



**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
FACULTAD 3**

**Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero en
Ciencias Informáticas**

**“Vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los
procesos del Sistema para la Planificación de Actividades SIPAC”**

Autor:

Luis Miguel Caballero Tito

Tutores:

Ing. Maria Teresa Rosales González

DrC. Arturo Orellana García

Co-tutor:

Ing. Yiniam Hechavarría Mosquera

Ing. José Carlos Peñalver Peñalver

La Habana, 16 de junio de 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro ser autor de la presente tesis y se reconoce a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste se firma la presente a los 23 días del mes de junio del año 2017.

Luis Miguel Caballero Tito

Ing. María Teresa Rosales González

DrC. Arturo Orellana García

Ing. Mairelys Fernández González

AGRADECIMIENTOS

*La gratitud en silencio no sirve a nadie por lo tanto este es un vía para agradecer a los que me han acompañado:
A mi mamá, por ser quien siempre da las carreras. No soy tu papá, lo sé, pero para ti siempre quiero lo mejor.
A mis hermanos, por quererme tal como soy.
A Kirenia, siempre serás mi primí.
A mi tía, por las charlas serias.*

A mis amigos que son los que más entenderán de lo que hablo:

Yudelín, por ser la mejor amiga. Gracias por las lágrimas y las risas, por no decir "te lo dije" cuando ya me lo habías dicho. Gracias por abrirme tu casa y tu mundo, por hacer tuyos mis problemas. Gracias por enseñarme que los amigos son más que familia.

José Luis, llevamos 4 años juntos y vamos a por más. Gracias por hacerme querer ser la tostadora valiente, por ayudarme a enfrentarme a lo que venga, por aguantarme, por darme por loco y por los consejos.

Dayan, por ser mi mojigato preferido. Gracias por ser tú, siempre es bueno tener a alguien que te recuerde los buenos sentimientos.

José Carlos, por estar ahí siempre aunque te haga perder la paciencia, por dejarme ser parte de tu vida y adoptarme literalmente. Gracias por quererme.

Daylín, por demostrar que la vida se disfruta. Gracias por enseñarme que cuando las cosas no te salen bien siempre se puede volver a comenzar.

Yara, por ser mi segunda mamá. Gracias por escucharme, por las papas ricas y sobre todo por demostrarme que cada uno escoge su propio camino.

Addiel, por las tertulias. Ya no las hacemos tanto pero gracias por siempre estar ahí.

Rosalina, por tu genialidad. Gracias por ser tan linda conmigo.

María Antonia, por tratarme como a tu hijo. Gracias por abrirme tu casa y tu corazón.

Yoan, por la alegría. Gracias por los buenos y los malos momentos.

Sabino, por cambiar mi punto de vista. Gracias por enseñarme que el mundo no es tan pequeño.

Osniel, Carmona, Mojena e Ignacito, siempre van a ser la gente de mi apto.

Eimé, Idelmis, Yorguy, Nao y Dariel, por ser el piquete. Gracias por incluirme en sus fiestas.

Yoslenys, por la amistad. Gracias por ser de todos el más serio, por enseñarme que siempre se necesita de un amigo que te ponga mano dura con los estudios.

Ariam, por ser gonzo. Gracias por enseñarme que los buenos momentos sólo se tienen con las personas correctas.

Richard, por hacerme tu ranita, por dejarme estar presente en tu vida. Gracias por hacerme crecer, por hacerme creer en las segundas oportunidades, por tu amistad. Gracias por tanto amor.

Ernesto, por detenerme el tiempo. Gracias por permanecer aún en los malos momentos.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi abuela, hace 16 años que no te tengo pero eso no te hace menos importante, aún después de apagada tu luz sigues alumbrándome el camino. Gracias por cuidarme.

RESUMEN

El proceso de planificación de actividades en Cuba es realizado siguiendo lo establecido por la Instrucción No.1 del Presidente de los Consejos de Estado y de Ministros, para la Planificación de los objetivos y actividades en todos los niveles de dirección. La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) tuvo la responsabilidad de crear un sistema encargado de informatizar y homogeneizar dicho proceso: el Sistema para la Planificación de Actividades (SIPAC). Luego de ponerse en uso SIPAC se ha reconocido la creación de una vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos como una funcionalidad en forma de valor agregado. La minería de procesos (MP) constituye una disciplina que brinda las técnicas capaces de generar vistas de análisis a partir de registros de eventos. El objetivo de esta investigación es desarrollar una vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos del Sistema para la Planificación de Actividades (SIPAC), a partir del registro de eventos. Dicha solución fue implementada haciendo una instanciación de la técnica "*Mine for a working together social network*" utilizada por la herramienta ProM para la minería de procesos sobre redes sociales de trabajo conjunto. El lenguaje de programación utilizado para la implementación fue Java y como entorno de desarrollo integrado se empleó Netbeans. Para la validación de la solución se realizó un caso de estudio donde se aplica la técnica de minería de procesos seleccionada en la herramienta ProM y en el componente generado, obteniendo resultados semejantes. Además, fue medida la satisfacción de los usuarios potenciales mediante la aplicación de la técnica Iadov. Como resultado de la investigación se obtuvo un componente que permite a los usuarios decisores de SIPAC contar con una vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos manejados desde este.

Palabras claves: actividad, minería de procesos, planificación, proceso, interacción

ABSTRACT

The process of planning activities in Cuba is carried out following the provisions of Instruction No. 1 of the President of the Councils of State and Ministers, for the Planning of the objectives and activities at all levels of management. The University of Computer Science (UCI) had the responsibility of creating a system in charge of computerizing and homogenizing this process: the System for the Planning of Activities (SIPAC). After SIPAC is put into use, it has been recognized the creation of an analysis view of the interaction of the personnel that executes the processes as functionality in the form of added value. Process mining (MP) is a discipline that provides techniques capable of generating analysis views from event logs. The objective of this research is to develop an analysis view of the interaction of the personnel that executes the processes of the System for the Planning of Activities (SIPAC), from the record of events. This solution was implemented by an instantiation of the technique "Mine for a working together social network" used by the ProM tool for the mining of processes on social networks of joint work. The programming language used for the implementation was Java and as an integrated development environment Netbeans was used. For the validation of the solution, a case study was carried out where the process mining technique selected in the ProM tool and in the generated component is applied, obtaining similar results. In addition, the satisfaction of potential users was measured by the application of the ladov technique. As a result of the research, a component was obtained that allows SIPAC decision makers to have an analysis view of the interaction of the personnel that executes the processes handled from this one.

Keywords: activity, process mining, planning, process, interaction

ÍNDICE

Índice de Figuras y Tablas	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.	15
Introducción.....	15
1.1 Marco teórico	15
1.2 Sistema de Planificación de Actividades (SIPAC).....	16
1.2.1 Análisis de SIPAC.....	17
1.3 Componente humanístico.....	17
1.4 Técnicas y herramientas de minería de procesos.....	18
1.5 Ambiente de desarrollo.....	27
1.5.1 Lenguaje de modelado.....	27
1.5.2 Herramienta CASE	28
1.5.3 Lenguaje de programación	29
1.5.4 Entorno de desarrollo integrado	30
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	32
CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	33
Introducción.....	33
2.1 Descripción de la solución propuesta.	33
2.1.1 Técnica de minería de procesos	33
2.1.2 Métricas basadas en casos en común	34
2.1.3 Entradas y salidas.....	34
2.1.4 Configuraciones.....	36
2.1.5 Modelo conceptual.....	36
2.2 Implementación de la propuesta de solución.....	37
2.2.1 Arquitectura de desarrollo	37

2.2.2 Patrones de diseño	38
2.2.3 Estándares de codificación	42
2.2.3.1 Nomenclatura de las clases.....	42
2.2.3.2 Nomenclatura de las funcionalidades, atributos y variables.....	43
2.2.3.3. Nomenclatura de los comentarios	43
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	43
CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.	44
3.1 Aplicación de un caso de estudio	44
3.2 Índice de Satisfacción Grupal.....	48
3.3 Aplicación de la técnica ladov para medir satisfacción	50
3.4 Impacto de la solución.....	51
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	52
CONCLUSIONES.....	53
RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	55
GLOSARIO DE TÉRMINOS	59
ANEXOS.....	60

Índice de Figuras y Tablas

TABLA 1 LISTADO DE PLUG-INS DE PROM TOMADO DE HTTP://WWW.PROMTOOLS.ORG/DOKU.PHP	21
TABLA 2 TABLA COMPARATIVA DE LOS PLUG-INS O TÉCNICAS EMPLEADAS POR PROM PARA LA MINERÍA DE REDES SOCIALES.	27
TABLA 3 CUADRO LÓGICO DE IADOV (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	49
FIGURA 1 BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DEL ARCHIVO EN FORMATO .XES.	35
FIGURA 2 SALIDA MATRIZ SOCIAL.	35
FIGURA 3 SALIDA SOCIOGRAMA.	36
FIGURA 4 MODELO CONCEPTUAL DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.	37
FIGURA 5 APLICACIÓN DEL PATRÓN DE DISEÑO "CREADOR".....	39
FIGURA 6 APLICACIÓN DEL PATRÓN DE DISEÑO "BAJO ACOPLAMIENTO".	40
FIGURA 7 UTILIZACIÓN DE LA INTERFAZ VISTA1.JAVA COMO FACHADA.	41
FIGURA 8 APLICACIÓN DEL PATRÓN GOF "ITERADOR".....	42
FIGURA 9 EJEMPLO DE NOMENCLATURA DE FUNCIONALIDADES, ATRIBUTOS Y VARIABLES.....	43
FIGURA 10 REALIZACIÓN DEL PASO 2: IMPORTAR EL REGISTRO DE EVENTOS... ..	45
FIGURA 11 REALIZACIÓN DEL PASO 3: SELECCIONAR LA TÉCNICA A EMPLEAR.. ..	45
FIGURA 12 REALIZACIÓN DEL PASO 4: SELECCIONAR OPCIONES DE VISUALIZACIÓN.	46
FIGURA 13 REALIZACIÓN DEL PASO 5: VISUALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS. ...	46
FIGURA 14 REALIZACIÓN DEL PASO 2: IMPORTAR EL REGISTRO DE EVENTOS... ..	47
FIGURA 15 REALIZACIÓN DEL PASO 3: SELECCIONAR LA TÉCNICA A EMPLEAR.. ..	47
FIGURA 16 REALIZACIÓN DEL PASO 4: VISUALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS. ...	48
FIGURA 17 DISTRIBUCIÓN DE LA SATISFACCIÓN DE USUARIOS CON RESPECTO A LA VISTA DE ANÁLISIS DESARROLLADA. FUENTE: (ELABORACIÓN PROPIA)	51

INTRODUCCIÓN

El crecimiento del universo digital que se encuentra relacionado con la ejecución de los procesos en las organizaciones hace posible registrar, procesar y analizar los eventos asociados. Los eventos que se registran varían en dependencia del entorno en que ocurren y afectan a todos los involucrados e incluso a otros eventos. El gran reto está en aprovechar los datos brindados por estos, con el objetivo de mejorar los procesos y facilitar su entendimiento.

Los sistemas de información orientados a procesos existentes resultan fundamentales para lograr eficiencia en la productividad de las empresas y organizaciones donde se emplean. Hoy en día son muchas las empresas que apoyan su trabajo en el uso de estos sistemas resultando en el incremento de su demanda y áreas de aplicación.

En el centro CEIGE de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se están dando los primeros pasos en la aplicación de la minería de procesos para los productos que ellos desarrollan. El producto Sistema de Planificación de Actividades (SIPAC) es uno de ellos. Desarrollado con el objetivo de informatizar y homogeneizar el proceso de planificación de objetivos y actividades a corto, mediano y largo plazo que se realiza en todos los niveles de dirección del país. El cual está certificado por el Grupo de Planificación de Actividades de la Secretaría del Consejo de Ministros de la República de Cuba. Permite interrelacionar objetivos de trabajo y actividades en tiempo real; garantizando el seguimiento y cumplimiento de los objetivos y actividades en las entidades. Solución encaminada también a puntualizar las actividades que debe efectuar cada individuo, como parte de la planificación a corto plazo (denominada por los especialistas como Planificación Operativa), posibilita una mayor correspondencia entre lo que aspira la dirección y lo que debe proponerse cada miembro de la organización, garantizando que todo el personal se encuentre identificado con las actividades a desempeñar, las metas a alcanzar y las prioridades establecidas. Implementa funcionalidades generales de los procesos asociados a la planificación por objetivos, pero desde las particularidades del modelo cubano de planificación (SIPAC). Entre sus funcionalidades SIPAC permite la informatización de los procesos del negocio: Elaboración, Puntualización, Aprobación-Conciliación, Ejecución y control del plan y Evaluación de los objetivos, almacenando información de la ejecución de sus actividades en la base de datos. Hoy en día se cuenta

con un componente para la extracción y transformación de esta información en un registro de eventos.

SIPAC representa un punto de avance en la planificación y control de actividades en las empresas donde es utilizado. Sin embargo, los usuarios decisores no cuentan con datos reales que les facilite confeccionar los equipos de trabajo y evaluar la producción de los trabajadores. Debido a que no existe una herramienta que les brinde un análisis de la forma en que interactúa el personal no se puede identificar individuos aislados, centrales o de poco rendimiento en las tareas que se llevan a cabo y de esta forma poder realizar un trabajo más directo sobre los recursos humanos con que se cuenta en aras de aumentar la producción.

Entre las posibles soluciones a la problemática existente se detecta el uso de la minería de procesos como vía fundamental para procesar los datos existentes y obtener información que permita tomar decisiones eficientes. La minería de procesos es una disciplina de investigación que permite descubrir, monitorear y mejorar procesos reales a partir de la extracción de conocimientos de los registros de eventos ampliamente disponibles en los actuales sistemas de información. Estos registros de eventos son el resultado del almacenamiento de la información de las actividades que componen los procesos en un período determinado de tiempo (HUGO SANTIAGO AGUIRRE MAYORGA, NICOLÁS RINCÓN GARCÍA, 2015).

El análisis anterior evidencia la necesidad de que SIPAC cuente con un componente o funcionalidad como valor agregado que permita obtener una vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos que gestiona. Todo esto con el objetivo de poder contribuir a la toma de decisiones eficientes en cada empresa respecto a la organización de los recursos humanos con que se cuenta.

A partir del análisis de la situación existente, se identifica el siguiente **problema a resolver**: ¿Cómo contribuir el análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos en el Sistema de Planificación de Actividades (SIPAC) a partir de su registro de eventos?

El **objeto de estudio** de la investigación lo constituye el proceso de planificación de actividades y el **campo de acción** estará enmarcado en las técnicas de la minería de

procesos para el análisis de la interacción del personal que ejecuta las actividades en SIPAC.

Para dar solución al problema planteado se trazó como **objetivo general**: desarrollar una vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos del Sistema para la Planificación de Actividades (SIPAC), a partir del registro de eventos.

El objetivo general se desglosó en las siguientes tareas de investigación:

- 1- Elaboración del marco teórico metodológico para fundamentar la investigación.
- 2- Selección de la técnica de minería de procesos a aplicar en la creación de la vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos del Sistema para la Planificación de Actividades (SIPAC).
- 3- Personalización de la técnica de minería de procesos a aplicar en la creación de la vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos del Sistema para la Planificación de Actividades (SIPAC).
- 4- Desarrollo de una vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos del Sistema para la Planificación de Actividades (SIPAC) que responda a las necesidades del cliente.
- 5- Validación de la propuesta mediante técnicas y métodos definidos para la investigación.

Como **idea a defender** se formuló la siguiente: Si se desarrolla una vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos en el Sistema para la Planificación de Actividades (SIPAC), se podrá analizar la interacción del personal que ejecuta los procesos, a partir del registro de eventos.

Durante el desarrollo de las tareas de investigación definidas se utilizaron los siguientes **métodos** científicos:

- Análisis-síntesis: para identificar la técnica de minería de procesos a utilizar en la solución del problema planteado.
- Histórico-lógico: para analizar la evolución de los enfoques empleados en el proceso de planificación de actividades en la aplicación de la técnica de minería de procesos seleccionada.

Estructura del trabajo

El trabajo está estructurado en introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y glosario de términos. A continuación, se muestra una breve descripción de cada capítulo.

Capítulo 1: Fundamentos teóricos sobre la planificación de actividades, la minería de procesos y técnicas asociadas.

En este capítulo se presentan elementos teóricos relacionados con la planificación de actividades y la minería de procesos para lograr un mejor entendimiento del trabajo a desarrollar. Se describen los principales procesos y módulos de SIPAC. También se realiza una valoración comparativa de las técnicas y herramientas asociadas a la minería de procesos que pueden ser aplicadas para dar solución al problema a resolver por la investigación. Además, se describe el ambiente de desarrollo a emplear para materializar la solución deseada.

Capítulo 2: Propuesta de solución.

En este capítulo se pone en práctica todos los conocimientos adquiridos, durante el análisis de la bibliografía y el estudio teórico realizado. Se definen los estándares de codificación a utilizar durante el desarrollo. Se personaliza la técnica seleccionada a las necesidades de SIPAC. Se describe la solución propuesta y se presenta su funcionamiento.

Capítulo 3: Implementación y verificación de la solución propuesta.

Este capítulo describe la etapa de implementación, se elaboran y documentan las pruebas realizadas a la solución propuesta para demostrar el correcto funcionamiento de la misma, y por último se analizan los resultados obtenidos tras la aplicación de la herramienta en un caso de estudio.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Introducción

En este capítulo se presentan un conjunto de elementos que conforman los fundamentos teóricos relacionados con el objeto de estudio de la investigación. Se realiza un estudio sobre las técnicas de minería de procesos existentes con el objetivo de seleccionar la más apropiada para dar solución al problema en cuestión. Por último, se analizan las tecnologías, herramientas informáticas y metodologías a utilizar en el proceso de desarrollo del software.

1.1 Marco teórico

En la presente sección se muestran varias definiciones relacionadas con el objetivo y campo de acción en el que se enmarca la investigación.

Actividad

Conjunto de operaciones o tareas propias de una persona o entidad. En la minería de procesos una actividad es el conjunto de tareas que realizan los individuos como parte de un proceso.

Proceso

Un proceso es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado.

Red Social

Una red social es una plataforma digital de comunicación global que pone en contacto a gran número de usuarios, permitiendo su interacción y el manejo de los procesos de los que estos forman parte.

Minería de procesos

La minería de procesos es una disciplina que tiene como objetivo descubrir, monitorear y mejorar procesos de negocio a partir del análisis del registro de los eventos del proceso que se encuentran almacenados en los sistemas de información. (HUGO SANTIAGO AGUIRRE MAYORGA, NICOLÁS RINCÓN GARCÍA, 2015) Su aplicación ayuda a identificar cuellos de botella, anticipar problemas, registrar violaciones de políticas, recomendar contramedidas, y simplificar procesos para la mejora del funcionamiento del negocio. (ROZINAT A. AND VAN DER AALST, BRATOSIN C)

Registro de eventos

El conjunto de ejecuciones reales es un informe del proceso que contiene información sobre el orden en el que se realizaron las actividades, además de información adicional sobre quién realizó la actividad, el momento en el que se realizó y los recursos involucrados; generalmente se denomina como “registro de eventos”. (JOSÉ FELIPE RAMÍREZ PÉREZ, MAYLEVIS MOREJÓN VALDÉS, DANIEL OLIVERA FAJARDO, TERESA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, 2016)

El punto de partida en la minería de procesos es un registro de eventos. Cada evento se refiere a una instancia de proceso (caso) y una actividad. Los eventos están ordenados y podrían contener propiedades adicionales (e.g., marcas de tiempo o datos sobre recursos). Puede ser utilizado para descubrir roles en la organización (eg., grupos de personas con patrones de trabajo similar). Estos roles pueden ser utilizados para relacionar individuos con actividades. (ORELLANA GARCÍA, Arturo, 2016)

1.2 Sistema de Planificación de Actividades (SIPAC).

El Sistema de Planificación de Actividades (SIPAC) fue desarrollado por la Universidad de las Ciencias Informáticas y es certificado por el Grupo de Planificación de Actividades de la Secretaría del Consejo de Ministros de la República de Cuba, la cual se guía por la Instrucción No.1 del Presidente de los Consejos de Estado y de Ministros. Tiene como objetivo informatizar y homogeneizar el proceso de planificación de objetivos y actividades a corto, mediano y largo plazo que se realiza en todos los niveles de dirección del país, está basado en los principios de independencia tecnológica del país.

El sistema permite, gracias a las funcionalidades con que cuenta, una serie de acciones, entre ellas:

- Interrelacionar los objetivos de trabajo y actividades en tiempo real, esto garantiza el seguimiento y cumplimiento de los objetivos y actividades en las entidades.
- Puntualizar las actividades a realizar por cada usuario, como parte de la planificación a corto plazo, posibilitando una mayor coincidencia entre lo que la dirección aspira y lo que debe proponerse cada integrante de la organización.
- La gestión de los posibles involucrados que dirigen o ejecutan el proceso de planificación de objetivos y actividades.

- Compartimentar la información mediante la gestión de los permisos entre los diferentes niveles involucrados en la planificación y la gestión de los principales nomencladores.
- Generar reportes como el plan de actividades anual, el plan de actividades mensual, plan de trabajo individual, puntualizaciones del plan mensual y el resumen de cumplimiento del plan de trabajo según lo establecido en la Instrucción No.1.
- La informatización de los procesos de Elaboración del plan, Aprobación-conciliación, Puntualización del plan, Ejecución y control del plan y Evaluación de los objetivos (CEIGE, 2015).

1.2.1 Análisis de SIPAC

SIPAC constituye una potente herramienta en el área de la planificación de actividades y con ello la gestión de los procesos que tienen lugar en las empresas y organizaciones donde es utilizado. No obstante todo sistema es perfectible y para ello se pueden hacer mejoras como realizar un sistema o componente que brinde una vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos. Al realizar la vista de análisis mencionada se podrá procesar aquellos datos manejados en SIPAC sobre los procesos y actividades permitiendo a los usuarios decisores contar con información verídica sobre la forma en que está interactuando el personal.

1.3 Componente humanístico

Hoy en día existen soluciones informáticas encaminadas a solucionar problemas sociales de la vida cotidiana. Sin embargo existen otras que en nada benefician a la sociedad, todo lo contrario, la perjudican. De ahí la importancia de crear herramientas o sistemas que constituyan soluciones o sirvan de base de apoyo para solucionar problemas reales que afectan el desarrollo humano.

Los usuarios decisores de las empresas donde se emplea SIPAC como sistema para la planificación de actividades poseen problemas a la hora de identificar individuos aislados, de bajo o alto rendimiento. Con el objetivo de solucionar problemas de esa índole se decide crear una vista de análisis que permita analizar la interacción del personal que ejecuta las actividades de los procesos que son manejados en SIPAC.

La información extraída de esta vista de análisis permitirá realizar un trabajo más directo y consciente sobre cada individuo o trabajador con el objetivo de potenciar sus fortalezas y disminuir sus vulnerabilidades. Al contar con personal más capaz y con una organización acertada los directivos empresariales e institucionales verán un avance notorio en la consecución de los objetivos propuestos.

En la medida en que las empresas e instituciones aumenten sus niveles de productividad la sociedad podrá percibir los resultados de una mejor organización y manejo de los recursos humanos. Igualmente se puede evitar el derroche de recursos materiales que tanta necesidad tiene el planeta y que tanto afectan al medio ambiente en que vivimos y del cual formamos parte notoria.

1.4 Técnicas y herramientas de minería de procesos

En la presente sección se muestra un conjunto de técnicas y herramientas empleadas en la minería de procesos para el análisis de redes sociales.

Las técnicas de minería de procesos son capaces de extraer conocimiento de los registros de eventos disponibles en los sistemas de información actuales. Estas técnicas proveen nuevos medios para descubrir, monitorear y mejorar los procesos en una variedad de dominios de aplicación. (ORELLANA GARCÍA, Arturo, 2016)

Con el uso de los registros de eventos se pueden realizar tres tipos de minería de procesos. El primer tipo de minería de procesos es el descubrimiento, aquí se toma un registro de eventos y se produce un modelo sin usar ninguna información a-priori. El segundo tipo de minería de procesos es la conformidad o verificación, en este se compara un modelo de proceso existente con un registro de eventos del mismo proceso. La verificación de conformidad puede ser usada para chequear si la realidad, tal como está almacenada en el registro de eventos, es equivalente al modelo y viceversa. También puede ser aplicada a modelos procedurales, modelos organizacionales, modelos de procesos declarativos, políticas/reglas de negocio, regulaciones, etc. (Orellana García, Arturo, 2016) El tercer tipo de minería de procesos es el mejoramiento. Aquí la idea es extender o mejorar un modelo de proceso existente usando la información acerca del proceso real almacenada en algún registro de eventos. Mientras la verificación de conformidad mide el alineamiento entre el modelo y la realidad, este tercer tipo de minería de procesos busca cambiar o extender el modelo a-priori. (ORELLANA GARCÍA, Arturo, 2016)

Existen varias técnicas de descubrimiento, entre ellas se encuentran los árboles de decisión. Un árbol de decisión es una forma gráfica y analítica de representar todos los eventos (sucesos) que pueden surgir a partir de una decisión asumida. Ayuda a tomar la decisión “más acertada” desde un punto de vista probabilístico y ante un abanico de posibles decisiones (Introducción a los árboles de decisión). Otra de las técnicas de descubrimiento lo constituye el análisis de redes sociales. Este se centra en las relaciones entre los individuos o grupos de personas; las relaciones se construyen por métricas predefinidas y los resultados se pueden mostrar en la representación de una matriz o en un gráfico (Introducción a los árboles de decisión).

Existen un conjunto de herramientas de minería de procesos, entre ellas destacan Disco y ProM junto a aquellas que le brindan respaldo como ProM Import, Nitro y XESame (J.C.A.M. BUIJS, B.F. VAN DONGEN, AND W.M.P. VAN DER AALST). A continuación se describe cada una:

ProM Import: ProM Import es un framework, o marco de trabajo por su traducción al español, diseñado para convertir un registro de eventos a MXML¹ con gran rapidez. Presenta un buen diseño de interfaz² que proporciona una serie de funcionalidades que lo hacen fácil de usar incluso para los usuarios con poca experiencia o casi ninguna en el área de la informática. Permite la configuración de varios de sus parámetros con el objetivo de facilitar el proceso de obtención del resultado esperado. Sus salidas pueden ser utilizadas para el trabajo con ProM. Al constituir una herramienta intermedia en el proceso de minería utilizada para ayudar a interpretar el registro de eventos se descarta su uso en la obtención de la vista de análisis que se requiere. (ProMimport)

Nitro: Es un marco de trabajo que permite a los desarrolladores la mejora de código mediante el ofrecimiento de distintas variantes, o implementaciones alternativas a este. Nitro proporciona una interfaz de biblioteca que permite a los programadores expresar variantes de código junto con meta-información que ayuda al sistema a seleccionar entre el conjunto de variantes en tiempo de ejecución. Se emplea un aprendizaje automático

¹ *Plug-in desarrollado en el lenguaje de programación C con el objetivo de ayudar a los desarrolladores a implementar interpretación de archivos en XML (Lenguaje de Mercado Extensible por su traducción al español) en sus proyectos.*

² *Capa de un software con la que interactúan los usuarios.*

para construir un modelo a través del entrenamiento con esta meta-información, de modo que cuando se presenta una nueva entrada Nitro puede consultar el modelo existente. Puede ser utilizado en ProM para la obtención de las variantes de solución más óptimas (S. MURALIDHARAN, M. SHANTHARAM, M. HALL, M. GARLAND, B. CATANZARO). Al constituir una herramienta intermedia en el proceso de minería utilizada para la obtención de las variantes de solución más óptimas para un problema específico se descarta su uso en la obtención de la vista de análisis que se requiere.

XESame: Es una herramienta que habilita el dominio de expertos para especificar cómo debería ser extraído el registro de eventos desde sistemas existentes y cómo convertirlo a XES³. Provee una forma genérica de extraer el registro de eventos desde la fuente de datos que resulta fácil de usar dado que no se requieren habilidades de programador para ello (J.C.A.M. BUIJS, B.F. VAN DONGEN, AND W.M.P. VAN DER AALST). Al constituir una herramienta intermedia en el proceso de minería utilizada para ayudar a interpretar el registro de eventos se descarta su uso en la obtención de la vista de análisis que se requiere.

Disco: Constituye una herramienta de minería de procesos desarrollada por el grupo de trabajo de Fluxicon⁴. Mediante su empleo se pueden crear mapas de procesos y obtener información detallada sobre cada paso de este. Se pueden aplicar filtros para acceder a la información necesitada de forma más rápida además de importar y exportar los registros de eventos en distintos formatos, entre ellos los usados por ProM. Resulta una herramienta de minería de procesos muy útil sin embargo no permite determinar el modo en que interactúan los miembros de una red social de trabajo conjunto. (CHRISTIAN W. GUNTHER AND ANNE ROZINAT, 2016)

ProM v6.6.1

ProM es un framework extensible que soporta una amplia variedad de técnicas de minería de procesos en forma de plug-ins. Es independiente de la plataforma, ya que es implementada en Java, y se puede descargar de forma gratuita. Los diversos paquetes y

³ *eXtensible Event Stream o "Flujo de eventos extensibl " por su traducción al español, resulta ser un formato a ser usado en las versiones más actuales de ProM como entrada para sus operaciones.*

⁴ *Su objetivo es crear soluciones de minería de procesos para profesionales.*

plug-ins asociados disponibles proveen una serie de funcionalidades que el usuario puede emplear para llevar a cabo la minería de procesos (PROM TOOLS).

Entre las técnicas de ProM para el análisis de la interacción de personal en las redes sociales se encuentran Mine for a Reassignment Social Network, Mine for a Similar-Task Social Network, Mine for a Subcontracting Social Network y Mine for a Working-Together Social Network. Son técnicas asociadas a la minería de procesos cuyo objetivo es el descubrimiento, o sea, toman un registro de eventos y producen un modelo sin usar ninguna información a-priori. Ninguno de estos plug-ins puede ser configurado de forma tal que se cambien los parámetros que utiliza para dar una salida. A continuación se muestra un listado con la mayoría de las técnicas que se pueden encontrar para ProM:

Tabla 1 Listado de plug-ins de ProM tomado de <http://www.promtools.org/doku.php>

Nombre en inglés	Función	Tipo
ProM Log Files (Disk-buffered by MapDB)	Importar registro de eventos	Importar
ProM Log Files (Naive)	Importar registro de eventos	Importar
ProM Log Files (Lightweight and Sequential IDs)	Importar registro de eventos	Importar
Add missing Events	Preparar el registro de eventos	Calidad
Add identities to log	Preparar el registro de eventos	Calidad
Add artificial events	Preparar el registro de eventos	Calidad
Add noise to log filter	Preparar el registro de eventos	Calidad
Calculate log meta data	Preparar el registro de eventos	Calidad
Check compliance of a log	Preparar el registro de eventos	Calidad
Concept drift	Preparar el registro de eventos	Calidad

Enrich log for temporal compliance checking	Preparar el registro de eventos	Calidad
Estimate Completeness	Preparar el registro de eventos	Calidad
Filter log by attributes	Preparar el registro de eventos	Calidad
Filter log on event attribute values	Preparar el registro de eventos	Calidad
Filter log on trace attribute values	Preparar el registro de eventos	Calidad
Filter log using prefix-closed language (PCL)	Preparar el registro de eventos	Calidad
Filter log using simple heuristics	Preparar el registro de eventos	Calidad
Fix attributes	Preparar el registro de eventos	Calidad
Fix timestamps	Preparar el registro de eventos	Calidad
Remove extensions from log	Preparar el registro de eventos	Calidad
Rename/merge events	Preparar el registro de eventos	Calidad
Remove events from log traces	Preparar el registro de eventos	Calidad
Prepare Durations for Correlation Testing	Preparar el registro de eventos	Calidad
Convert Cheetag Log	Preparar el registro de eventos	Conversión
Convert log to generator (tree-based)	Preparar el registro de eventos	Conversión
Convert log to generators (sequential)	Preparar el registro de eventos	Conversión
Declare MapsMiner	Descubrimiento del proceso	Descubrimiento

Declare MapsMiner no Hierarchy	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Declare Maps Miner no Reductions	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Declare Maps Miner no Transitive	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Data-aware Declare Miner	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Discover matrix	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Discover with ILP using Decomposition	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Mine for a Petri Net using ILP	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Guide TreeMiner (plugin)	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Mine a Process Tree with ETMd	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Mine for a Causal Net using Heuristics Miner	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Mine for a Fuzzy Model	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Mine for a Handover-of-Work Social Network	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Mine for a Heuristics Net using Heuristics Miner	Descubrimiento proceso	del	Descubrimiento
Mine for a Reassignment Social Network	Red Social		Descubrimiento
Mine for a Similar-Task Social Network	Red Social		Descubrimiento
Mine for a Subcontracting Social Network	Red Social		Descubrimiento
Mine for a Working-Together Social Network	Red Social		Descubrimiento
Mine Transition System	Descubrimiento	de	Descubrimiento

	procesos	
Select Best Fuzzy Instance	Descubrimiento de procesos	Descubrimiento
Fuzzy Animation	Descubrimiento de procesos	Descubrimiento
Convert Heuristics Net into Petri Net	Descubrimiento de procesos	Descubrimiento
Convert Heuristics Net into Flexible Model	Descubrimiento de procesos	Descubrimiento
Get Model from Pair	Descubrimiento de procesos	Descubrimiento
Remove edge points	Descubrimiento de procesos	Descubrimiento
Unpack Aggregate Type	Descubrimiento de procesos	Descubrimiento
Mine a Petri Net using Flower Miner	Descubrimiento de procesos	Descubrimiento
Operational Support Client	Monitoreo de procesos	Predicción
Start not another workflow language system	Monitoreo de procesos	Predicción
Perform Predictions of Business Process Features	Ejecución de análisis	Resumen
PN Performance Analysis (interactive)	Ejecución de análisis	Resumen
PN Performance Analysis (batch)	Ejecución de análisis	Resumen
Start Process Tree Editor	Diseño de proceso	Diseño
Start Process Tree Editor Beginner	Diseño de proceso	Diseño
Test Driver - PLG Process Generator	Diseño de proceso	Diseño

En la Tabla 1 se pueden observar las cuatro técnicas de minería de procesos mencionadas anteriormente. Debido al área de aplicación de estas, dentro de la cual se encuentra SIPAC, fue necesario profundizar en su estudio. A continuación una breve descripción de cada una de ellas:

Mine for a Reassignment Social Network

Reasignación de trabajo, por su traducción al español; implementa la métrica basada en tipos de eventos especiales. Al implementar dicha métrica tiene en cuenta el tipo de evento y su significado. Un ejemplo lo constituye la reasignación de una actividad de un individuo i a un individuo j , si este evento ocurre con determinada frecuencia y no de forma viceversa, se puede llegar a la conclusión de que entre ambos existe una jerarquía en la cual i es el jefe y j el subordinado. Esta técnica permite identificar sistemas de jerarquía y con ello modificar la forma en se asignan las actividades como parte del proceso. (PROM TOOLS)

Mine for a Similar-Task Social Network

Tareas en común, por su traducción al español; implementa la métrica basada en actividades en común. Dicha métrica se concentra en las actividades que realizan los individuos. La suposición aquí es que las personas que hacen actividades similares tienen relaciones más fuertes que las personas que hacen tareas completamente diferentes. Cada individuo tiene un "perfil" basado en la frecuencia con que realizan actividades específicas. Al aplicar esta técnica se pueden descubrir los grupos más fuertemente relacionados y realizar trabajo sobre ellos en pos de aumentar la productividad. (PROM TOOLS)

Mine for a Subcontracting Social Network

Subcontratación de tareas, por su traducción al español; implementa la métrica basada en causalidad. Dicha métrica se enfoca en analizar el flujo de trabajo entre los individuos. Si i realiza una tarea y a continuación j realiza otra tarea de forma subsiguiente, se puede decir que hay una entrega de trabajo de i a j . Esta noción puede ser refinada de varias maneras. Por ejemplo, el conocimiento de la estructura del proceso puede utilizarse para detectar si existe realmente una dependencia causal entre ambas actividades. También es posible considerar no sólo la sucesión directa sino también la sucesión indirecta utilizando un factor de caída de la causalidad β , es decir, si hay 3 actividades entre una actividad completada por i y una actividad completada por j , el factor de caída de la causalidad es β^3 . La idea principal de la subcontratación es contar el número de veces que el individuo j ejecutó una actividad entre dos actividades ejecutadas por el individuo i . Esto puede indicar que el trabajo fue subcontratado de i a j . La subcontratación nos puede

dar una idea clara de cómo fluye el trabajo y las acciones que se pueden tomar en dependencia de los fallos y aciertos. (PROM TOOLS)

Mine for a working together social network

Constituye una técnica de minería de procesos que permite identificar cómo interactúan las personas durante el desarrollo de un proceso aplicando métricas basadas en casos en común (BRATOSIN C). Las métricas basadas en casos en común asumen que si los individuos trabajan juntos en los mismos casos entonces tendrán una relación más fuerte que los individuos que rara vez trabajan juntos. Tienen en cuenta cuán seguido dos individuos realizan actividades de forma conjunta en el mismo caso o proceso. (PROM TOOLS)

Luego de un análisis de las herramientas estudiadas se decide que ProM es la más adecuada para la obtención de la vista de análisis requerida para darle solución al problema de la investigación. Como se ha podido apreciar ProM cuenta con un gran número de técnicas pero de ellas solo cuatro son aplicables a la minería de redes sociales. Con el objetivo de seleccionar una o varias de ellas para aplicar en la obtención de nuestro objetivo fue necesario definir una serie de requisitos que estos deben cumplir. La selección de cada uno de ellos se realizó en conjunto con el cliente, basados en las características de SIPAC como red social y en aspectos que debe cumplir todo software o herramienta con el objetivo de facilitar la interacción de los usuarios; estos son listados a continuación:

- R1- Utiliza como entrada un registro de eventos.
- R2- Produce como salida un sociograma y una matriz social.
- R3- Aplicable a una red social de trabajo conjunto.
- R4- Parámetros configurables.
- R5- Posee una interfaz amigable.
- R6- No requiere conocimientos de minería de procesos para el entendimiento de la información resultado de su aplicación.

Tabla 2 Tabla comparativa de los plug-ins o técnicas empleadas por ProM para la minería de redes sociales.

Plug-in / Técnica Requisito	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Mine for a Reassignment Social Network	X	X				
Mine for a Similar-Task Social Network	X	X				
Mine for a Subcontracting Social Network	X	X				
Mine for a working together social network	X	X	X			

La Tabla 2 muestra las técnicas de ProM para la minería de redes sociales, de ellas “Mine for a working together social network” es la que más aspectos de los requeridos cumple por lo que se decide su selección. Sin embargo solo cumple con tres de los seis requisitos básicos mencionados, no contando con opciones de configuración y brindando una interfaz poco amigable. Ante tal situación la solución a tomar consiste en realizar una instanciación de “Mine for a working together social network” aplicando métricas basadas en casos en común que cumpla con los seis requisitos mencionados. Al realizar una instanciación de esta técnica se pretende obtener una vista de análisis totalmente usable, de fácil entendimiento y que permita el análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos en SIPAC.

1.5 Ambiente de desarrollo.

1.5.1 Lenguaje de modelado

UML es el acrónimo de Lenguaje Unificado de Modelado, este es el lenguaje estándar para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema, utilizándose para el modelado del negocio y sistemas de software (BRATOSIN C).

También ofrece un estándar para describir los modelos, incluyendo aspectos conceptuales como procesos de negocio, funciones del sistema, expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes reutilizables.

1.5.2 Herramienta CASE

CASE es el acrónimo de ComputerAided Software Engineering, las herramientas CASE son un conjunto de programas y ayudas que dan asistencia a los analistas, ingenieros de software y desarrolladores, durante todos los pasos del ciclo de vida de desarrollo de un software (MTP). Durante el desarrollo de esta investigación se empleó la herramienta CASE que a continuación se describe:

Visual Paradigm v-8.0

Es una herramienta de diseño UML y herramienta CASE UML diseñada para ayudar al desarrollo de software. Ofrece un paquete completo necesario para la captura de requisitos, la planificación del software, la planificación de pruebas, el modelado de clases y el modelado de datos (Visual Paradigm website).

Visual Paradigm es una herramienta de software diseñada para que los equipos de desarrollo de software puedan modelar el sistema de información empresarial y gestionar procesos de desarrollo. Visual Paradigm soporta los principales lenguajes y estándares de modelado de la industria, como UML, SysML, SoaML, BPMN, XMI, etc. Ofrece herramientas completas de software para la captura de requisitos, análisis de procesos, diseño de sistemas, diseño de bases de datos, entre otras acciones dentro de un proceso de desarrollo de software (FAQ, General Questions).

Las principales características de la herramienta son:

- Soporta las últimas versiones del UML.
- Posee un poderoso generador de documentación y reportes en formato PDF, HTML y MS Word.
- Proporciona soporte para varios lenguajes en la generación de código e ingeniería inversa como: Java, C++, CORBA IDL, PHP, Ada y Python.
- Disponibilidad en múltiples plataformas (Windows, Linux)
- Capacidades de ingeniería directa e inversa.

Se selecciona Visual Paradigm en su versión 8.0 como herramienta para el modelado UML debido a que esta permite trabajar de forma colaborativa, hacer un trabajo organizado y ágil. Posibilita la realización de los diagramas necesarios para el desarrollo y mejor entendimiento de la aplicación. Permite realizar ingeniería inversa a partir del código fuente. Al ser seleccionado el lenguaje de modelado UML, es conveniente tener en cuenta su vinculación con Visual Paradigm, resaltando que este último presenta abundantes tutoriales de UML y demostraciones interactivas.

1.5.3 Lenguaje de programación

Los lenguajes de programación son un conjunto de símbolos junto a un conjunto de reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones. Constan de un léxico, una sintaxis y una semántica.

Partiendo de las características de la aplicación, se hace necesaria la selección de un lenguaje mediante el cual se pueda cumplir con los requisitos propuestos. Actualmente existen muchos lenguajes para el desarrollo de aplicaciones, surgidos a partir de las tendencias y necesidades de los escenarios. El análisis se centró fundamentalmente en el lenguaje Java.

Java v-8.0

Java es la base para prácticamente todos los tipos de aplicaciones de red, además del estándar global para desarrollar y distribuir aplicaciones móviles y embebidas, juegos, contenido basado en web y software de empresa. Con más de 9 millones de desarrolladores en todo el mundo, Java permite desarrollar, implementar y utilizar de forma eficaz interesantes aplicaciones y servicios (INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN JAVA).

Como cualquier lenguaje de programación, el lenguaje Java tiene su propia estructura, reglas de sintaxis y paradigma de programación. El paradigma de programación del lenguaje Java se basa en el concepto de programación orientada a objetos (OOP), que las funciones del lenguaje soportan.

El lenguaje Java es un derivado del lenguaje C, por lo que sus reglas de sintaxis se parecen mucho a C: por ejemplo, los bloques de códigos se modularizan en métodos y se delimitan con llaves ({ y}) y las variables se declaran antes de que se usen.

Estructuralmente, el lenguaje Java comienza con *paquetes*. Un paquete es el mecanismo de espacio de nombres del lenguaje Java. Dentro de los paquetes se encuentran las clases y dentro de las clases se encuentran métodos, variables, constantes, entre otros (Visual Paradigm website).

Se ha decidido utilizar Java como lenguaje de programación entre otros aspectos debido a que permite:

- Escribir software en una plataforma y ejecutarla virtualmente en otra.
- Crear programas que se puedan ejecutar en un explorador y acceder a servicios Web disponibles.
- Desarrollar aplicaciones de servidor para foros en línea, almacenes, encuestas, procesamiento de formularios HTML y mucho más.
- Combinar aplicaciones o servicios que utilizan el lenguaje Java para crear aplicaciones o servicios con un gran nivel de personalización.
- Escribir aplicaciones potentes y eficaces para teléfonos móviles, procesadores remotos, micro-controladores, módulos inalámbricos, sensores, puertas de enlace, productos de consumo y prácticamente cualquier otro dispositivo electrónico (INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN JAVA)

1.5.4 Entorno de desarrollo integrado

Un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) es una herramienta que permite a los desarrolladores de software escribir sus programas en uno o más lenguajes. Consiste básicamente en una plataforma en la que se integran un editor de código, un compilador⁵, un depurador⁶ y una interfaz gráfica de usuario. (NetBeans IDE)

5 *Compilador: programa informático que traduce un programa escrito en un lenguaje de programación a otro lenguaje de programación.*

6 *Depurador: programa usado para probar y eliminar los errores de otros programas.*

Netbeans v-8.0

Netbeans es un entorno de desarrollo gratuito y de código abierto. Permite el uso de un amplio rango de tecnologías de desarrollo tanto para escritorio, como aplicaciones Web, o para dispositivos móviles. Da soporte a las siguientes tecnologías, entre otras: **Java, PHP, Groovy, C/C++, HTML5**,... Además puede instalarse en varios sistemas operativos: Windows, Linux, Mac OS,... (NetBeans IDE)

Buen **editor de código, multilenguaje**, con el habitual coloreado y sugerencias de código, acceso a clases pinchando en el código, control de versiones, localización de ubicación de la clase actual, comprobaciones sintácticas y semánticas, plantillas de código, sugerencias de código, herramientas de refactorización,... También hay tecnologías donde se puede usar el pulsar y arrastrar para incluir componentes en el código (NETBEANS, 2017).

El editor de NetBeans indenta líneas, hace coincidir palabras y paréntesis y destaca el código fuente de forma sintáctica y semántica. Permite fácilmente refactorizar código, con una gama de útiles y potentes herramientas, mientras que también proporciona plantillas de código, consejos de codificación y generadores de código (NETBEANS, 2017).

Por las características antes mencionadas se decide la selección de NetBeans en su versión 8.0 como entorno de desarrollo integrado (IDE por sus siglas en inglés).

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

SIPAC constituye un sistema de alto valor en la planificación de actividades y un punto de apoyo significativo en la toma de decisiones por parte de los usuarios decisores sobre los procesos que gestionan.

El desarrollo de una vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos en SIPAC constituye un alto valor agregado a este pues permitirá a los usuarios decisores identificar las formas en que interactúan los trabajadores y tomar decisiones basados en la información obtenida.

Disco y ProM constituyen herramientas de minería de procesos viables para construir vistas de análisis sobre redes sociales.

ProM constituye la mejor opción posible debido a sus propiedades de software libre y más específicamente la técnica "*Mine for a working together social network*", sin embargo resulta más eficaz realizar una instanciación de esta técnica para lograr una vista de análisis que permita solucionar el problema general de esta investigación.

Las herramientas y tecnologías seleccionadas permitirán obtener un producto de alta independencia tecnológica y utilizable en diferentes plataformas.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Introducción

En este capítulo se hace una propuesta de solución para realizar una vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos del Sistema para la Planificación de Actividades SIPAC. Se realiza un análisis de la técnica “*Mine for a working together social network*”, así como las métricas y cambios a emplear en la consecución del objetivo general propuesto. Además se define la arquitectura y los principales patrones de diseño aplicados en el desarrollo de la solución.

2.1 Descripción de la solución propuesta.

Vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos del Sistema para la Planificación de Actividades SIPAC” constituye una herramienta configurable y fácil de entender por los usuarios que hagan uso de ella. Se encargará de procesar los datos recogidos en el registro de eventos de SIPAC y mostrar la información necesaria para facilitar el manejo de los recursos humanos que interactúan en los procesos que se gestionen. Aplicará métricas de minería de procesos basadas en casos en común para ello, realizando una instanciación de la técnica “*Mine for a working together social network*”. Generará un sociograma o grafo y una matriz social en los cuales se muestra la forma en que interactúan los recursos en la ejecución de las actividades de los procesos que se manejan. Permitirá la configuración de los parámetros de visualización de estos elementos y la obtención de reportes relacionados con el nivel de interacción de cada individuo registrado.

2.1.1 Técnica de minería de procesos

La técnica de minería de procesos a aplicar como parte de la solución propuesta es “*Mine for a working together social network*” (de ProM). Sus principales fortalezas de acuerdo con la comparación realizada en la tabla 2 son las siguientes:

- Utiliza como entrada un registro de eventos.
- Produce como salida un sociograma y una matriz social.
- Aplicable a una red social de trabajo conjunto.

Sin embargo y en consonancia con el objetivo de lograr una solución práctica y de un alto valor de usabilidad se aprecia una serie de debilidades que posee la mencionada técnica y que se listan debajo:

- No es posible configurarle parámetros en función de lo que se desea obtener.
- No posee una interfaz amigable.
- Requiere conocimientos de minería de procesos para el entendimiento de la información resultado de su aplicación.

2.1.2 Métricas basadas en casos en común

Las métricas a aplicar mediante la técnica seleccionada son las métricas basadas en casos en común. Las métricas basadas en casos conjuntos ignoran las dependencias causales, simplemente cuentan la frecuencia con la que dos personas realizan actividades para el mismo caso. Los individuos que trabajan en casos en común tienen una relación más fuerte que los individuos que raramente trabajan de forma conjunta. A continuación se describen métricas de trabajo conjunto a emplear:

Sea L un registro de eventos y p_1 y p_2 dos personas que pertenecen a un conjunto P ($(p_1, p_2) \in P$) el trabajo conjunto de p_1 con p_2 se define como el número de casos en común entre p_1 y p_2 dividido entre el número de casos en los que p_1 aparece ($p_1 \bowtie_L p_2 = \frac{\sum_{c \in L} p_1 \bowtie_c p_2}{\sum_{c \in L} g(c, p_1)}$) si $\sum_{c \in L} g(c, p_1) \neq 0$, de lo contrario es cero ($p_1 \bowtie_L p_2 = 0$), donde para $c = (c_0, c_1, \dots) \in L$: $p_1 \bowtie_c p_2 = 1$ si $\exists_{0 \leq i, j < c \wedge i \neq j} \pi_p(c_i) = p_1 \wedge \pi_p(c_j) = p_2$, de otra forma $p_1 \bowtie_c p_2 = 0$: $g(c, p_1) = 1$ si $\exists_{0 \leq i < c} \pi_p(c_i) = p_1$, de otra forma $g(c, p_1) = 0$.

2.1.3 Entradas y salidas

Toda herramienta o técnica de minería de procesos recibe un registro de eventos como entrada principal de datos, variando el formato del archivo contenedor de este. La solución propuesta recibe un registro de eventos en formato estándar .xes y produce como salidas un grafo o sociograma y una matriz social donde en ambos se representa la forma en que interactúan los individuos en la ejecución de los procesos.

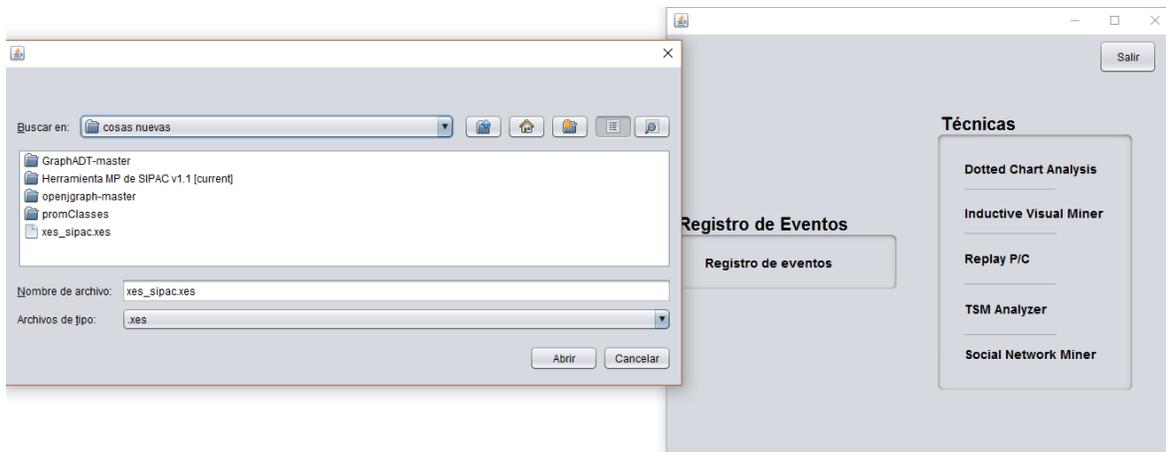


Figura 1 Búsqueda y selección del archivo en formato .xes.

Fuente: (elaboración propia)

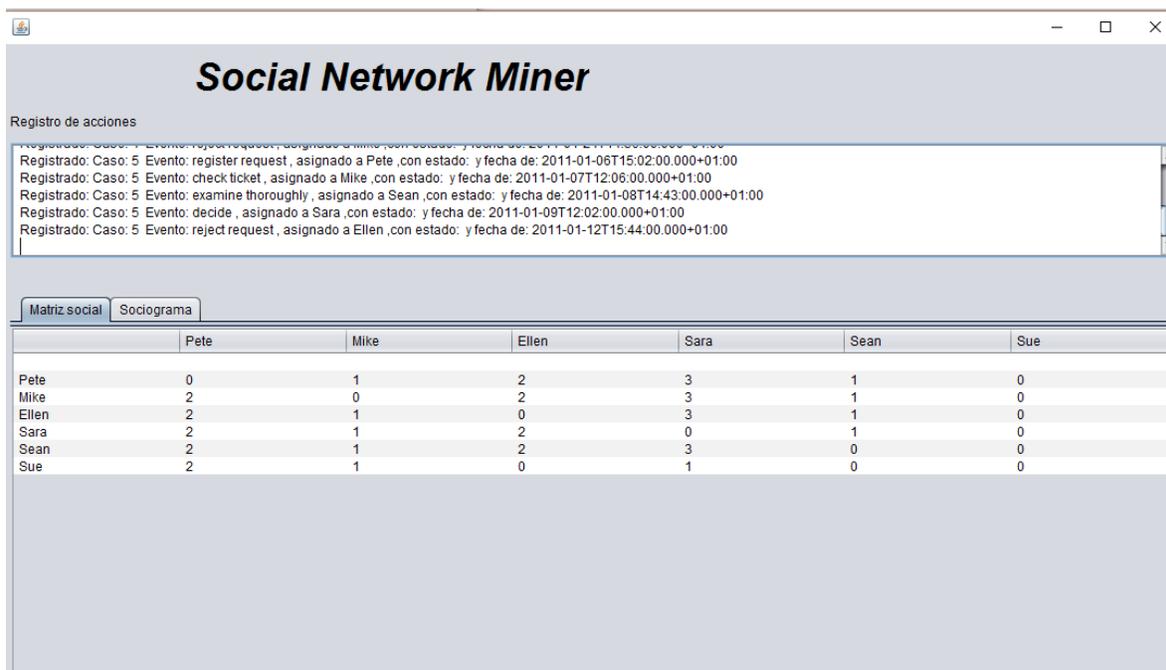


Figura 2 Salida Matriz social.

Fuente: (elaboración propia)

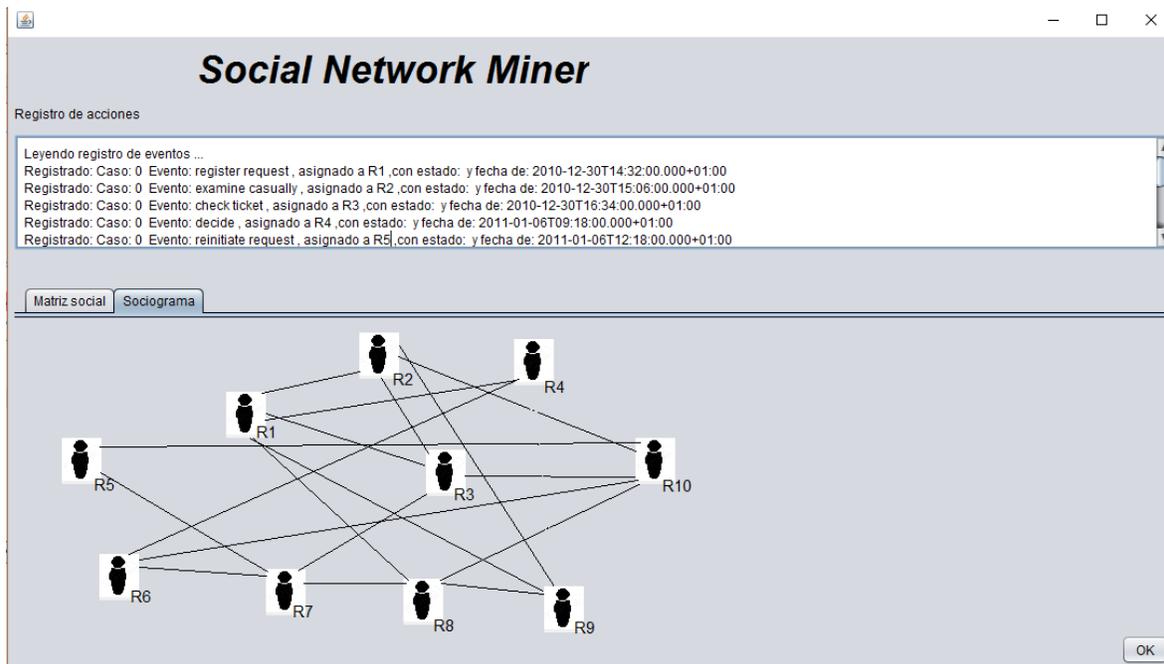


Figura 3 Salida Sociograma.

Fuente (elaboración propia)

2.1.4 Configuraciones

La solución propuesta ha de permitir al usuario la configuración de varios parámetros de visualización del sociograma y de la matriz social, la configuración de las métricas a aplicar en la obtención del sociograma y la matriz social, y la configuración de varios parámetros relacionados con los datos a verificar dado el registro de eventos.

2.1.5 Modelo conceptual

Para poder generar la vista de análisis requerida que dé solución al problema de la investigación es necesario contar con un registro de eventos de los procesos que tienen lugar en SIPAC. El componente para la extracción y transformación de las trazas con que se cuenta extrae todos los datos necesarios, que se encuentran en la base de datos del sistema, para generar el registro de eventos necesario. Luego de realizarse la extracción de datos y generación del registro de eventos, se pasa a la aplicación de métricas que permitan obtener información útil para elaborar los diagramas y matrices a mostrar en la vista final.

El siguiente modelo conceptual ilustra de manera clara el proceso descrito anteriormente:



Figura 4 Modelo conceptual de la propuesta de solución.

Fuente: (elaboración propia)

2.2 Implementación de la propuesta de solución

2.2.1 Arquitectura de desarrollo

La Arquitectura de Software es la organización fundamental de un sistema encarnada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución. (IEEE 1471-2000) Una forma muy eficaz de organización de un sistema la constituye la arquitectura basada en componentes. Consiste en una rama de la Ingeniería de software que trata con énfasis la descomposición del software en componentes funcionales. Esta descomposición permite convertir componentes pre-existentes en piezas más grandes de software. El proceso de construcción de una pieza de software con componentes ya existentes, da origen al principio de reutilización del software, mediante el cual se promueve que los componentes sean implementados de una forma que permita su utilización funcional sobre diferentes sistemas en el futuro. (ARQUITECTURA BASADA EN COMPONENTES, 2017)

El desarrollo de la propuesta de solución contó con la aplicación del estilo arquitectónico basado en componentes. Entre las principales características que posee este estilo arquitectónico se encuentran:

- Es un estilo de diseño para aplicaciones compuestas de componentes individuales.
- Pone énfasis en la descomposición del sistema en componentes lógicos o funcionales que tienen interfaces bien definidas.
- Define una aproximación de diseño que usa componentes discretos, los que se comunican a través de interfaces que contienen métodos, eventos y propiedades.

Principios Fundamentales

Un componente es un objeto de software específicamente diseñado para cumplir con cierto propósito. Los principios fundamentales cuando se diseña un componente es que estos deben ser:

- **Reusable.** Los componentes son usualmente diseñados para ser utilizados en escenarios diferentes por diferentes aplicaciones, sin embargo, algunos componentes pueden ser diseñados para tareas específicas.
- **Sin contexto específico.** Los componentes son diseñados para operar en diferentes ambientes y contextos. Información específica como el estado de los datos deben ser pasadas al componente en vez de incluirlos o permitir al componente acceder a ellos.
- **Extensible.** Un componente puede ser extendido desde un componente existente para crear un nuevo comportamiento.
- **Encapsulado.** Los componentes exponen interfaces que permiten al programa usar su funcionalidad. Sin revelar detalles internos, detalles del proceso o estado.
- **Independiente.** Los Componentes están diseñados para tener una dependencia mínima de otros componentes. Por lo tanto, los componentes pueden ser instalados en el ambiente adecuado sin afectar otros componentes o sistemas (Reynoso, Carlos Billy 2004).

2.2.2 Patrones de diseño

Un patrón de diseño es una descripción de clases y objetos comunicándose entre sí adaptada para resolver un problema de diseño general en un contexto particular. Su uso ayuda a obtener un *software* de calidad (reutilización y extensibilidad) (Gamma, E. et al.

1995). Su utilización en la presente investigación es propiciar la estandarización del código, haciendo que el diseño sea más comprensible para otros programadores. Algunos de los beneficios que se obtienen al utilizar patrones son control de cohesión, o reutilización de código (Martin, Robert C. 2009).

Entre los patrones de diseño empleados en el código implementado se pueden listar patrones de diseño GRASP y patrones GOF. A continuación se realiza una descripción de varios de los patrones de diseño aplicados:

Patrones GRASP (General Responsibility Assignment Software Patterns, por su nombre en inglés) (Colectivo de autores 2012)

Representan los principios básicos de la asignación de responsabilidades a objetos expresados en forma de patrones. Los patrones GRASP que se pusieron de manifiesto en el diseño realizado fueron el Experto y el Creador. Con esto se logró conservar el encapsulamiento, pues los objetos logran valerse de su propia información para realizar las acciones solicitadas. El uso de los patrones Bajo acoplamiento y Alta cohesión permitió la colaboración entre las clases, sin verse afectada la reutilización de las mismas y el entendimiento de estas cuando se encuentran aisladas.

Creador

El patrón Creador guía la asignación de responsabilidades relacionadas con la creación de objetos. El propósito fundamental de este patrón es encontrar un creador que se debe conectar con el objeto producido en cualquier evento. Brinda un soporte a un bajo acoplamiento, lo que supone menos dependencias respecto al mantenimiento y mejores oportunidades de reutilización. Está evidenciado en la clase *Vista1.java* que crea las instancias de la clase *SocialNetworkMiner.java*.

```
private void jLabel17MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {  
  
    // TODO add your handling code here:  
    if (this.file != null) {  
        socialNetworkMiner socialNetworkInstance = new socialNetworkMiner(this.file);  
        socialNetworkInstance.show();  
    } else {  
  
        JOptionPane.showMessageDialog(this, "Debe seleccionar un registro de eventos", "Error", JOptionPane.ERROR_MESSAGE);  
    }  
  
}
```

Figura 5 Aplicación del patrón de diseño "Creador".

Fuente: (elaboración propia)

Bajo Acoplamiento

El bajo acoplamiento es un principio que se debe tener siempre en cuenta durante las decisiones de diseño. Es un patrón evaluativo que el diseñador aplica al juzgar sus decisiones de diseño. Este patrón estimula asignar una responsabilidad de modo que su colocación no incremente el acoplamiento tanto que produzca los resultados negativos propios de un alto acoplamiento. Soporta el diseño de clases más independientes, que reducen el impacto de los cambios, y también más reutilizables, que acrecienten la oportunidad de una mayor productividad.

No puede considerarse en forma independiente de otros patrones como Experto o Alta cohesión, sino que más bien ha de incluirse como uno de los principios del diseño que influyen en la decisión de asignar responsabilidades. Con el uso de este patrón los componentes no se afectan por cambios de otros componentes, son fáciles de entender por separado y fáciles de reutilizar. Se pone de manifiesto en la clase *Evento.java* al asignarle sus responsabilidades, de forma tal que pudiera ser independiente de las demás clases.

```
class Evento {  
  
    private String nombre;  
    private String fechaHora;  
    private String recurso;  
    private String rol;  
    private JSONArray grupos;  
    private int nivel;  
    private String estado;  
    private int caso;  
}
```

Figura 6 Aplicación del patrón de diseño "Bajo acoplamiento".

Fuente: (elaboración propia)

Alta Cohesión

El patrón Alta Cohesión es la meta principal que ha de tenerse en cuenta en cada momento en todas las decisiones de diseño. Es un patrón evaluativo que el desarrollador aplica al valorar sus decisiones de diseño. Colabora con otros objetos para compartir el esfuerzo si la tarea es grande. Con el uso de este patrón mejoran la claridad y la facilidad con que se entiende el diseño. Se simplifican el mantenimiento y las mejoras en funcionalidad.

A menudo se genera un bajo acoplamiento. La ventaja de una gran funcionalidad soporta una mayor capacidad de reutilización, porque una clase muy cohesiva puede destinarse a un propósito muy específico. Se manifiesta en todas las clases de la vista de análisis desarrollada, cada una presenta y maneja la información que necesita.

Patrón de diseño GOF

Los *patrones GOF* (Gang of Four o “Pandilla de los cuatro” por su traducción al español, formada por Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson y John Vlissides) clasifican en 3 grandes categorías basadas en su propósito: creacionales, estructurales y de comportamiento.

Dentro del grupo de los creacionales se encuentran “Conjunto de objetos”, “Fábrica abstracta”, “Constructor virtual”, “Método de fabricación”, “Prototipo” e “Instancia única”. El uso del patrón “Instancia única” o “Singleton” por su traducción al inglés se puede apreciar en la solución propuesta en el uso de la clase *Grafo.java* de la cual se crea una única instancia que es pasada de una clase a otra para el empleo de sus métodos.

Entre los estructurales se encuentran “Adaptador”, “Puente”, “Objeto compuesto”, “Envoltorio”, “Fachada”, “Peso ligero”, y “Proxy”. El uso del patrón “Fachada” o “Facade” por su traducción al inglés se puede apreciar en la solución propuesta en el uso de la clase *Vista1.java* como interfaz principal desde la cual se llama interfaces como la de *SocialNetworkMiner.java*.



Figura 7 Utilización de la interfaz *Vista1.java* como fachada.

Fuente: (elaboración propia)

En la categoría de comportamiento se encuentran los patrones “Cadena de responsabilidad”, “Orden”, “Intérprete”, “Iterador”, “Mediador”, “Recuerdo”, “Observador”, “Estado”, “Estrategia”, “Método plantilla” y “Visitante”. A continuación se muestra una imagen ejemplo de la utilización del patrón “Iterador” al realizar un recorrido sobre un conjunto de objetos.

```
for (int i = 0; i < this.eventos.length(); i++) {  
    JSONObject evento = (JSONObject) this.eventos.get(i);  
    String recurso = (String) evento.get("recurso");  
    if (elementNotInObjectArray(recurso, columnNames) == false) {  
        columnNames = appendValue(columnNames, recurso);  
    }  
}
```

Figura 8 Aplicación del patrón GOF "Iterador".

Fuente: (elaboración propia)

2.2.3 Estándares de codificación

Un estándar de código se basa en la organización y aspecto físico de un software con el objetivo de facilitar la lectura, entendimiento, mantenimiento del código, reutilización a lo largo del proceso de desarrollo y no en la lógica del programa (Calleja 2009).

Un estándar de programación no busca únicamente definir la nomenclatura de las variables, objetos, métodos y funciones, sino que además incluye reglas para el orden y legibilidad del código escrito. Teniendo como punto de partida lo anteriormente expuesto se definen 3 partes principales dentro de un estándar de programación (Calleja 2009).

2.2.3.1 Nomenclatura de las clases

Los nombres de las clases comienzan con la primera letra en mayúscula y el resto en minúscula, en caso de que sea un nombre compuesto se empleará notación *PascalCasing*, esta notación especifica que los identificadores y nombres de variables, métodos y funciones que están compuestos por múltiples palabras juntas, deben iniciar cada palabra con letra mayúscula, lo que posibilita que con sólo leerlo se reconozca el propósito de la misma (Vidoni y Vecchietti 2014).

Ejemplo: SocialNetworkMiner.java En este caso el nombre de clase está compuesto por 3 palabras iniciadas cada una con letra mayúscula.

2.2.3.2 Nomenclatura de las funcionalidades, atributos y variables

El nombre de las funcionalidades, los atributos y las variables se escriben con la inicial del identificador en minúscula, en caso de ser un nombre compuesto se utilizará notación *CamelCasing*, esta notación define que la primera palabra del nombre es en minúscula y las siguientes la primera letra es en mayúscula y el resto en minúscula.

Ejemplo: La siguiente figura muestra el uso de esta nomenclatura:

```
private boolean elementNotInObjectArray(String recurso, Object[] array) {  
    for (int i = 0; i < array.length; i++) {  
        String element = (String) array[i];  
        if (recurso.equals(element)) {  
            return true;  
        }  
    }  
    return false;  
}
```

Figura 9 Ejemplo de nomenclatura de funcionalidades, atributos y variables.

Fuente: (elaboración propia)

2.2.3.3. Nomenclatura de los comentarios

Los comentarios deben ser lo suficientemente claros y concisos para que se entienda el propósito de lo que se está desarrollando. En caso de ser una función complicada se debe comentar su interior para lograr una mejor comprensión del código.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

La instanciación de la técnica “*Mine for a working together social network*” utilizada por ProM para la minería de redes sociales de trabajo conjunto permite obtener una vista de análisis que posibilita dar cumplimiento al objetivo general propuesto.

La instanciación de la técnica “*Mine for a working together social network*” realizada constituye un componente de alto valor agregado para el Sistema para la Planificación de Actividades SIPAC.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

En el presente capítulo se realiza la validación de la propuesta de solución a partir de los métodos y técnicas definidos. Se ejecutarán pruebas funcionales para validar el correcto funcionamiento de la vista de análisis desarrollada, con este objetivo se realiza un caso de estudio para comprobar la efectividad de la propuesta al identificar la forma en que interactúa el personal. Con motivo de evaluar el Índice de Satisfacción Grupal por potenciales usuarios se aplica la técnica ladov.

3.1 Aplicación de un caso de estudio

Para validar los resultados de la personalización de la técnica, se aplicó un caso de estudio. Su objetivo es comparar los resultados obtenidos de aplicar la técnica "*Mine for a working together social network*" en la herramienta ProM en su versión 6.6 con los resultados de aplicar la técnica ya incorporada mediante una vista de análisis al sistema SIPAC.

En este caso de estudio se utilizará un registro de eventos generado por el componente de extracción para los procesos que tienen lugar en SIPAC. Este registro de eventos posee 1200 casos y 5236 eventos. A partir de este registro de eventos se evaluará la propuesta de solución de la presente investigación, con respecto a su similar en el marco de trabajo ProM.

Para ejecutar el pre-experimento se confeccionó el siguiente procedimiento.

Pasos para aplicar la técnica "*Mine for a working together social network*" desde ProM:

Paso 1: Obtener el registro de eventos a partir de la herramienta de extracción existente.

Paso 2: Importar el registro de eventos.

Paso 3: Seleccionar la técnica a emplear.

Paso 4: Seleccionar opciones de visualización.

Paso 5: Visualización de los resultados

Al aplicar la técnica "*Mine for a working together social network*" es necesario tener importado el registro de eventos tal y como se menciona en el paso 2. Como resultado se obtiene un grafo (sociograma) que representa el modo en que interactúan los recursos ($R_i, i > 0$). A continuación se ilustra la realización de cada uno de los pasos mencionados anteriormente.

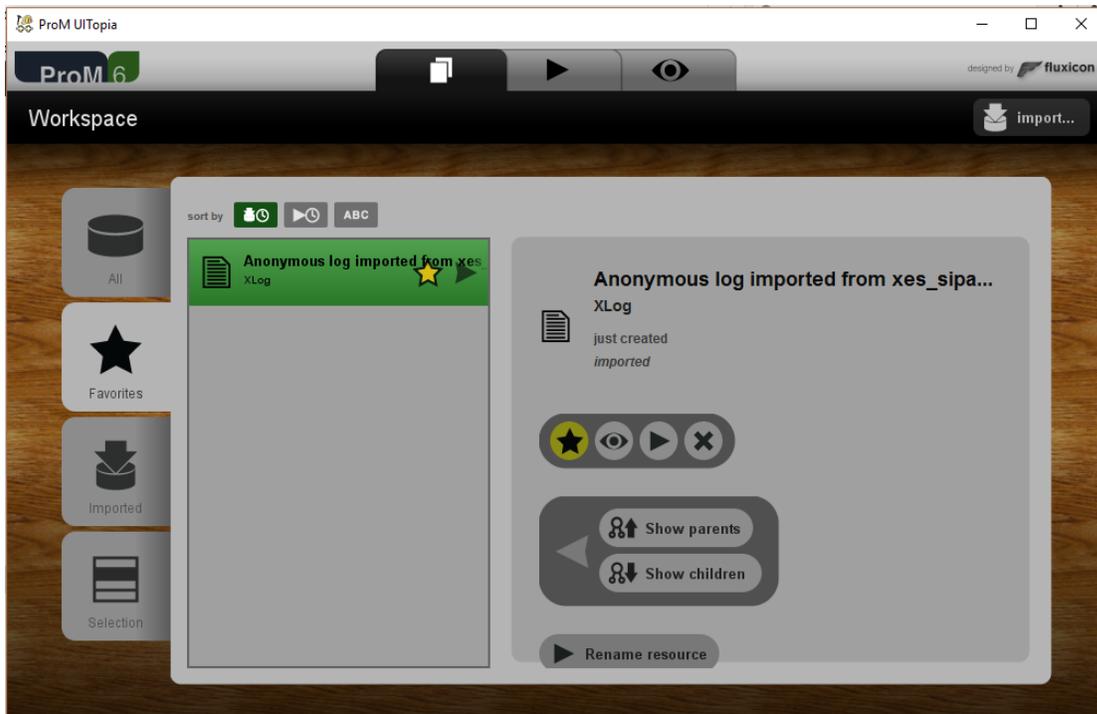


Figura 10 Realización del paso 2: Importar el registro de eventos.

Fuente: (elaboración propia)

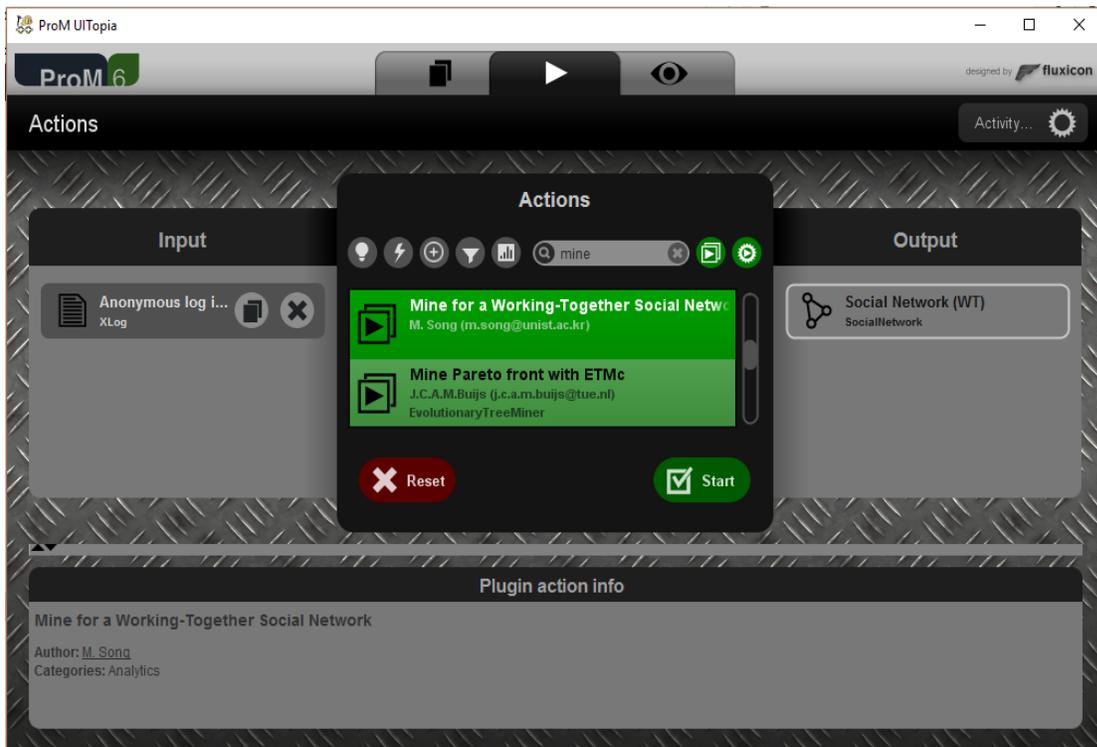


Figura 11 Realización del paso 3: Seleccionar la técnica a emplear

. Fuente: (elaboración propia)

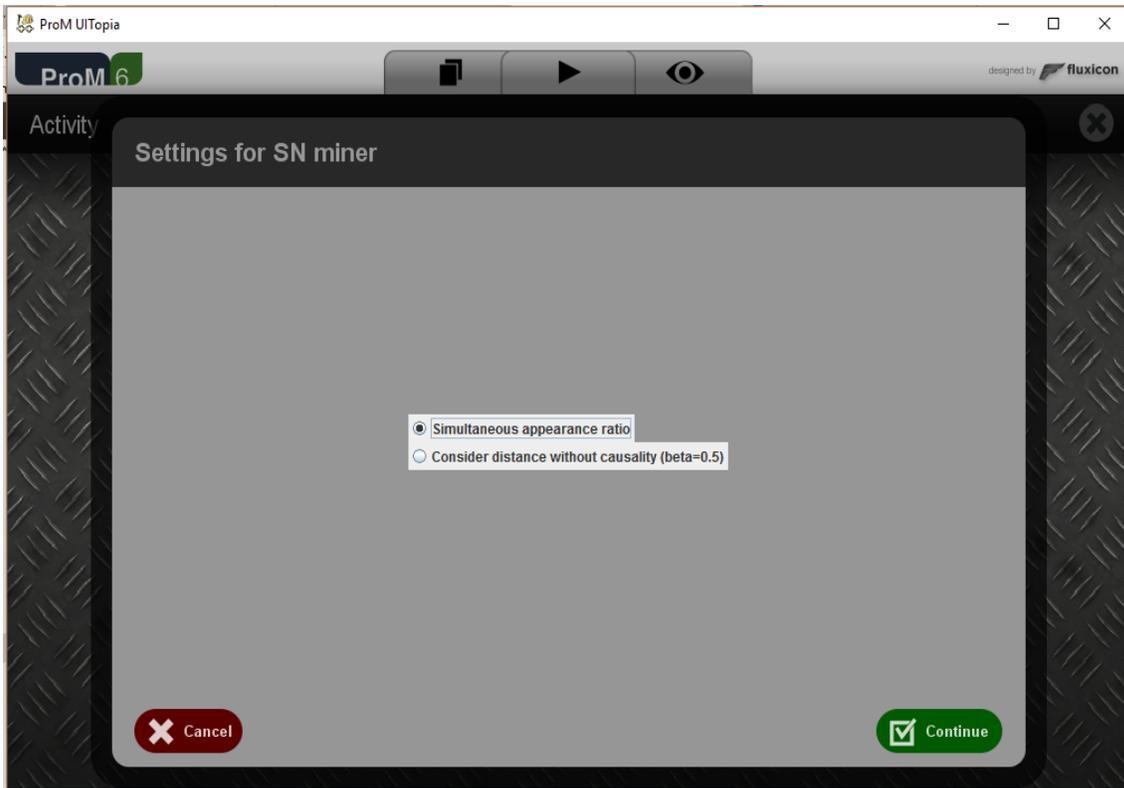


Figura 12 Realización del paso 4: Seleccionar opciones de visualización.

Fuente: (elaboración propia)

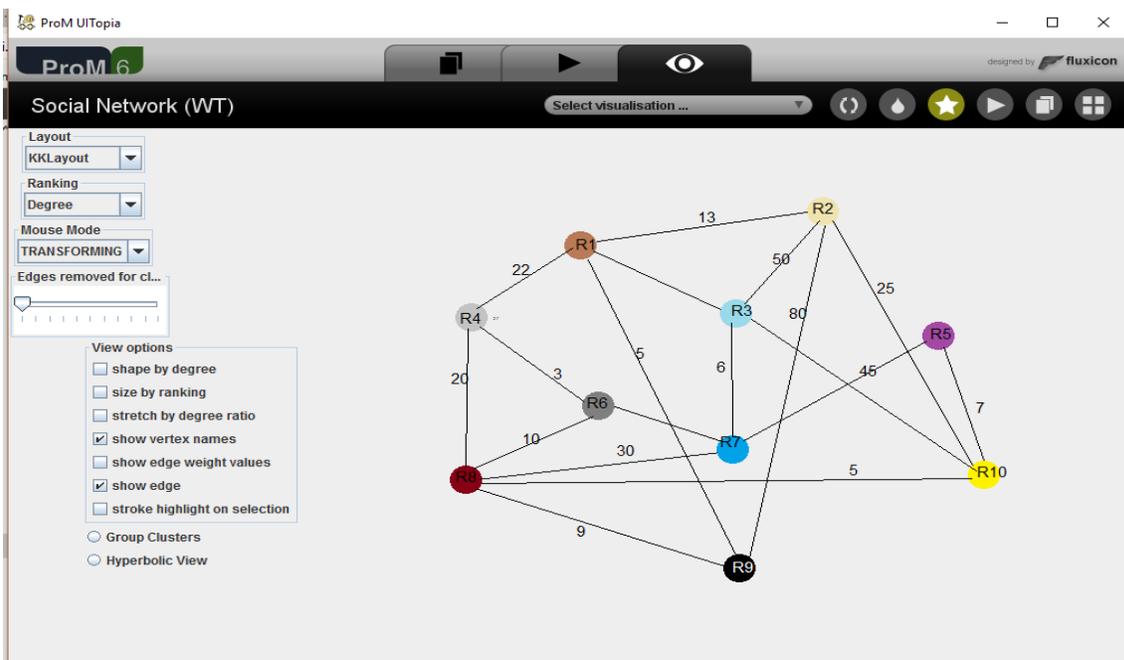


Figura 13 Realización del paso 5: Visualización de los resultados.

Fuente: (elaboración propia)

Procedimiento para aplicar la técnica “*Mine for a working together social network*” desde la propuesta de solución.

Pasos para aplicar la técnica “*Mine for a working together social network*” desde la propuesta de solución:

Paso 1: Obtener el registro de eventos a partir de la herramienta de extracción existente.

Paso 2: Importar el registro de eventos.

Paso 3: Seleccionar la técnica a emplear.

Paso 4: Visualización de los resultados

A continuación se muestran figuras correspondientes a la realización de cada uno de estos pasos.

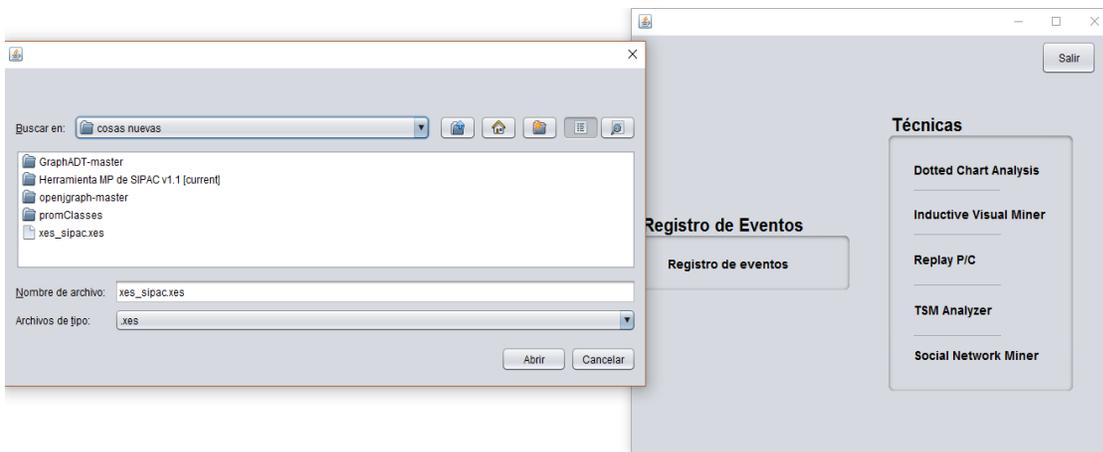


Figura 14 Realización del paso 2: Importar el registro de eventos.

Fuente: (elaboración propia)



Figura 15 Realización del paso 3: Seleccionar la técnica a emplear.

Fuente: (elaboración propia)

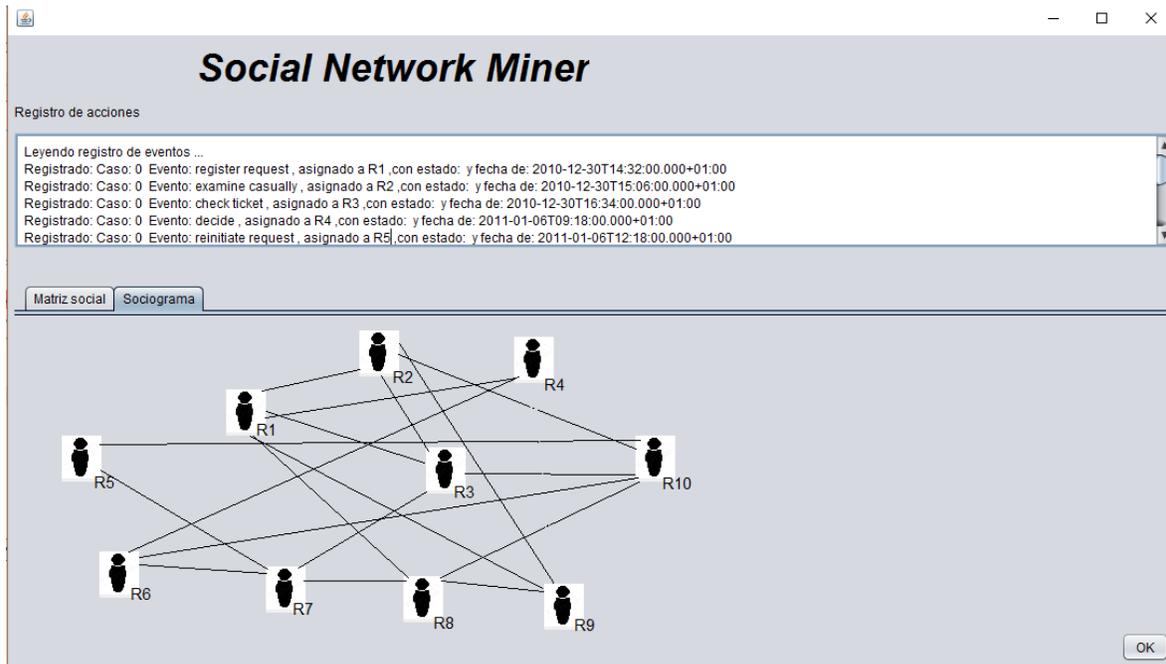


Figura 16 Realización del paso 4: Visualización de los resultados.

Fuente: (elaboración propia)

En el caso de estudio analizado, las dos aplicaciones obtuvieron resultados similares, generando un sociograma que representa la forma en que interactúan los recursos de un proceso.

3.2 Índice de Satisfacción Grupal

La técnica ladov constituye una vía para el estudio del grado de satisfacción. Fue creada para establecer el nivel de satisfacción por la profesión de carreras pedagógicas. Luego, algunos autores la han modificado y aplicado para valorar la satisfacción en múltiples campos y como parte de diagnósticos y validaciones en diferentes investigaciones. Se basa en la aplicación de un cuestionario que tiene una estructura interna determinada, que sigue una relación entre tres preguntas cerradas y un análisis posterior de otro conjunto de preguntas abiertas. La relación entre las preguntas cerradas se establece a través del denominado Cuadro Lógico de ladov (Ver Tabla 3), el cual posibilita determinar posteriormente el nivel de satisfacción del usuario y del grupo

Tabla 3 Cuadro Lógico de Iadov (Fuente: Elaboración propia)

	¿Considera usted que se deba obviar los datos de ejecución de los procesos hospitalarios en sistemas de información de salud, para la identificación de cuellos de botella?								
	No			No se			Si		
	¿Considera útil la aplicación de las Tecnologías de la Información para analizar la ejecución de los procesos hospitalarios desde sistemas automatizados?								
¿Le satisface la propuesta de solución?	Si	No se	No	Si	No se	No	Si	No se	No
Me satisface mucho	1	2	1	2	1	4	6	6	1
No me satisface tanto	2	4	2	3	2	6	5	2	2
Me da lo mismo	6	4	4	2	4	4	5	4	4
Me insatisface más de lo que me satisface	6	6	6	6	6	6	6	6	6
No me satisface nada	5	5	6	5	3	5	4	5	5
No sé qué decir	3	4	3	3	5	3	2	3	3

Se utilizó al técnica para medir el nivel de satisfacción de los usuarios de SIPAC con relación a la vista de análisis desarrollada para permitir la toma de decisiones basadas en la forma en que interactúa el personal en los procesos que maneja SIPAC aplicando la técnica *“Mine for a working together social network”*.

Para obtener los resultados de la aplicación de la técnica es necesario conocer la escala de satisfacción, así como la fórmula para determinar el Índice de Satisfacción Grupal (ISG).

La escala de satisfacción responde a la siguiente estructura, en función de la puntuación obtenida luego de aplicado el cuestionario referido:

1. Clara satisfacción
2. Más satisfecho que insatisfecho
3. No definida
4. Más insatisfecho que satisfecho
5. Clara insatisfacción
6. Contradictoria

Al aplicar el cuestionario y triangular las preguntas cerradas en el Cuadro Lógico de Iadov, el número resultante de la interrelación de las tres preguntas cerradas indica la posición de cada cual en dicha escala de satisfacción.

Para poder ponderar el ISG se establece una escala numérica entre +1 y -1 como se muestra a continuación:

- +1 Máximo de satisfacción
- +0.5 Más satisfecho que insatisfecho
- 0 No definido y contradictorio
- 0.5 Más insatisfecho que satisfecho
- 1 Máxima insatisfacción

Luego es posible calcular el ISG a partir de la siguiente fórmula:

$$\frac{A (+1) + B (+0.5) + C (0) + D (-0.5) + E (-1)}{N}$$

El ISG, como se especificó en la escala numérica anterior, fluctúa entre + 1 y -1. Es por ello que, una vez calculado, los valores que se encuentren comprendidos entre -1 y -0,5 indican insatisfacción; los comprendidos entre -0,49 y + 0,49 evidencian contradicción y los que se ubiquen entre 0,5 y 1 indican que existe satisfacción.

3.3 Aplicación de la técnica ladov para medir satisfacción

En la presente investigación fue aplicada una encuesta integrada por 7 preguntas (Ver Anexo1) a una muestra representativa de 10 usuarios del sistema SIPAC. La población está constituida por los desarrolladores y analistas del Sistema para la Planificación de Actividades. Para la selección de los usuarios a utilizar en el estudio se empleó un muestreo no probabilístico intencional teniendo en cuenta que estos usuarios conocen o han interactuado con la solución propuesta. Para la selección de la muestra se utilizó el muestreo probabilístico aleatorio simple.

El valor ISG obtenido al aplicar la técnica fue 0,80, el cual se encuentra en el intervalo de satisfacción, por lo que se puede concluir que existe un alto grado de satisfacción con la solución propuesta.

.

- Clara satisfacción
- Más satisfecho que insatisfecho
- No definida
- Clara insatisfacción

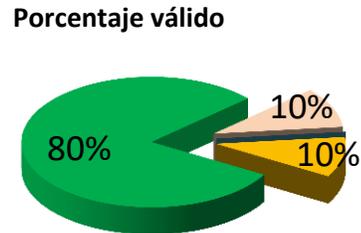


Figura 17 Distribución de la satisfacción de usuarios con respecto a la vista de análisis desarrollada. Fuente: (elaboración propia)

3.4 Impacto de la solución

El componente desarrollado permite a los usuarios decisores de SIPAC realizar análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos. Para esto se ofrecen un grupo de reportes, tales como los individuos aislados (aquellos que no interactúan con el resto del personal), los individuos centrales (aquellos que constituyen el centro de la mayoría de los flujos de trabajo) y los individuos promedios (aquellos que forman parte de más del cincuenta por ciento de los flujos de actividades que tienen lugar en los procesos). Estos reportes proveen a los usuarios decisores de SIPAC determinar los individuos sobre los cuales actuar para aumentar los niveles de productividad. Todo esto se traduce en ofrecerle al usuario final una opción más de análisis, con el fin de tomar decisiones administrativas y apoyar en la implementación de los objetivos estratégicos, la planificación y el control de los recursos en todos los niveles de dirección del país, tal como lo establece la Instrucción 1.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

La vista de análisis desarrollada permite identificar la forma en que interactúan las personas que forman parte de los procesos manejados por SIPAC. Constituye una alternativa para propiciar la toma de decisiones.

La propuesta de solución presenta ventajas en cuanto a la interpretación de resultados, para su aplicación en el las empresas donde se planifiquen las actividades haciendo uso de SIPAC.

Los potenciales usuarios de la vista de análisis mostraron su satisfacción con la propuesta de solución al obtenerse un índice de satisfacción grupal favorable para la investigación.

CONCLUSIONES

La realización del presente trabajo de diploma ha permitido cumplir con el objetivo general propuesto, obteniéndose las siguientes conclusiones:

- Las herramientas y tecnologías seleccionadas permitieron obtener un producto de alta independencia tecnológica que genera una vista de análisis de la interacción del personal que ejecuta los procesos en SIPAC, dando cumplimiento al objetivo general propuesto.
- La vista de análisis desarrollada permite identificar la forma en que interactúan las personas que forman parte de los procesos manejados por SIPAC. Constituye una alternativa para mejorar la eficiencia en la toma de decisiones.
- La aplicación de un caso de estudio y la técnica ladoV para medir el índice de satisfacción grupal de los potenciales usuarios de la vista de análisis desarrollada permitieron validar que la solución propuesta desarrollada les permite la toma de decisiones basadas en la forma en que interactúa el personal en los procesos que maneja SIPAC de una forma más clara y eficiente.

RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones se recomienda lo siguiente:

Que el la propuesta de solución desarrollada sea utilizada en otros sistemas donde se gestionen procesos con el objetivo de hacer extensible a otras ramas la solución lograda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ORELLANA GARCÍA, Arturo, 2016, *Revisión de los principales modelos para aplicar técnicas de Minería de Procesos*, Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba.

HUGO SANTIAGO AGUIRRE MAYORGA, NICOLÁS RINCÓN GARCÍA, 2015, *Minería de procesos: desarrollo, aplicaciones y factores críticos*.

ROZINAT A. AND VAN DER AALST, W.M.P, 2008, *Conformance Checking of Processes Based on Monitoring Real Behavior*. Eindhoven University of Technology, the Netherlands

BRATOSIN C., *Grid Architecture for Distributed Process Mining*. Doctor Thesis, Eindhoven University of Technology, the Netherlands.

JOSÉ FELIPE RAMÍREZ PÉREZ, MAYLEVIS MOREJÓN VALDÉS, DANIEL OLIVERA FAJARDO, TERESA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, 2016, *Minería de procesos en salud. Análisis de redes de interacción profesional en el área quirúrgica*, Universidad de las Ciencias Informáticas.

PROM TOOLS, [Accessed February 2 2017], Available from:
<http://www.promtools.org/doku.php>

INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN JAVA, PARTE 1: CONCEPTOS BÁSICOS DEL LENGUAJE JAVA, 2017, Available from:
<https://www.ibm.com/developerworks/ssa/java/tutorials/j-introjava1/>

NETBEANS, 2017, Available from: <https://www.genbetadev.com/herramientas/netbeans-1>

COBO Ángel, 2007, *Diseño y programación de bases de datos*, Editorial Visión Libros.
[Accessed May 20, 2015]. Available from:
<http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=anCDr9NkGsC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Dise%C3%B1o+y+programaci%C3%B3n+de+bases+de+datos&ots=UXEBp8mpzV&sig=jPWxCyBUit3XHIQlr4NpzhIbUwQ>

POSTGRESQL-3 GLOBAL DEVELOPMENT GROUP, 2014, PostgreSQL, Documentation: 9.0: Release 9.0.1. [online]. 2014. [Accessed May 20, 2015]. Available from: <http://www.postgresql.org/docs/9.0/static/release-9-0-1.html>

ROBINSON, Christina, 2011, *Basic introduction into pgAdmin 3 and SQLqueries*. [online]. 2011. [Accessed May 20, 2015]. Available from: <http://library.thehumanjourney.net/658/>

LETELIER, Patricio, 2006, *Metodologías ágiles para el desarrollo de software, eXtremeProgramming (XP)*. [Online]. 2006. [Accessed February 20, 2017 Available from: <http://www.cyta.com.ar/ta0502/bv5n2a1.html>

JOSKOWICZ, José, 2008, *Reglas y prácticas en eXtremeProgramming*. Universidad de Vigo. 2008. P. 22

BECK, Kent, 2000, *Extreme programming explained: embrace change* [online]. Addison-Wesley Professional. [Accessed May 20, 2015]. Available from: <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=G8EL4H4vf7UC&oi=fnd&pg=PR13&dq=Extreme+Programing+Explained&ots=j9vFtsgXyl&sig=Xz6T5Ne01wTeLnPskTctYLBSTdo>

FAQ, General Questions. [Accessed 10, Febrero 2017]. Available from: <https://www.visual-paradigm.com/support/faq.jsp>

Conozca más sobre la tecnología Java. [Accessed February 10, 2017]. Available from: <https://www.java.com/es/about/>

NetBeans IDE - The Smarter and Faster Way to Code. [Accessed February 10 2017].]. Available from: <https://netbeans.org/features/index.html>

Sobre PostgreSQL. [Accessed February 10, 2017]. Available from: http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql

PgAdmin III [Accessed February 16, 2017]. Disponible desde: http://www.guia-ubuntu.com/index.php/PgAdmin_III

IEEE TASK FORCE ON PROCESS MINING, Manifiesto sobre Minería de Procesos, [Accessed May 20, 2017], Available from: <http://www.win.tue.nl/ieeetfpm/lib/exe/fetch.php?media=shared:pmm-spanish-v1.pdf>

Introducción a los árboles de decisión, , [Accessed May 22, 2017],], Available from: http://www.dmae.upct.es/~mcruiz/Telem06/Teoria/arbol_decision.pdf

ProMimport - Swiss army knife for event logs. [Accessed February 16 2017]. Available from: <http://www.promtools.org/promimport/>

S. MURALIDHARAN, M. SHANTHARAM, M. HALL, M. GARLAND, B. CATANZARO, *Nitro: A Framework for Adaptive Code Variant Tuning*, 28th IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS '14).

J.C.A.M. BUIJS, B.F. VAN DONGEN, AND W.M.P. VAN DER AALST, *XES, XESame, and ProM 6*, H.M.W. Verbeek, Technische Universiteit Eindhoven, Department of Mathematics and Computer Science.

SIPAC. [Accessed April 20, 2017]. Available from: <http://www.uci.cu/investigacion-y-desarrollo/productos/xedro/sipac-21>

(MTP) Metodología y Tecnología de la Programación, Introducción a Herramientas CASE y System Architect, Departamento de Sistemas Informáticos y Computación. EUI - FI. Universidad Politécnica de Valencia.

Visual Paradigm website, [Accessed April 20, 2017]. Available from: <https://www.visual-paradigm.com/>

HUGO SANTIAGO AGUIRRE MAYORGA, NICOLÁS RINCÓN GARCÍA, 2015, *Minería de procesos: desarrollo, aplicaciones y factores críticos*

ARQUITECTURA BASADA EN COMPONENTES, 2017, [Accessed May 20, 2017]. Available from: <https://es.scribd.com/doc/14704374/Arquitectura-Basada-en-Componentes>

REYNOSO, CARLOS BILLY, 2004. *Introducción a la Arquitectura de Software*. [en línea]. 2004. S.l.: s.n. Disponible en: <http://carlosreynoso.com.ar/archivos/carlos-reynoso-introduccion-a-la-arquitectura-de-software.pdf>

MARTIN, ROBERT C., 2009. *Clean code: a handbook of agile software craftsmanship*. Pearson Education. 2009. S.l.: s.n.

CALLEJA, M.A., 2009. *Carmen: una herramienta de software libre para modelos gráficos probabilistas*. S.l.: Universidad Nacional de Educación a Distancia.

VIDONI, M.C. y VECCHIETTI, A.R., 2014. Análisis de adecuación de bases de datos estándar ANSI/ISA-95 utilizando un agente inteligente. *XLIII Jornadas Argentinas de*

Informática e Investigación Operativa (43JAIIO)-III Argentine Symposium on Industrial Informatics (SII)(Buenos Aires, 2014). S.l.: s.n., ISBN 2313-9102.

VAN DER AALST, W.M., SCHONENBERG, M.H. y SONG, M., 2011. Time prediction based on process mining. *Information Systems*, vol. 36, no. 2, pp. 450-475.

WIL VAN DER AALST, ARYA ADRIANSYAH, ANA KARLA ALVES DE MEDEIROS y FRANCO ARCIERI, 2012. *Manifiesto Sobre Minería de Procesos* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 13 diciembre 2016]. Disponible en:

<http://www.win.tue.nl/ieeetfpm/lib/exe/fetch.php?media=shared:pmm-spanish-v1.pdf>

ISO 9001:2015(en), Quality management systems — Requirements. [en línea], 2015. [Consulta: 13 diciembre 2016]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:en>.

PATRICIO RAMÍREZ CORREA, 2004. *ROL Y CONTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS DE LA EMPRESA (ERP)*. [en línea]. Doctoral. Sevilla, España: UNIVERSIDAD De SEVILLA. [Consulta: 13 diciembre 2016]. Disponible en: http://fondosdigitales.us.es/media/thesis/308/Original_M_TD-0524.pdf.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Actividad: es un paso bien definido en el proceso. Los eventos pueden referirse al inicio, conclusión, cancelación, etc., de una actividad para una instancia específica del proceso (Wil van der Aalst et al. 2012).

Evento: es una acción almacenada en el registro, por ejemplo, el inicio, conclusión o cancelación de una actividad para una instancia particular de un proceso (Wil van der Aalst et al. 2012).

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados (ISO 9001:2015(en), Quality management systems — Requirements 2015).

Sistemas de información: es un conjunto de componentes interrelacionados que permiten capturar, procesar, almacenar y distribuir la información para apoyar la toma de decisiones, la coordinación, el análisis y el control en una organización (PATRICIO RAMÍREZ CORREA 2004).

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta satisfacción de usuarios potenciales

Estimado (a): la presente encuesta forma parte de una investigación que está dirigida a comprobar la factibilidad de la instanciación de la técnica “*Mine for a working together social network*” de minería de procesos para el sistema SIPAC. El uso de herramientas que aplican la minería de procesos resulta complejo para usuarios no expertos en el área, por lo que se realizaron personalizaciones y se incorporaron funcionalidades para ser aplicadas dentro de una herramienta de MP que fue desarrollada para SIPAC. Por cuanto, sus valoraciones acerca de los asuntos que se someten a su consideración servirán de ayuda.

Evaluación de la Instanciación de la “ <i>Mine for a working together social network</i> ” para SIPAC		
No	Preguntas	Respuestas
1.	¿Considera útil la aplicación de las Tecnologías de la Información para analizar la ejecución de los procesos organizacionales desde sistemas automatizados?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
2.	¿Conoce usted el objetivo del Sistema para la Planificación de Actividades?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
3.	¿Considera usted que se deban obviar los datos de ejecución de los procesos de SIPAC, para realizar análisis de la interacción del personal?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sé
4.	Si tuviera que analizar un proceso organizacional con una herramienta informática ¿Cuál sería su motivación? Seleccione una sola opción.	<input type="checkbox"/> Ahorro de tiempo <input type="checkbox"/> Resultados confiables <input type="checkbox"/> Basado en datos reales
5.	¿Usaría usted el componente propuesto para realizar análisis de interacción del personal que ejecuta los procesos de SIPAC?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sé
6.	¿Qué elementos a su entender, mejora la herramienta propuesta con respecto a las ya existentes de minería de procesos? Seleccione una sola opción.	<input type="checkbox"/> Usabilidad <input type="checkbox"/> Comprensión <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> No sé

7.	¿Le satisface el resultado mostrado en el componente desarrollado?	<input type="checkbox"/> Me gusta mucho <input type="checkbox"/> No me gusta tanto <input type="checkbox"/> Me da lo mismo <input type="checkbox"/> Me disgusta más de lo que me gusta <input type="checkbox"/> No me gusta nada <input type="checkbox"/> No sé qué decir
----	--	--