado. Este hallazgo entrega un insumo muy valioso para mejorar el porcentaje (12%) de casos que si cumplen esa regla. Otro aspecto mencionado por los expertos es que al analizar el desempeño cuando los casos son escalados, les entrega conocimiento relevante con respecto a las cargas de trabajo del equipo de soporte, con miras de determinar estrategias de balanceo más adecuadas.

La aplicación del método evidencia la necesidad de determinar acciones concretas, que según los expertos, apoyen en: a) optimizar la intervención humana en el registro de actividades, minimizando cambios de estado manuales o que se salten el registro de ciertos estados (ej. en progreso); b) monitorear reglas automáticas y ajustar sus tiempos de ejecución, dado que, por ejemplo, se podrían mejorar alertas cuando los casos son resueltos pero aún no están cerrados; c) fomentar en los clientes el registro de actividades en el flujo del proceso (ej. cambiar al estado *"Resolved"* una solución aceptada por ellos; y d) medir la madurez de los procesos actuales en busca de buenas prácticas (ej. ITIL) que incentiven ciclos de vida para mejorar la gestión de procesos de negocio [3].

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El sector industrial es una área con gran futuro de aplicación de minería de procesos. La gran cantidad de información que

⁶Análisis interactivo en Celonis disponible en: <https://bit.ly/3LzGLrT>



Figura 10. Escenarios de análisis de desempeño. El dashboard (a) representa la interacción entre el equipo de soporte y el cliente, mientras que el dashboard (b) ejemplifica el proceso cuando los casos son escalados

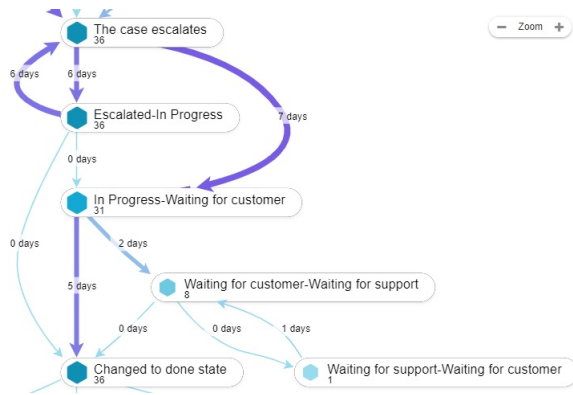


Figura 11. Interacción del cliente en casos escalados

caracteriza la industria 4.0, sumado a la proliferación en el mercado de herramientas para análisis de datos, convierten a esa área en escenario relevante para aplicar PM [23]. Este trabajo propuso un método que combina la inteligencia de negocios con la inteligencia de procesos como área de investigación. El método se basa en cuatro etapas principales que

involucran la obtención, extracción, transformación y cargado de datos, así como la selección y el uso de herramientas y técnicas de minería de procesos para el análisis respectivo. El método viene a ser una contribución a esta área que ha ido creciendo para mejorar la eficiencia de los procesos y responder asertivamente a futuros cambios, pero que aún necesita consolidarse más, explotando múltiples oportunidades de herramientas y técnicas disponibles.

Fue posible evidenciar como el uso de técnicas de descubrimiento pueden ser utilizadas para brindar soporte a etapas como el modelamiento de procesos. El análisis organizacional explicitó la forma en cómo los recursos se están interrelacionando, evidenciando la función clave que tiene el equipo de soporte en el proceso, y la posibilidad de optimizar las cargas de trabajo que los recursos técnicos manejan.

El método ilustra como los procesos pueden ser estudiados y optimizados utilizando variedad de análisis, explotando la construcción de dashboards interactivos para mayor profundidad analítica. Se pudo apreciar como a través de los escenarios de análisis de desempeño mostrados, los dueños del proceso pudieron identificar situaciones que producen un aumento en

el tiempo de atención de las solicitudes de soporte y verificar el cumplimiento o no de reglas de negocio establecidas (ej. 3 días laborales promedio para terminar un caso). Esta es otra contribución clave del trabajo, dado que la inteligencia de procesos es utilizada como mecanismo para validar el alineamiento entre procesos de negocio y objetivos estratégicos corporativos, y el cumplimiento de regulaciones o reglas [36].

Como limitaciones, el trabajo se enfocó en un contexto específico de análisis, con las técnicas y herramientas utilizadas. Hallazgos identificados son particulares para el caso de estudio analizado. No se abarcaron *logs* de otras organizaciones. La etapa de análisis no abarcó la técnica del chequeo de conformidad [37]. El *log* abarcó un periodo de 8 meses y se concentró en ciertos atributos. Se considera que el método propuesto puede ser replicado en otros procesos de mesa de ayuda y en otros contextos, dado que herramientas como Jira son usadas también en procesos de desarrollo de software.

Como trabajo futuro se buscará extender la etapa análisis, incorporando técnicas de conformidad, análisis más granulares para revisar SLA's por actividades buscando optimizar el desempeño general, y el mapeo de buenas prácticas para el diseño y la ejecución de procesos de soporte. Finalmente, valoraremos el incorporar otras herramientas de BI y PM como parte del método, así como desarrollar otros casos de estudio.

REFERENCIAS

- [1] S. S. Nandram and P. K. Bindlish, "Introduction to vuca," in *Managing VUCA Through Integrative Self-Management*, pp. 3–14, Springer, 2017.
- [2] J. vom Brocke, W. van der Aalst, T. Grisold, W. Kremser, J. Mendling, B. Pentland, J. Recker, M. Roeglinger, M. Rosemann, and B. Weber, "Process science: The interdisciplinary study of continuous change," *Available at SSRN 3916817*, 2021.
- [3] M. Dumas, M. La Rosa, J. Mendling, and H. A. Reijers, *Fundamentos de la Gestión de Procesos de Negocio*. Ediciones de la U, 2018.
- [4] W. M. Van der Aalst, *Process mining: data science in action*. Springer, 2016.
- [5] D. Knapp, *A guide to service desk concepts*. Cengage Learning, 2013.
- [6] I. Tello, C. Ruiz, and S. G. Yoo, "Analysis of COBIT 5 process "DSS02- Manage service requests and incidents" for the service desk using process mining," in *2018 International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*, pp. 304–310, IEEE, 2018.
- [7] W. v. d. Aalst, A. Adriansyah, A. K. A. d. Medeiros, F. Arcieri, T. Baier, T. Blickle, J. C. Bose, P. v. d. Brand, R. Brandtjen, J. Buijs, et al., "Process mining manifesto," in *International conference on business process management*, pp. 169–194, Springer, 2011.
- [8] R. Jacobson, S. Misner, and H. Consulting, *SQL Server 2005 Analysis Services*. Microsoft Press, 2006.
- [9] M. Genrich, A. Kokkonen, J. Moormann, M. z. Muehlen, R. Tregear, J. Mendling, and B. Weber, "Challenges for business process intelligence: Discussions at the bpi workshop 2007," in *International Conference on Business Process Management*, pp. 5–10, Springer, 2007.
- [10] M. Linden, C. Felden, and P. Chamoni, "Dimensions of business process intelligence," in *International Conference on Business Process Management*, pp. 208–213, Springer, 2010.
- [11] I. F. Lopes and D. R. Ferreira, "A survey of process mining competitions: the bpi challenges 2011–2018," in *International Conference on Business Process Management*, pp. 263–274, Springer, 2019.
- [12] A. Kopp and D. Orlovskiy, "Intelligent support of the business process model analysis and improvement method," in *International Conference on Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications*, pp. 111–135, Springer, 2019.
- [13] R. Dolak and J. Botlik, "Process mining of event logs from horde helpdesk," in *Smart Technologies and Innovation for a Sustainable Future*, pp. 303–309, Springer, 2019.
- [14] D. B. Mirsu, "Monitoring help desk process using kpi," in *Soft Computing Applications*, pp. 637–647, Springer, 2013.
- [15] W. M. P. van der Aalst, *Process Mining - Data Science in Action*. Springer, 2016.
- [16] M. Dumas, W. M. Van der Aalst, and A. H. Ter Hofstede, *Process-aware information systems: bridging people and software through process technology*. John Wiley & Sons, 2005.
- [17] R. Mans, W. M. van der Aalst, N. C. Russell, P. J. Bakker, and A. J. Moleman, "Process-aware information system development for the healthcare domain-consistency, reliability, and effectiveness," in *International Conference on Business Process Management*, pp. 635–646, Springer, 2009.
- [18] R. J. C. Bose, R. S. Mans, and W. M. van der Aalst, "Wanna improve process mining results?," in *2013 IEEE symposium on computational intelligence and data mining (CIDM)*, pp. 127–134, IEEE, 2013.
- [19] W. Van der Aalst and E. Damiani, "Processes meet big data: Connecting data science with process science," *IEEE Transactions on Services Computing*, vol. 8, no. 6, pp. 810–819, 2015.
- [20] P. Zerbinio, A. Stefanini, and D. Aloini, "Process science in action: A literature review on process mining in business management," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 172, p. 121021, 2021.
- [21] M. L. v. Eck, X. Lu, S. J. Leemans, and W. M. Van Der Aalst, "Pm²: a process mining project methodology," in *International conference on advanced information systems engineering*, pp. 297–313, Springer, 2015.
- [22] S. Aguirre, C. Parra, and M. Sepúlveda, "Methodological proposal for process mining projects," *International Journal of Business Process Integration and Management*, vol. 8, no. 2, pp. 102–113, 2017.
- [23] C. dos Santos Garcia, A. Meincheim, E. R. F. Junior, M. R. Dallagassa, D. M. V. Sato, D. R. Carvalho, E. A. P. Santos, and E. E. Scalabrin, "Process mining techniques and applications—a systematic mapping study," *Expert Systems with Applications*, vol. 133, pp. 260–295, 2019.
- [24] D. R. Ferreira and M. M. Da Silva, "Using process mining for itil assessment: a case study with incident management," in *Proceedings of the 13th Annual UKAIS Conference, Bournemouth University*, Citeseer, 2008.
- [25] K. Gerke, K. Petrush, and G. Tamm, "Continual process improvement based on itil and process mining," in *Quality Management for IT Services: Perspectives on Business and Process Performance*, pp. 145–167, IGI Global, 2011.
- [26] C. Mager, "Analysis of service level agreements using process mining techniques," *FHWS Science Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 49–58, 2014.
- [27] M. Arias, J. Munoz-Gama, M. Sepúlveda, and J. C. Miranda, "Human resource allocation or recommendation based on multi-factor criteria in on-demand and batch scenarios," *European Journal of Industrial Engineering*, vol. 12, no. 3, pp. 364–404, 2018.
- [28] A. Yeshchenko, C. Di Ciccio, J. Mendling, and A. Polyvyanyy, "Visual drift detection for sequence data analysis of business processes," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2021.
- [29] W. v. d. Aalst, "Using process mining to bridge the gap between BI and BPM," *Computer*, vol. 44, no. 12, pp. 77–80, 2011.
- [30] M. Kerremans, T. Srivastava, and F. Choudhary, "Market guide for process mining." url <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-28SA9BAA&ct=220118st=sb>.
- [31] F. Veit, J. Geyer-Klingeborg, J. Madrzak, M. Haug, and J. Thomson, "The proactive insights engine: Process mining meets machine learning and artificial intelligence," in *Proceedings of the BPM Demo Track and BPM Dissertation Award co-located with 15th International Conference on Business Process Modeling (BPM 2017), Barcelona, Spain, September 13, 2017* (R. Clarisó, H. Leopold, J. Mendling, W. M. P. van der Aalst, A. Kumar, B. T. Pentland, and M. Weske, eds.), vol. 1920 of *CEUR Workshop Proceedings*, CEUR-WS.org, 2017.
- [32] C. W. Günther and A. Rozinat, "Disco: Discover your processes.," *BPM (Demos)*, vol. 940, no. 1, pp. 40–44, 2012.
- [33] H. Verbeek, J. C. Buijs, B. F. v. Dongen, and W. M. Van Der Aalst, "Xes, xesesame, and prom 6," in *International conference on advanced information systems engineering*, pp. 60–75, Springer, 2010.
- [34] C. Gunther and H. Verbeek, *XES - standard definition*. BPM reports, BPMcenter.org, 2014.
- [35] W. M. Van der Aalst and M. Song, "Mining social networks: Uncovering interaction patterns in business processes," in *International conference on business process management*, pp. 244–260, Springer, 2004.
- [36] M. Castellanos, A. A. De Medeiros, J. Mendling, B. Weber, and A. Weijters, "Business process intelligence," in *Handbook of research on business process modeling*, pp. 456–480, IGI Global, 2009.
- [37] J. Munoz-Gama et al., *Conformance checking and diagnosis in process mining*. Springer, 2016.