



**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
FACULTAD 2**

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN
CIENCIAS INFORMÁTICAS**

**VISTA DE ANÁLISIS PARA LA PREDICCIÓN BASADA EN TIEMPO EN LOS
PROCESOS DEL SISTEMA XAVIA HIS**

AUTORES

Arian Nodarse Martínez

David Ramírez González

TUTORES

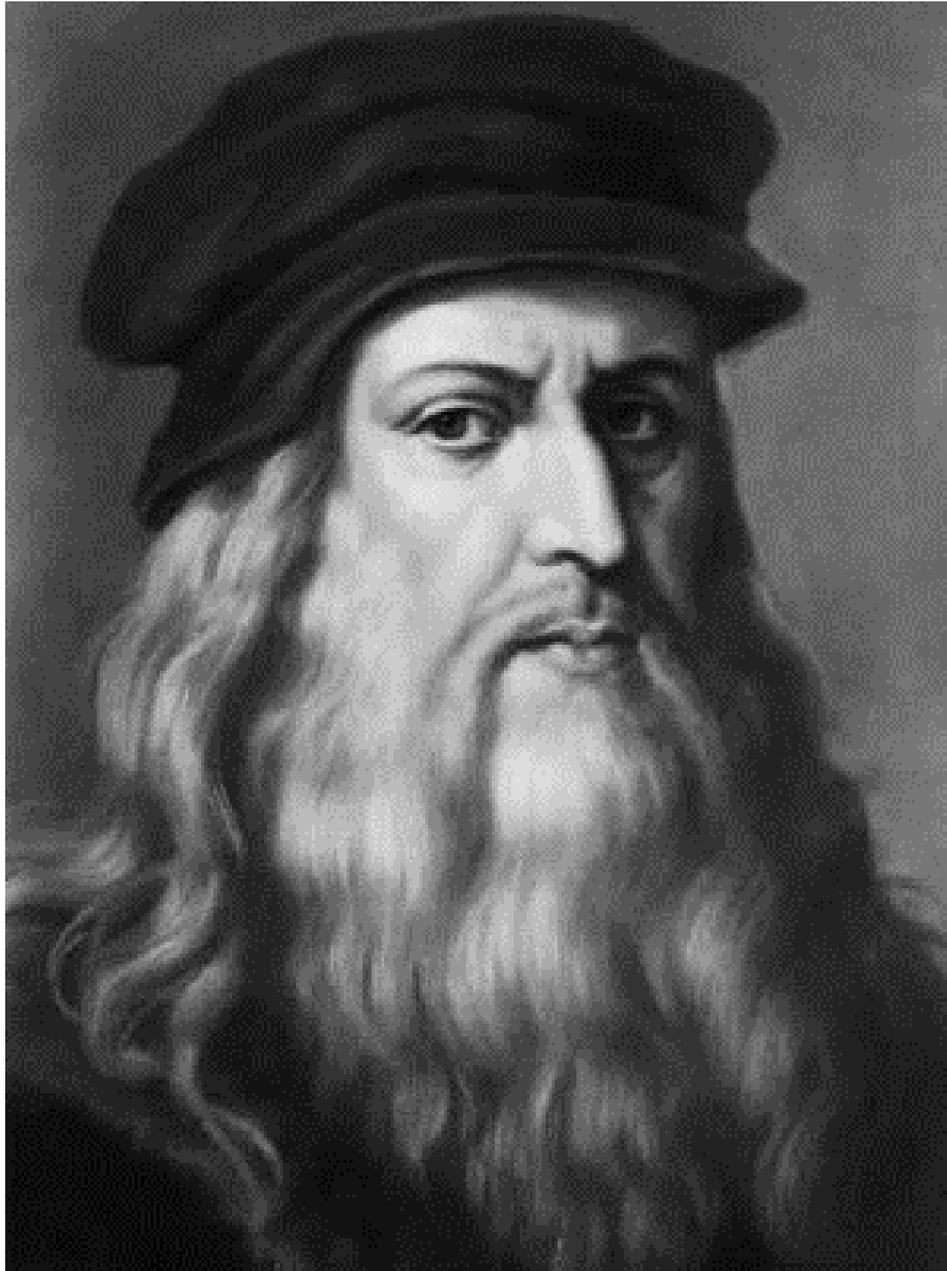
MSc. Arturo Orellana García

Co-TUTORES

Ing. Antonio Valladares Martínez

La Habana, junio de 2016

“Año 58 de la Revolución”



*"Así como el hierro se oxida por falta de uso, también la inactividad destruye el
intelecto"*

Leonardo Da Vinci

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser los únicos autores del trabajo de diploma “Vista de análisis para la predicción basada en tiempo en los procesos del Sistema XAVIA HIS” y autorizo al Centro de Informática Médica de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año 2016.

Arian Nodarse Martínez

Firma del Autor

David Ramírez González

Firma del Autor

MSc. Arturo Orellana García

Firma del Tutor

Ing. Antonio Valladares Martínez

Firma del Co-Tutor

DATOS DE CONTACTO

MSc. Arturo Orellana García (aorellana@uci.cu): graduado de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas en el año 2012. Máster en Informática Aplicada desde el 2015 en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), La Habana, Cuba. Miembro del grupo de investigación en el área de la minería de procesos. Autor de varias publicaciones indexadas sobre la aplicación de la minería de procesos al sector hospitalario. Especialista en la producción de software en el Centro de Informática Médica de la UCI. Estudiante de doctorado en el programa de la UCI.

Dedicatoria

Arian:

A mis padres por ser la luz que me ha guiado todos estos años.

A mi hermana por ser mi mejor amiga, y hacerme sentir ejemplo.

A mis abuelos por tener siempre un consejo en cada encrucijada.

A Mery por ser mi ángel, por todo lo que disfrute y aprendí contigo, y por todo lo que no pudimos compartir, por hacerme creer que puedo ser el hombre que siempre viste en mí, por hacerme sentir tu voz en cada decisión difícil, para que te sientas orgullosa donde quiera que estés.

David:

A mis padres, Gisel y Reinaldo, por todo su amor, dedicación y apoyo hacia mí y por confiar siempre en mis decisiones.

A mis abuelos, Margot y Raúl, por ser mis segundos padres y por todos su amor y cariño.

A mis hermanos, Iris y Erick, por ser un ejemplo para mí y por darme su apoyo y cariño.

A mis tíos, Ana Margarita y Ernesto, y mis primos Daniel y Ariel, por su apoyo y cariño.

RESUMEN

Las organizaciones emplean sistemas de información para gestionar sus procesos. Estos almacenan trazas referentes a las actividades que se gestionan. Al extraer y transformar estas trazas se crean registros de eventos los que pueden ser analizados por técnicas de minería de procesos. La minería de procesos trabaja generalmente con datos históricos que pueden ser utilizados para construir modelos predictivos y usarlos para guiar instancias de procesos en ejecución. Los expertos en minería de procesos plantean que es posible predecir el tiempo de procesamiento restante de un caso.

La predicción basada en tiempo consiste en anticipar resultados, duración o tiempo restante de ejecución de un proceso determinado. Utilizando un registro de eventos, la técnica *TSAnalyzer* permite realizar análisis de predicción basada en tiempo de actividades de proceso. Esta técnica realiza diferentes cálculos de tiempo que posibilitan tomar decisiones anticipadas sobre la planificación y la gestión de recursos.

El objetivo de la presente investigación es la integración al XAVIA HIS de la técnica *TSAnalyzer* previamente personalizada para que sea utilizada en el tratamiento de los registros de eventos de este sistema. Como resultado se obtiene una vista de análisis que permite hacer predicción basada en tiempo de actividades de proceso, favoreciendo la toma de decisiones y la planificación a las autoridades administrativas de las instituciones hospitalarias.

Palabras clave: minería de procesos, predicción, registro de eventos, tiempo de actividades de proceso, *TSAnalyzer*.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	6
1.1.1. <i>Proceso de negocio</i>	6
1.1.3. <i>Gestión basada en procesos</i>	7
1.1.4. <i>Registro de eventos</i>	7
1.2. MINERÍA DE PROCESOS EN EL ENTORNO HOSPITALARIO.....	10
1.3. PREDICCIÓN BASADA EN TIEMPO	13
1.3.1. <i>Predicción basada en tiempo desde la minería de procesos</i>	13
1.4. SOLUCIONES EXISTENTES	14
1.4.1. <i>Técnicas y herramientas a nivel internacional</i>	14
1.4.2. <i>Comparación de las técnicas y herramientas identificadas</i>	17
1.5. AMBIENTE DE DESARROLLO.....	18
1.5.1. <i>Lenguaje</i>	18
1.5.2. <i>Tecnologías a utilizar</i>	19
1.5.3. <i>Herramientas para el desarrollo</i>	22
1.5.4. <i>Herramientas para la validación</i>	22
CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN	24
2.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	24
2.1.1. <i>Descripción de la arquitectura.</i>	25
2.1.2. <i>Patrones de diseño.</i>	27
2.2. ESTÁNDARES DE CODIFICACIÓN.....	28
2.3. FLUJO DE INFORMACIÓN DE LA HERRAMIENTA PARA DETECTAR VARIABILIDAD	30

2.4.	TÉCNICA TSANALYZER: PERSONALIZACIÓN	31
2.4.1.	<i>Salidas</i>	33
2.4.2.	<i>Algoritmos básicos de la técnica</i>	34
2.4.3.	<i>Integración al Sistema XAVIA HIS</i>	34
2.5.	COMPRESIÓN DEL RESULTADO GENERADO POR LA VISTA DE ANÁLISIS DESARROLLADA EN EL SISTEMA XAVIA HIS ...	40
CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA		43
3.1.	APLICACIÓN DE UN CASO DE ESTUDIO.....	43
3.2.	PRUEBAS DE RENDIMIENTO	44
3.3.	APLICACIÓN DE LA TÉCNICA IADOV PARA CONOCER EL ÍNDICE DE SATISFACCIÓN GRUPAL	46
3.3.1.	<i>Resultados de la aplicación de la técnica Iadov</i>	48
CONCLUSIONES		51
RECOMENDACIONES		52
BIBLIOGRAFÍA		58
ANEXOS		64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1. Representación de un proceso	6
Figura. 2. Resumen de un registro de eventos.....	7
Figura. 3. Niveles de madurez de los registros de eventos.	10
Figura. 4. Ejemplo de sistema de transición de la técnica <i>FSM Analyzer</i> en la versión 5.2 de ProM.....	15
Figura. 5. Vista de la técnica <i>FeaturePrediction</i> en la versión 6.4 de ProM.....	16
Figura. 6. Características de las técnicas y herramientas que realizan análisis de predicción basada en tiempo.....	17
Figura. 7. Patrón Arquitectónico Modelo-Vista-Controlador.....	26
Figura. 8. Flujo de información de la herramienta para la detección de variabilidad.....	31
Figura. 9. Salida de la técnica TSMiner en la herramienta ProM.....	32
Figura. 10. Salida de la técnica TSAalyzer en la herramienta ProM.....	33
Figura. 11. Vista de la herramienta para detectar variabilidad en el Sistema XAVIA HIS	35
Figura. 12. Vista de la técnica IVM en el Sistema XAVIA HIS.	36
Figura. 13. Vista del proceso Solicitar Producto en el Sistema XAVIA HIS.	38
Figura. 14. Vista del proceso Solicitar Productos en el Sistema XAVIA HIS.....	40
Figura. 15. Análisis de la actividad <i>ver detalles sol almacén + complete</i>	41
Figura. 16. Vista de la herramienta ProM del proceso Solicitar Producto.	43
Figura. 17. Vista de la tabla que muestra la técnica personalizada en el Sistema XAVIA HIS.	44
Figura. 18. Análisis de rendimiento.	46
Figura. 19. Cuadro lógico de ladov.	47
Figura. 20. Distribución de la satisfacción grupal.	49

Introducción

La calidad en la atención a los pacientes es prioridad en los sistemas de atención sanitaria. Los costos de recursos humanos y materiales asociados y la necesidad de prestar cada día un mejor servicio, han alcanzado un nivel elevado con el desarrollo social. El análisis del factor tiempo, juega un papel importante para identificar incongruencias¹ y ahorrar costos en la utilización de recursos humanos y materiales (Ávalos García, 2015). La duración de la ejecución de los procesos en el sector de la salud influye directamente en la calidad del servicio que ofrecen las instituciones sanitarias.

Identificar la forma de reducir el tiempo de estancia de los pacientes en cada proceso a los que son sometidos en las instituciones hospitalarias permite optimizar la ejecución de dichos procesos e incluso el ahorro de recursos. Además facilita ofrecer un servicio de calidad a los pacientes y garantizar su satisfacción, esto podría posibilitar el aumento del número de pacientes atendidos. (Ávalos García, 2015)

Resulta una necesidad para las instituciones hospitalarias analizar la información de cuánto tardan en ejecutarse sus procesos o la cantidad de recursos que emplean en dicha ejecución. Para el personal administrativo de las instituciones sanitarias contar con una alternativa de análisis que permita hacer predicciones basadas en tiempo de actividades de sus procesos, sería un ahorro de tiempo en lo que se refiere a su operativa básica, sobre todo en las tareas rutinarias. (Escobar, et al., 2011)

Las instituciones hospitalarias optan por introducir modelos y herramientas de la rama empresarial e industrial (reingeniería (Flores Bustos, 2005) y gestión de procesos (Nariño, 2012)). Estas son utilizadas para organizar el flujo institucional y gestionar información generada en dichas instituciones. Los resultados que se exigen en el sector de la salud, llegan a un nivel de mayor eficiencia cuando sus actividades y recursos asociados se gestionan usando un enfoque basado en procesos.

El enfoque basado en procesos es una de las buenas prácticas utilizadas en el sector de salud en las últimas décadas, pues es una vía apropiada para alcanzar mayor satisfacción de los pacientes y un servicio asistencial más eficiente² y eficaz³. Algunos de sus elementos más significativos son el análisis,

¹ Incongruencias: Falta de acuerdo, relación o correspondencia de una cosa con otra. Hecho o dicho ilógico, contradictorio.

² Eficiente: Adjetivo. Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función.

control y mejora de procesos; la introducción de herramientas informáticas en este sentido, son escasamente difundidas en instituciones sanitarias. (Hernández Nariño, et al., 2012)

Es una tendencia que los sistemas de información modernos incorporen el enfoque basado en procesos por las ventajas que supone su utilización ((Akhil Systems, 2015); (Kanteron HIS, 2015)). Estos se encargan de gestionar y organizar la información de las empresas o entidades en las que son utilizados, para facilitarles el trabajo a las personas y permitirle establecer un mejor control de los recursos humanos y materiales. Nuestro país no está ajeno a estas nuevas tecnologías, en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se desarrollan varios sistemas de información.

El XAVIA HIS es un sistema de información orientado a satisfacer las necesidades de: recopilar, almacenar, procesar e interpretar de los datos clínico-administrativos que se generan en las instituciones hospitalarias. Este sistema del Centro de Informática Médica (CESIM) de la UCI, fue desarrollado con el objetivo de informatizar los procesos del nivel secundario de salud en Cuba.

El Sistema XAVIA HIS posee una bitácora de sucesos donde se almacena la ejecución de sus actividades de proceso, guardándose en la misma: la fecha, la hora, el usuario y la actividad que realizó el mismo. La información que se registra en esta bitácora contiene evidencias sobre la ejecución del sistema, lo cual puede ser analizado a partir del empleo de técnicas de minería de procesos. Esta disciplina provee un puente importante entre la minería de datos y la modelación y análisis de procesos de negocios. Su objetivo fundamental es descubrir, monitorear y mejorar los procesos reales a través de la extracción del conocimiento de los registros de eventos en los sistemas de información. (van der Aalst, 2011a)

Las técnicas de minería de procesos permiten extraer información no trivial y útil de los registros de trazas almacenados por sistemas de información. Dichas técnicas asumen que es posible registrar eventos secuencialmente, donde cada proceso está compuesto por casos que representan instancias del mismo. Cada caso se compone de eventos que representan pasos bien definidos dentro del proceso; estos contienen atributos o propiedades, donde los más usuales son la actividad que representan, la marca de tiempo, la acción que se realiza y el recurso. (van der Aalst, 2011a)

³ Eficaz: Adjetivo. Que produce el efecto esperado, que logra hacer efectivo un intento o propósito.

En el CESIM se desarrollan investigaciones sobre los beneficios que brinda la aplicación de la minería de procesos para las instituciones sanitarias. Dichas investigaciones están orientadas a implementar componentes para añadirle nuevas funcionalidades a los sistemas que se desarrollan, entre ellos el XAVIA HIS. Este sistema cuenta con un componente para la extracción y transformación de trazas de procesos ((Orellana García, et al., 2015a); (Orellana García, et al., 2015b)). El componente de extracción constituye la base para la personalización de técnicas de minería de procesos contenidas en plugins del marco de trabajo ProM (Process Mining Group, Eindhoven Technical University, 2010).

Estas técnicas son empleadas para detectar incongruencias en los procesos del Sistema XAVIA HIS, permitiendo identificar incoherencias en los procesos sanitarios, mediante modelos precisos y comprensibles para usuarios no expertos en minería de procesos (Abreu Mazorra, et al., 2015); la personalización del plugin Inductive visual Miner para generar modelos de procesos, en los cuales se detectan y visualizan la presencia de las eventualidades en la ejecución de los procesos de este sistema (Larrea Armenteros, et al., 2015); y la personalización del plugin Fuzzy Miner para detectar ruido a través del análisis de modelos generados que permiten una mejor comprensión (Pereiras Viera, et al., 2015). Además, se ha obtenido como resultado el desarrollo de un componente a partir de la personalización del plugin Variant Miner y la Perspectiva temporal de minería de procesos, que permitirá obtener, a los analistas de procesos, criterios cuantitativos y cualitativos para la toma de decisiones clínico-administrativas y contar con un mecanismo para generar nuevos conocimientos (Castañeda Domínguez, et al., 2015).

El Sistema XAVIA HIS, a partir de la ejecución de sus procesos, genera en sus trazas la información necesaria para realizar análisis de predicción basada en tiempo. Esta estructura se compone de atributos y extensiones como la **concept** (especifica un nombre para el registro de eventos, la traza y los eventos), la **organizational** (contiene al atributo *resource* el cual recoge el nombre o identificador del actor que ejecutó el evento) y la **timestamp** (almacena el instante de tiempo en que se ejecutó la tarea) ((Orellana, et al., 2015d), (Flux Capacitor, 2010)). El Sistema XAVIA HIS, además de almacenar y recopilar información, debe procesarla e interpretarla, para ser analizada por la herramienta de detección de variabilidad que posee el sistema. Luego del análisis se obtienen varios resultados, uno de ellos es el tiempo de duración de un proceso ya concluido. Aunque se conocen los tiempos de ejecución de las

actividades de procesos ya culminados, no se toman medidas para reducir los largos tiempos de ejecución, afectando el control de los recursos y la planificación en las instituciones hospitalarias.

Aun utilizando sistemas de información como el XAVIA HIS en las instituciones hospitalarias, existen procesos complejos y largos que no son lo suficientemente ágiles y eficientes para alcanzar los resultados demandados ((Curioso, et al., 2015); (Plazzotta, et al., 2015)). En dichas instituciones no se conoce el tiempo que demora un medicamento desde que se realiza la solicitud hasta que es retirado para su aplicación, el tiempo que demora un paciente en terapia intensiva según el diagnóstico, la duración de una consulta y la demora de una muestra en un laboratorio antes y durante su análisis, estos tiempos se refieren a conocer de antemano, la duración de los procesos mencionados antes de que ocurran o culminen. Estos problemas en la práctica clínica influyen directamente en la implementación de los objetivos estratégicos, la planificación y el control de los recursos, debido a que las opciones de análisis de tiempo con que cuentan los estadísticos y administrativos de las instituciones hospitalarias son insuficientes.

Por lo anteriormente planteado se define como **problema a resolver**: ¿Cómo predecir el comportamiento basado en tiempo de las actividades de proceso en el Sistema XAVIA HIS?

El problema está enmarcado en el **objeto de estudio**: la minería de procesos para el análisis de tiempo, centrado en el **campo de acción**: las técnicas de minería de procesos para la predicción basada en tiempo en el entorno hospitalario.

Para solucionar el problema planteado, se define como **objetivo general**: desarrollar una vista de análisis que se integre al Sistema XAVIA HIS, que permita la predicción basada en tiempo de las actividades de proceso, a partir de su registro de eventos.

Se proponen las siguientes tareas de la investigación:

1. Elaboración de los referentes teóricos y metodológicos, asociados a la predicción basada en tiempo, la gestión por procesos de negocio y la minería de procesos.
2. Análisis de componentes y herramientas que realizan predicción basada en tiempo, para identificar los antecedentes, tendencias y elementos a considerar en la propuesta de solución.

3. Desarrollo de una vista de análisis para realizar predicción basada en tiempo en el Sistema XAVIA HIS.
4. Integración de la propuesta de solución a la Herramienta de variabilidad del Sistema XAVIA HIS, para contribuir al análisis de tiempo de las actividades de proceso.
5. Validación de la vista de análisis desarrollada a partir de técnicas y métodos científicos definidos para evaluar la propuesta de solución.

Los **métodos científicos** utilizados para desarrollar la investigación fueron (Hernández León, et al., 2011):

Métodos teóricos:

- Análisis histórico-lógico: se utilizó para analizar el surgimiento y evolución de la predicción basada en tiempo, la gestión por procesos de negocio y la minería de procesos, para una mejor comprensión del objeto de estudio y campo de acción y lograr una perspectiva personalizada de los procesos.
- Analítico -sintético: se puso en práctica realizando un análisis de las principales técnicas y herramientas existentes que son utilizadas para realizar predicción basada en tiempo de actividades de proceso.

Métodos empíricos:

- Observación: se utilizó como instrumento para adquirir conocimiento sobre el campo de acción a través de la investigación directa de las herramientas.
- Entrevista: se puso en práctica para identificar algunos de los problemas existentes en las instituciones hospitalarias referentes a análisis de tiempo y para la selección de las métricas necesarias para realizar análisis de predicción basada en tiempo.

Con el desarrollo de la presente investigación se esperan obtener los siguientes **beneficios**:

Se espera que la presente investigación proporcione una vista de análisis para la predicción basada en tiempo en el Sistema XAVIA HIS. A partir de esta vista, ofrecerle al usuario final una opción más de análisis a la hora de tomar decisiones administrativas y apoyar en la implementación de los objetivos

estratégicos, la planificación y el control de los recursos. Permitirá un mejor aprovechamiento de los datos almacenados en el Sistema XAVIA HIS, propiciando generar nuevos conocimientos y añadir valor agregado al sistema.

El documento está estructurado en tres capítulos, siendo estos:

El **Capítulo 1. Fundamentación teórica de la investigación**, trata los conceptos fundamentales sobre los diferentes elementos en los que se basa la presente investigación, incluye un análisis del estado del arte, a nivel nacional e internacional de sistemas que permitan realizar análisis de predicción basada en tiempo y se hace una descripción de las tecnologías y herramientas usadas para el desarrollo de la vista de análisis propuesta.

El **Capítulo 2. Propuesta de solución**, describe la propuesta de solución, junto a la modelación del flujo de información de la vista de análisis, se describen los patrones arquitectónicos y los de diseño utilizados; se realiza una explicación de la técnica utilizada y del procedimiento seguido para el desarrollo de la vista de análisis.

Por último, en el **Capítulo 3. Validación de la solución propuesta**, se valida la aplicación, a partir de la aplicación de técnicas y métodos.

Capítulo 1: Fundamentación teórica de la investigación

En la presente investigación se analizan los conceptos fundamentales relacionados con la misma. Se analiza los sistemas que utilizan minería de procesos para realizar predicciones de tiempo de actividades de proceso. Se describen las herramientas y tecnologías propuestas a utilizar en el desarrollo de la vista de análisis para la predicción basada en tiempo de las actividades de proceso, a partir de su registro de eventos.

1.1. Conceptos fundamentales

1.1.1. Proceso de negocio

La palabra Proceso se deriva del latín *processus*, que significa avance y progreso.

Según la serie de normas internacionales ISO 9000 se define un proceso como “conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”.

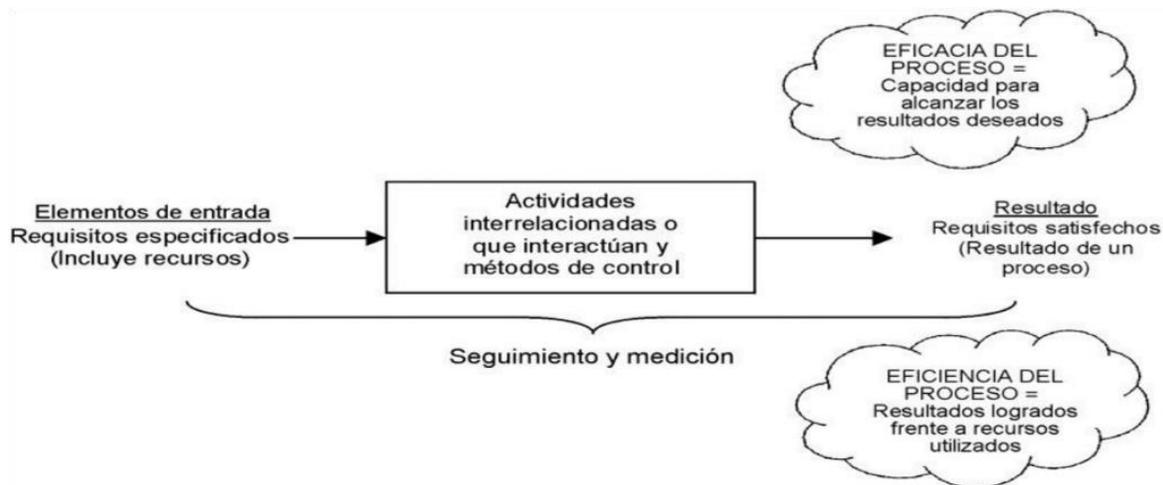


Figura. 1. Representación de un proceso. Fuente: (Corrie, 2008)

“Un proceso de negocio es un conjunto estructurado medible de actividades diseñadas para producir un producto especificado para un cliente o mercado específico. Implica un fuerte énfasis en cómo se ejecuta

el trabajo dentro de la organización, en contraste con el énfasis característico de la focalización en el producto". (Davenport, 1993)

1.1.2. Gestión basada en procesos

La Gestión de Procesos de Negocio (*Business Process Management*, BPM por sus siglas en inglés) permite, utilizando métodos, técnicas y software, diseñar, ejecutar, controlar y analizar procesos operacionales que involucran personas, organizaciones, aplicaciones, documentos y otras fuentes de información. Es conocida como una gestión integral que promueve la eficacia empresarial y la eficiencia mientras se esfuerza por la innovación, la flexibilidad, y la integración con la tecnología. Está creciendo como una disciplina, donde las nuevas tecnologías están emergiendo rápidamente, manteniendo el centro del escenario BPM en los dominios de negocio y tecnología. (Nariño, 2012)

1.1.3. Registro de eventos

La mayoría de los sistemas de información modernos utilizan mecanismos para registrar la ejecución real de los procesos, o sea, poseen un registro de trazas, el cual, mediante transformaciones necesarias, es el punto de partida de la minería de procesos. Las técnicas de minería de procesos asumen que es posible registrar eventos secuencialmente donde cada proceso está compuesto por casos que no son más que instancias del mismo. Cada caso se compone de eventos que representan pasos bien definidos dentro del proceso; los casos contienen atributos o propiedades, donde los más usuales son la actividad que representan, la fecha y el usuario. (van der Aalst, 2011a)

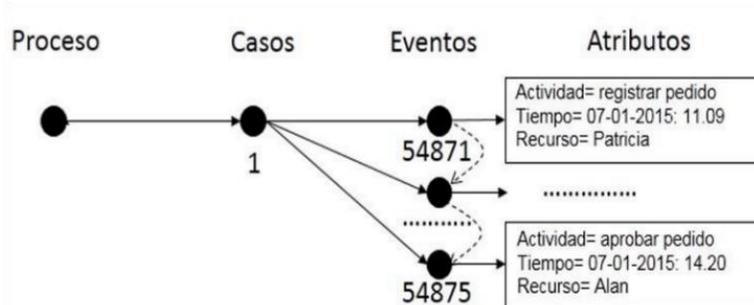


Figura. 2. Resumen de un registro de eventos. Fuente: (van der Aalst, 2011a)

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

Los casos y cada evento en un registro utilizan un identificador mientras cada atributo de los eventos puede ayudar a extender el modelo con información extra. Dependiendo de la cantidad o tipo de información disponible será la perspectiva que se podrá asumir y la información que se podrá extraer.

El registro de eventos contiene un registro de elementos, como su raíz, el cual contiene todas las trazas. Este registro de elementos también puede contener atributos, el mismo solo se crea una vez por lo que el impacto de incluir muchos atributos en el registro es mínimo. Por otra parte, es importante incluir información relevante describiendo el contenido del registro de eventos y su origen. Los siguientes atributos son tomados en consideración para su adición en el registro de elementos (van der Aalst, 2011a):

- ✦ **Nombre de Proceso:** el nombre del proceso cuya ejecución se graba en el registro.
- ✦ **Fuente de Datos:** una descripción del Sistema de Información del cual se extrae el registro de eventos.
- ✦ **Organización Fuente:** el nombre de la organización que provee los datos.
- ✦ **Descripción:** una breve descripción del contenido del registro de eventos.
- ✦ **Versión:** un identificador para diferenciar versiones de Registros de eventos.
- ✦ **Autor:** nombre y detalles del contacto que definió la conversión.

Proyecto de minería de procesos: Una referencia del Proyecto de minería de procesos o el propósito del registro de eventos.

Niveles de madurez de los registros de eventos

Hay varios criterios para juzgar la calidad de los datos de eventos. Los eventos deben ser confiables, debería ser seguro asumir que los eventos registrados realmente ocurrieron y que los atributos de los eventos son correctos. Los registros de eventos deberían ser completos, dado un determinado contexto, no puede faltar ningún evento. Cualquier evento registrado debe tener una semántica bien definida. Además, los datos de eventos deben ser seguros en el sentido

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

que se tengan en cuenta consideraciones de privacidad y seguridad al registrar los eventos. (van der Aalst, 2011a)

Nivel de madurez	Caracterización
*****	Nivel más alto: el registro de eventos es de excelente calidad y los eventos están bien definidos. Los eventos se registran de manera automática, sistemática, confiable, y segura. Se toman en cuenta adecuadamente consideraciones acerca de la privacidad y la seguridad. Además, los eventos registrados (y todos sus atributos) tienen una semántica clara. Esto implica la existencia de una o más ontologías. Los eventos y sus atributos se refieren a esta ontología.
****	Los eventos se registran automáticamente y de manera sistemática y confiable, los registros de eventos son confiables y completos. A diferencia de los sistemas operando a nivel ***, se da soporte de manera explícita a nociones tales como instancia de proceso y actividad.
***	Los eventos se registran automáticamente, pero no se sigue un enfoque sistemático para registrar los eventos. Sin embargo, a diferencia de los registros de eventos en el nivel **, hay algún nivel de garantía que los eventos registrados calzan con la realidad.
**	Los eventos se registran automáticamente, como un subproducto de algún sistema de información. La cobertura varía, no se sigue un enfoque sistemático para decidir que eventos se registran. Además, es

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

	posible pasar por alto el sistema de información. Por lo tanto, podrían faltar eventos o éstos podrían no registrarse correctamente.
*	Nivel más bajo: los registros de eventos son de mala calidad. Los eventos registrados podrían no corresponder a la realidad y podrían faltar eventos. Los registros de eventos en los cuales los eventos se registran manualmente suelen tener dichas características.

Figura. 3. Niveles de madurez de los registros de eventos. Fuente: (van der Aalst, 2011a)

Las técnicas de minería de procesos pueden ser aplicadas a registros de eventos en niveles *****, **** y ***. En principio, también es posible aplicar minería de procesos utilizando registros de eventos en niveles ** o *. Sin embargo, el análisis de dichos registros de eventos es generalmente problemático y los resultados no son confiables. De hecho, no tiene mucho sentido aplicar minería de procesos a registros de eventos en el nivel * (van der Aalst, 2011a). De ahí la importancia de conocer el nivel de madurez de los registros de eventos para poder aplicar técnicas de minería de procesos. El Sistema XAVIA HIS posee herramientas que permiten obtener registros de eventos de nivel ****, ***, ** y *, en formato XES.

1.2. Minería de procesos en el entorno hospitalario

La minería de procesos posibilita obtener modelos de procesos a partir de los registros de eventos. Estos modelos proporcionan nuevos conocimientos y permiten diferentes tipos de análisis basado en modelos.

Sin ninguna idea a priori, la minería de procesos busca en el interior del proceso y hace visible lo que realmente está sucediendo. Por ejemplo, es posible (Orellana, et al., 2015):

1. Consultar los caminos de proceso que normalmente son seguidos por los pacientes al pasar por este.
2. Ver las excepciones en el proceso.
3. Identificar dónde están los cuellos de botella en el proceso.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

4. Comprobar si se siguen las pautas médicas. Ver qué personas y departamentos médicos están trabajando juntos con frecuencia.
5. Comparar los procesos más allá de indicadores clave de rendimiento simplistas.

La información anterior es la clave de muchos procesos de mejora. Por ejemplo (Orellana, et al., 2015):

1. Reducir los costos mediante la eliminación de innecesarias pruebas médicas o tratamientos.
2. Reducir el tiempo total de tratamiento mediante la eliminación de los mayores cuellos de botella dentro de un proceso (por ejemplo, reducir el mayor tiempo medio de espera que existe para ciertos exámenes médicos, tratamientos o insumos).
3. Estandarizar la forma de trabajar mediante la definición de una ruta de atención de cómo los pacientes que sufren de una enfermedad determinada deben ser diagnosticados y tratados.
4. Menor complejidad del proceso mediante la reducción de la variabilidad innecesaria.

Existe poco más de una treintena de estudios hasta la fecha, en el entorno de la salud con el objetivo de dar respuesta a algunos de los elementos planteados anteriormente. Su aplicación en las Historias Clínicas Electrónicas (EHR, por sus siglas en inglés) permitió mejorar los procesos de cuidado a pacientes. Tras descubrir horarios de mayor afluencia en el área de Emergencias, permitió controlar y destinar recursos a este sector hospitalario. También permitió detectar eventualidades (tareas incompletas, información ausente, poca correspondencia entre el proceso de negocio y el sistema) en las actividades de proceso. (Orellana, 2015)

Su aplicación en casos reales de Ginecología y Oncología permitió optimizar, a partir de un gráfico de puntos, la trayectoria de los pacientes por el proceso de atención. La aplicación de la minería de procesos sobre sistemas hospitalarios permite monitorizar la utilización de los recursos, (i.e. los implementos quirúrgicos, los destinados a enfermería y los de consulta externa). Así mismo, permite monitorear el desempeño de los usuarios, reconocer patrones en el flujo del proceso, analizar casos aislados o infrecuentes, etc. Su uso en otras esferas demuestra su efectividad para detectar funcionamientos anómalos (i.e. desviación de recursos), tiempos de ejecución de actividades en el proceso (i.e. exceso en el tiempo de estancia de un producto en el almacén o su ausencia, así como, las variaciones entre la realidad y lo prescrito). (Orellana, 2015)

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

Los sistemas de información de salud almacenan las actividades clínicas a medida que son generadas, estas pueden ser una valiosa fuente de datos acerca de los procesos de salud y su estudio de acuerdo a varios puntos de vista. La minería de procesos ofrece medios ágiles para controlar, analizar y comprender los diferentes puntos de vista de los procesos reales, mediante la extracción del conocimiento a partir de los registros de eventos que poseen estos sistemas. (da Silva Rebuge, 2012)

En ambientes con procesos como los empleados en la salud, las técnicas de minería de procesos que se vuelven más útiles son las que pueden detectar grandes cantidades de ruido y que puedan ordenar diferentes comportamientos, de forma que se puedan estudiar por separado. Para esto se han desarrollado metodologías donde los clústeres de frecuencia juegan un papel importante en la identificación de comportamientos regulares o poco frecuentes y las variantes del proceso. Esto se hace por medio de un diagrama de clúster y un árbol de expansión mínimo, que proporcionan una manera sistemática para analizar los resultados. (da Silva Rebuge, 2012)

En las instituciones hospitalarias, los pacientes a menudo siguen procesos de atención específicos. Pueden cuestionarse si estos conducen a una prestación más eficiente de la atención y una mejor calidad de la misma. Las técnicas de minería de procesos se utilizan para obtener una visión más clara de los procesos asistenciales facilitando la toma de decisiones sobre estos. Los hospitales tienen muchos procesos de atención, por lo que es importante saber cómo están realmente ejecutados. Esta información puede ser recuperada por la minería de procesos. Se hace una distinción entre un proceso de atención en un hospital (por ejemplo, diagnóstico y tratamiento de un tumor) y el proceso de atención del paciente (por ejemplo, una ingesta, seguido de un análisis, lo que da un plan de tratamiento y varias terapias de radiación). (van de Steeg, 2015)

El proceso de atención a un paciente es una instancia del proceso de atención. En la asistencia sanitaria, los procesos de atención están estandarizados usando las denominadas vías de atención clínica. Los procesos de atención del paciente real pueden ajustarse a estos caminos de atención o pueden desviarse de ellas. La aplicación de técnicas de minería de procesos se utiliza para medir la conformidad del proceso de los pacientes atendidos con el modelo de proceso establecido. (van de Steeg, 2015)

1.3. Predicción basada en tiempo

Según la Real Academia de la Lengua Española, predicción significa acción de anunciar un hecho futuro.

Predicción es una expresión que anticipa aquello que, supuestamente, va a suceder. Se puede predecir algo a partir de conocimientos científicos, relevaciones de algún tipo, hipótesis o indicios. En el ámbito de la ciencia, una predicción es un anticipo de lo que ocurrirá de acuerdo al análisis de las condiciones existentes. Es frecuente que las predicciones surjan tras experimentos o investigaciones que permiten conocer las condiciones y estimar que, si se repiten, el resultado será el mismo. Las predicciones científicas, sin embargo, no siempre se cumplen ya que suelen existir variables desconocidas u otras cuya dinámica no se puede anticipar con precisión. (Vázquez Favela, 2015)

1.3.1. Predicción basada en tiempo desde la minería de procesos

La minería de procesos trabaja generalmente con datos históricos, dichos datos pueden ser utilizados para construir modelos predictivos y usarlos para guiar instancias de procesos en ejecución. Los expertos en minería de procesos plantean que es posible predecir el tiempo de procesamiento restante de un caso. Basado en dichas predicciones, se pueden construir también sistemas de recomendación que propongan acciones particulares para reducir costos o acortar el tiempo de flujo (van der Aalst, 2011c). La predicción basada en tiempo consiste en anticipar resultados, duración o tiempo restante de ejecución de un proceso determinado.

Para realizar análisis de predicción basada en tiempo, es necesario que la información cuente con las siguientes extensiones de los registros XES: la extensión ***concept*** la cual especifica un nombre para el registro de eventos, la traza y los eventos. Proporcionando nombres a cada elemento es fácil y muy informativo y por eso siempre deben ser provistos. Los nombres de las trazas deberán incluir algún identificador único. La extensión ***organizational***, esta extensión define tres diferentes atributos para eventos. El atributo más comúnmente usado es el “*resource*” el cual recoge el nombre o identificador del actor que ejecuto el evento. Adicionalmente el rol del recurso se puede almacenar también con el atributo “*role*”. En añadidura también se puede almacenar el grupo al que el usuario pertenece en el atributo “*group*”. En este caso usamos el atributo “*resource*” que posee el nombre del actor que ejecutó el evento. Por último, es necesaria la extensión ***timestamp***, esta especifica el atributo que representa el instante de

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

ocurrencia del evento. Mediante la grabación del instante de tiempo de ocurrencia del evento, los eventos pueden ser ordenados. Además, esto permite realizar análisis de duración y desempeño. Es importante lograr recoger la mayor cantidad de información acerca del momento de la ejecución del evento. Preferiblemente al nivel de segundos y en algunos casos de milisegundos. Especialmente en una base de datos operacional siendo consultada concurrentemente, muchos eventos pueden ser ejecutados dentro del mismo segundo, por esto es la necesidad de la precisión de milisegundos. Esto es necesario pues es muy importante que los eventos tengan un único instante de tiempo dentro de la traza. (Flux Capacitor, 2010)

1.4. Soluciones existentes

Se realizó un análisis documental de investigaciones que traten la problemática en cuestión. Para ello fueron analizados los primeros setenta artículos de Google Académico, de los cuales solo dos artículos abordan sobre la problemática que se presenta, ***Time Prediction Based on Process Mining*** (van der Aalst, 2011c) plantea que es posible realizar predicción basada en tiempo de actividades de proceso a través de un registro de eventos y un sistema de transición utilizando la técnica FSM Analyzer de la herramienta ProM, el artículo antes mencionado fue referenciado por 183 investigaciones((Mans, 2013); (Bouarfa, et al., 2012); (De Weerdt, 2013)). ***The FeaturePrediction Package in ProM: Correlating Business Process Characteristics***, esta técnica genera una tabla donde cada fila corresponde a un evento diferente y cada columna es una característica diferente, estas características es posible utilizarlas para realizar análisis de predicción basada en tiempo de actividades de proceso a través de un registro de eventos. Además, se analizó la herramienta ***Adaptive soft sensor for online prediction and process monitoring based on a mixture of Gaussian process modelsn***, el cual permite hacer predicciones online y monitorear procesos.

1.4.1. Técnicas y herramientas a nivel internacional

Técnica FSM Analyzer

FSM Analyzer es una técnica de análisis implementada para ser ejecutada en el marco de trabajo ProM (van der Aalst, 2011c). Sus entradas son un registro de eventos y un sistema de transición. Este sistema de transición es obtenido luego de ejecutar un registro de eventos en la técnica *FSM Miner*. Al ejecutar la

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

técnica FSM Analyzer se muestran los datos: *elapsed times* (promedio de tiempo transcurrido hasta el nodo actual), *sojourn times* (promedio de tiempo para llegar al fin del estado actual), y *remaining times* (promedio de tiempo restante para llegar al final del proceso a partir del estado actual). Además del promedio, la técnica también soporta varianza, mínimo, máximo, suma, desviación típica y mediana para realizar el cálculo de los tiempos antes descritos. (van der Aalst, 2011c)

Las técnicas *FSM Analyzer* y *FSM Miner* pertenecen a la versión 5.2 de la herramienta ProM, en la nueva versión 6.4 de dicha herramienta estas técnicas se nombran *TSanalyzer* y *TSMiner* respectivamente.

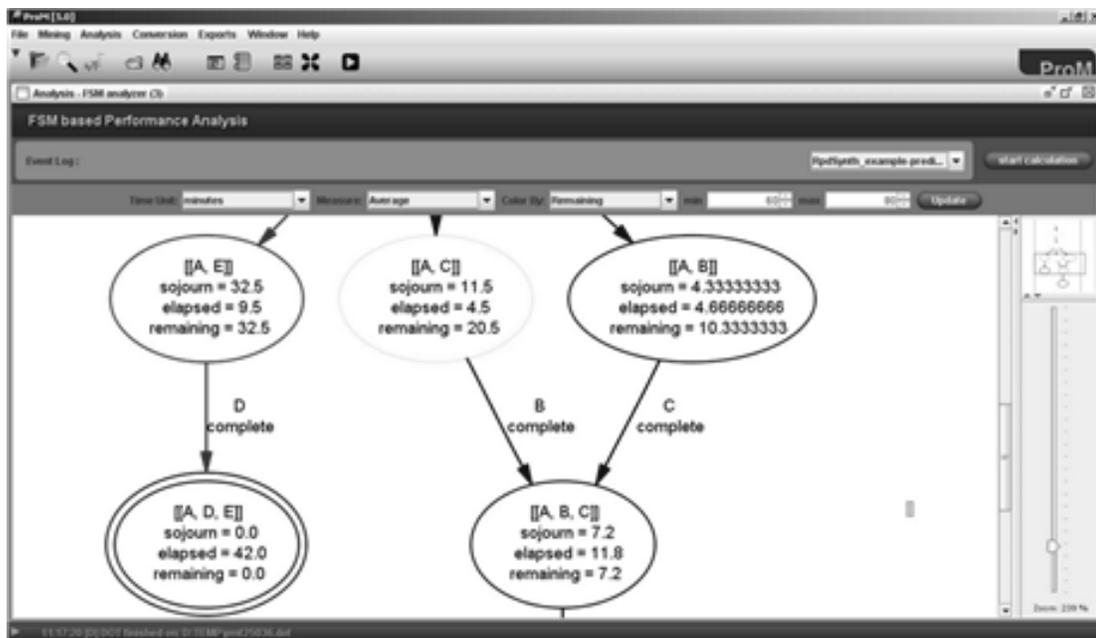


Figura. 4. Ejemplo de sistema de transición de la técnica *FSM Analyzer* en la versión 5.2 de ProM.

Fuente: (van der Aalst, 2011c)

The FeaturePrediction Package in ProM: Correlating Business Process Characteristics

Esta técnica tiene como entrada un registro de eventos. Proporciona un conjunto amplio y extensible de características relacionadas con el tiempo, enrutamiento, el orden de ejecución, la asignación de recursos, la carga de trabajo, y las desviaciones, y un marco genérico donde cualquier (variable dependiente) característica puede explicarse en cualquier conjunto de otras características (variables independientes).

Por ejemplo, la participación de una decisión de recursos o encaminamiento en particular puede estar relacionada con el tiempo transcurrido, y viceversa: el tiempo transcurrido puede estar relacionado con el comportamiento o encaminamiento de los recursos. (de Leoni, et al., 2014)

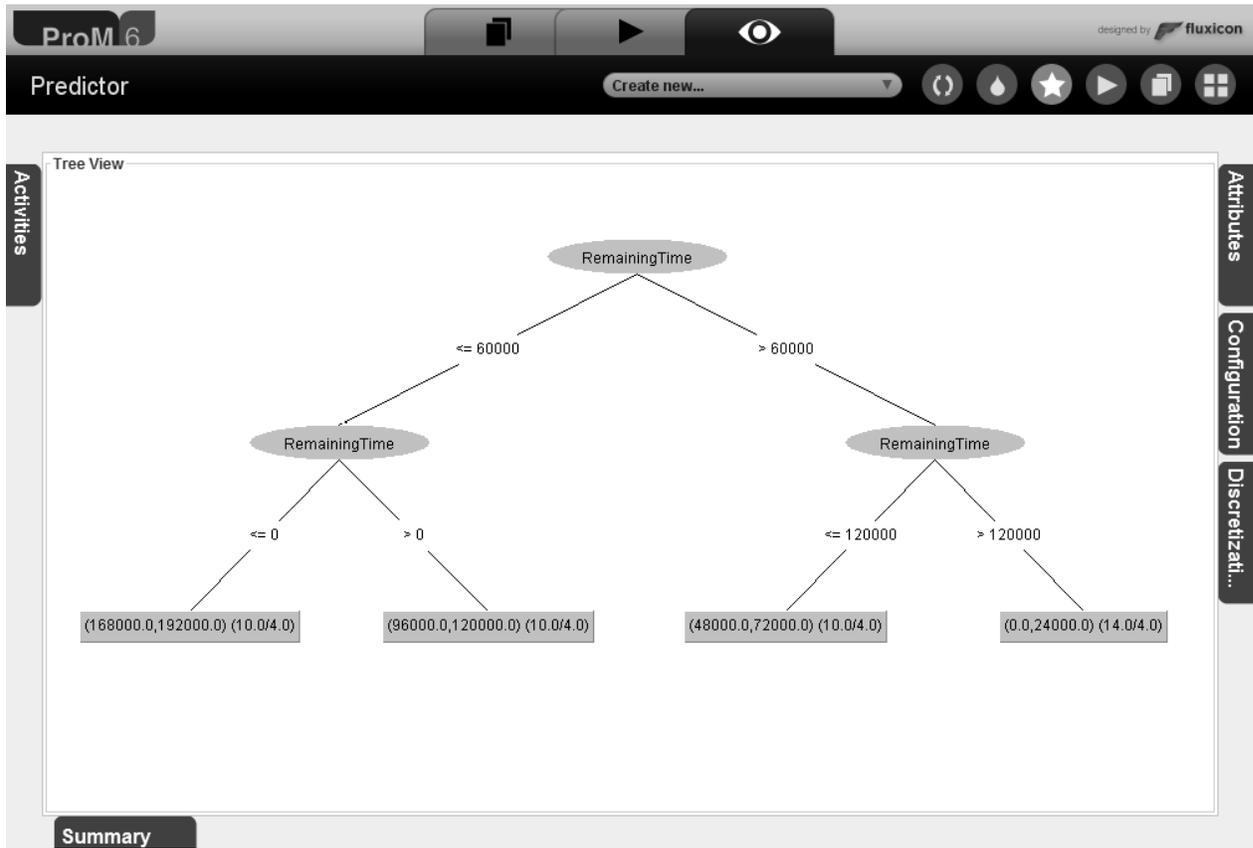


Figura 5. Vista de la técnica *FeaturePrediction* en la versión 6.4 de ProM. Fuente: (elaboración propia).

Adaptive soft sensor for online prediction and process monitoring based on a mixture of Gaussian process models (Sensor suave (ligero) adaptativo para predicciones online y monitoreo de procesos basado en una mezcla de modelos de procesos Gaussiano.)

Los modelos lineales pueden ser inapropiados cuando trabajamos con procesos no lineales y multimodo, conduciendo a un sensor suave (ligero) con un pobre desempeño. Debido a la variación en el tiempo del comportamiento es necesario derivar e implementar algún mecanismo de adaptación para mantener el sensor suave (ligero) a un nivel deseado. Este procedimiento selecciona la variable de entrada más

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

importante para la variable de salida, y así realizar la predicción, simplificando de esta manera el modelo de desarrollo y adaptación. Además de la predicción online de la variable difícil-de-medir, este sensor suave (ligero) puede ser usado para el monitoreo de procesos adaptativos. (Grbić, et al., 2013)

1.4.2. Comparación de las técnicas y herramientas identificadas

Con el objetivo de apoyar la elección de la técnica o herramienta a emplear en la propuesta de solución, se realizó una comparación entre las técnicas y herramientas identificadas que permiten realizar análisis de predicción basada en tiempo. Para esto se definieron un conjunto de métricas: licencia, para saber si la técnica o herramienta es libre o propietaria; plataforma, esto permite conocer las facilidades de integración que ofrece; importa registro XES, debido a que el Sistema XAVIA HIS posee un componente para la extracción y transformación de trazas que genera registros de eventos en formato XES; el resto de los parámetros son los más útiles para realizar análisis de predicción basada en tiempo según la bibliografía consultada. (van der Aalst, 2011c), (de Leoni, et al., 2014), (Adriansyah, et al., 2012), (Pesic, et al., 2010), (De Weerd, 2013))

Parámetros	TSAlyzer	FeaturePrediction	Sensor suave adaptativo
Realiza análisis de predicción basada en tiempo	Sí	Sí	Sí
Licencia	LGPL	LGPL	Privativa
Plataforma	Múltiple	Múltiple	Múltiple
Importa registros XES	Sí	Sí	No
Calcula desviación típica	Sí	No	No
Calcula tiempo promedio	Sí	No	No
Calcula tiempo máximo y mínimo por cada actividad	Sí	No	No

Figura. 6. Características de las técnicas y herramientas que realizan análisis de predicción basada en tiempo.

Fuente: (elaboración propia).

Luego del análisis realizado a las técnicas y herramientas existentes, se llegó a las siguientes conclusiones:

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

En Cuba no existe ninguna técnica o herramienta que proponga una solución o que aborde el problema planteado. Así mismo no se evidencia documentación alguna sobre investigaciones referentes a análisis de predicción basada en tiempo.

La herramienta Sensor suave adaptativo realiza análisis de predicción basada en tiempo y es multiplataforma, pero tiene licencia privativa. Esto implica gasto extra de dinero asociado al costo del producto por parte de las instituciones hospitalarias que estén interesados en realizar análisis de predicción basada en tiempo de ejecución de sus actividades de proceso. Además, la herramienta no calcula desviación típica, tiempo promedio, máximo o mínimo por cada actividad y tampoco importa registros en formato XES.

La técnica *FeaturePrediction* tiene una licencia LGPL y es multiplataforma ya que pertenece al marco de trabajo ProM. Esta importa registros de eventos en formato XES y realiza análisis de predicción basada en tiempo, pero la técnica no calcula desviación típica, tiempo promedio o tiempo máximo o mínimo por cada actividad. La técnica *TSAAnalyzer* posee una licencia LGPL, es multiplataforma y cumple con el resto de los parámetros que se analizan. Por lo anteriormente planteado, se decide emplear la técnica *TSAAnalyzer* para realizar una personalización e integrarla al Sistema XAVIA HIS.

1.5. Ambiente de desarrollo

El ambiente o entorno de desarrollo integra todas las tecnologías y herramientas que se utilizaron en la realización de la propuesta de solución. Estas deben estar bien integradas para que puedan relacionarse unas con otras. En resumen, el ambiente de desarrollo está formado por el conjunto de instrumentos (*hardware*, *software*, procedimientos, y otros) que facilitan o automatizan las actividades de desarrollo. A continuación, se describen las herramientas, tecnologías y lenguajes empleados en el desarrollo de la propuesta de solución.

1.5.1. Lenguaje

Lenguaje de programación: *Java*

El lenguaje de programación **Java** es robusto, multiplataforma. Tiene muchas similitudes con el lenguaje C y C++. Una de las principales características de Java es la de ser un lenguaje compilado e interpretado.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

Todo programa en Java ha de compilarse y el código que se genera es interpretado por una máquina virtual (Belmonte Fernández, 2005). Permitirá la creación e implementación de las clases controladoras.

1.5.2. Tecnologías a utilizar

Para el desarrollo de la vista de análisis, se propone un conjunto de tecnologías y herramientas de código abierto que permitan su uso sin necesidad de pago de licencias, lo que hace posible que cumpla con las políticas de independencia tecnológica definidas en Cuba para la informatización de la sociedad.

Java Server Faces (JSF) 1.2

Java Server Faces (JSF) es un marco de trabajo que define un modelo de componentes de interfaz de usuario y de eventos. Permite manejar el estado de los componentes de usuario, manejar sus eventos, la validación y conversión del lado del servidor y centralizar la navegabilidad de las páginas de la aplicación. JSF es el marco estándar que proporciona Java para construir aplicaciones web, sigue el patrón Modelo Vista Controlador (MVC), proporcionando una manera de validar datos, llamar a reglas de negocio, y devolver los resultados al cliente. (Guiarte Multimedia S.L., 2012)

Java Platform Enterprise Edition (JavaEE) 5.0

Java versión 5 o JEE 5 es una plataforma de programación (parte de la Plataforma Java) para desarrollar y ejecutar software de aplicaciones en lenguaje de programación Java con arquitectura de N niveles distribuida (Franky, C. ., 2010). Se basa ampliamente en componentes de software modulares y se ejecuta sobre un servidor de aplicaciones.

Java Persistence API (JPA)

JPA proporciona un modelo de persistencia basado en la programación orientada a objeto para mapear bases de datos relacionales en Java. El *Java Persistence API* fue desarrollado por el grupo de expertos de EJB 3.0 como parte de JSR 220, aunque su uso no se limita a los componentes software EJB. También puede utilizarse directamente en aplicaciones web y aplicaciones clientes; incluso, fuera de la plataforma Java EE, por ejemplo, en aplicaciones Java SE. (Vázquez, 2006)

Hibernate 3.3

Hibernate es un marco de trabajo de persistencia para Java de libre distribución que facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional y el modelo de objetos de una aplicación. Además, proporciona un potente lenguaje de consultas denominado *Hibernate Query Language* (HQL). (Scribd., 2012)

SEAM 2.1

SEAM es un marco de trabajo que integra la capa de presentación (JSF) con la capa de negocios y persistencia (EJB), funcionando, según versa su significado en español, como una “costura” entre estos componentes. Es una potente plataforma de desarrollo de código abierto para construir aplicaciones ricas de Internet en Java. *Seam* integra tecnologías como *JavaScript* asíncrono y XML (AJAX), *JavaServer Faces* (JSF), *Java Persistence Api* (JPa), *Enterprise Java Beans* (EJB 3.0) y *Business Process Management* (BPM). (Álvarez, et al., 2013)

Java Runtime Environment (JRE)

JRE es el acrónimo de *Java Runtime Environment* (entorno en tiempo de ejecución Java) y se corresponde con un conjunto de utilidades que permite la ejecución de programas java sobre todas las plataformas soportadas. JVM (máquina virtual Java) es una instancia de JRE en tiempo de ejecución. Este interpreta el código Java y está compuesto además por las librerías de clases estándar que implementan el API de *Java*. Ambas JVM y API deben ser consistentes entre sí, de ahí que sean distribuidas de modo conjunto. (Sun Microsystems, 2014)

Jboss Server 4.2.2

Jboss Server es un servidor de aplicaciones J2EE de código abierto implementado en Java puro. Al estar basado en Java, *JBoss* puede ser utilizado en cualquier sistema operativo para el que esté disponible Java. Proporciona una herramienta útil para el desarrollo y despliegue de aplicaciones Java, aplicaciones web y portales. *JBoss AS* puede ser descargado, utilizado, incrustado y distribuido sin restricciones por la licencia. Permitirá la publicación de las páginas XHTML. (Soldano, et al., 2008)

Facelets 1.1

Facelets es un *framework* simplificado de presentación, donde es posible diseñar de forma libre una página web y luego asociarle los componentes JSF específicos. Aporta mayor libertad al diseñador y mejora los informes de errores que tiene JSF. (Sánchez, 2008)

RichFaces 3.3.1

Es una biblioteca de componentes web enriquecidos, de código abierto y basada en el estándar *Java Server Faces* (JSF). Provee facilidades de validación y conversión de los datos proporcionados por el usuario, administración avanzada de recursos como imágenes, código *Javascript* y Hojas de Estilo en Cascada (CSS). (Gaguancela Gaguancela, et al., 2012)

Permitirá crear interfaces de usuario modernas de manera rápida, basadas en los componentes listos para usar, altamente configurables en cuanto a temas predefinidos por el propio marco de trabajo o desarrollados a conveniencia. Específicamente en el componente a desarrollar, *richfaces* permitirá la visualización de la información.

Enterprise JavaBeans (EJB) 3.0

Es un componente utilizado en Java que permite agrupar funcionalidades para formar parte de una aplicación, esto puede ser: un "Java Bean" agrupando información personal, datos sobre una solicitud, requerimientos de órdenes, entre otros. Permite realizar la administración automática de transacciones, seguridad, escalabilidad, concurrencia, distribución, acceso a ambientes portables y persistencia de datos. Incorpora el estándar JPA como el principal API de persistencia para aplicaciones EJB3. Su objetivo es simplificar el desarrollo de aplicaciones Java y estandarizar el API de persistencia para la plataforma Java. Forma parte de la especificación JEE 5. (Rondón, 2009)

1.5.3. Herramientas para el desarrollo

JBoss Developer Studio

JBoss Developer Studio proporciona un soporte superior para todo el ciclo de vida de desarrollo en una sola herramienta. Entorno de desarrollo integrado (IDE) certificado y basado en Eclipse para desarrollar, probar e implementar aplicaciones web avanzadas, aplicaciones empresariales transaccionales y aplicaciones y servicios de integración basados en la arquitectura orientada a servicios (SOA). (Red Hat, Inc., 2016)

1.5.4. Herramientas para la validación

ProM 6.4

La herramienta ProM de código abierto y distribuida gratuitamente, ha sido el estándar impuesto para la minería de procesos durante la última década. Permite el proceso de descubrimiento, la comprobación de la conformidad, análisis de redes sociales, la minería de organización, la minería de decisión. La herramienta requiere experiencia en minería de procesos y no está respaldada por una organización comercial. Por lo tanto, tiene las ventajas y desventajas comunes para el software de código abierto (Process Mining Group, Eindhoven Technical University, 2010). Esta fue utilizada para analizar y comparar los resultados obtenidos en el uso de la técnica TSAlyzer, con los resultados obtenidos de esta misma técnica ya integrada al sistema.

NetBeans 8.0.2

NetBeans IDE es un ambiente integrado de desarrollo de código abierto para desarrolladores de software que intentan construir aplicaciones usando mayormente Java, o algún otro lenguaje de programación popular como C++, PHP, Python, Groovy, Ruby, y otros. Tomando ventaja de casi 10 años de desarrollo constante, la plataforma NetBeans logró ser creada con la contribución de la comunidad de código abierto, siendo un paquete IDE bien diseñado que puede ser usado para la creación de cualquier tipo de aplicaciones de escritorio, web y móvil. También hace foco en permitir el desarrollo de aplicaciones usando conjuntos de componentes modulares de software que pueden ser creados tanto por los propietarios de NetBeans, la Corporación Oracle, como por terceros desarrolladores que han logrado

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

expandir sus funcionalidades con numerosos plugins. Tres módulos principales de NetBeans IDE son NetBeans Profiler (que puede monitorear aplicaciones, reportar problemas, dificultades de *performance* y más), el editor de JavaScript NetBeans y la herramienta de diseño GUI. (FileHorse, 2014)

Conclusiones parciales

La especificación de los conceptos asociados al campo de acción permitió contextualizar los principales términos abordados en el capítulo y la investigación en general. Mediante el análisis para comprender la problemática y el campo de acción de la investigación, se crearon las bases para el desarrollo de la misma. A partir del estudio realizado sobre la predicción basada en tiempo se demostró su utilidad para el sector de la salud, sin embargo, las herramientas que permiten realizar dicha predicción en su estado actual no se pueden integrar al Sistema XAVIA HIS. Las tecnologías seleccionadas para el desarrollo de la propuesta de solución son las adecuadas debido a el análisis realizado acerca de los sistemas, tecnologías y técnicas para la predicción basada en tiempo en la ejecución de procesos, lo que posibilita concluir que es necesario la personalización e integración de la técnica TSanalyzer al Sistema XAVIA HIS.

Capítulo 2: Propuesta de solución

En el presente capítulo se propone el desarrollo de una vista de análisis para realizar predicción basada en tiempo de actividades de los procesos del Sistema XAVIA HIS. Para esto se empleará una tabla donde se muestren las métricas necesarias para realizar dicho análisis, la vista en forma de tabla permitirá un mejor entendimiento por parte del usuario final. Además, se define la arquitectura con la que cuenta el software y los patrones de diseños asumidos para la realización de la vista de análisis y se muestra el procedimiento seguido para el desarrollo de la misma.

2.1. Características del sistema

El Sistema de Información Hospitalaria XAVIA HIS es un sistema de gestión que permite la recolección, almacenamiento, procesamiento, recuperación y comunicación de información de atención al paciente para todas las actividades relacionadas con la institución de salud. El mismo está concebido para llevar el control de las actividades de salud orientadas a los pacientes, permitiendo además gestionar y controlar los recursos de cada una de las áreas de dichas instituciones. Contempla además un conjunto de funcionalidades que permiten crear, modificar o eliminar determinada información, posibilita realizar búsquedas simples y avanzadas, así como la generación de reportes que consolidan la información gestionada por cada módulo.

La información que se gestiona por el sistema está orientada una parte a datos (DAIS) y la otra a procesos (PAIS), esta orientación a procesos permite el uso de técnicas de minería de procesos para su integración con el sistema. Entre los procesos que tiene implementado el Sistema XAVIA HIS se encuentran: solicitud de interconsulta hospitalaria y transferencia hospitalaria pertenecientes al módulo Hospitalización; los procesos distribuir productos, productos de proveedores, desincorporar productos, procesar solicitudes y proceso solicitar productos pertenecientes al módulo Almacén; y el proceso interconsultas perteneciente al módulo Epidemiología.

Estos procesos tienen las características y propiedades necesarias en sus trazas de ejecución para realizar análisis de predicción basado en tiempo. Por lo anteriormente plateado, la presente investigación propone desarrollar una vista de análisis de predicción basada en tiempo de sus actividades de proceso, a

partir del registro de eventos generado por el componente de extracción y transformación de trazas que posee el Sistema XAVIA HIS.

2.1.1. Descripción de la arquitectura.

La arquitectura de software puede ser vista como la estructura del sistema en función de la definición de los componentes y sus interacciones. Esta puede funcionar como un puente entre los requisitos del sistema y la implementación. La arquitectura es considerada como plan de diseño del sistema, debido a que es usada como guía para el resto de las tareas de la etapa de desarrollo. (Badillo Astudillo, 2014)

El Sistema XAVIA HIS está desarrollado sobre el patrón arquitectónico modelo-vista-controlador (MVC). Debido a que se desea integrar la propuesta de solución al Sistema XAVIA HIS, se propone mantener el uso del patrón MVC por las ventajas que aporta su empleo. Es un patrón de diseño que considera dividir una aplicación en tres módulos claramente identificables y con funcionalidad bien definida:

Modelo: el modelo es un conjunto de clases que representan la información del mundo real que el sistema debe procesar, sin tomar en cuenta ni la forma en la que esa información va a ser mostrada ni los mecanismos que hacen que esos datos estén dentro del modelo, es decir, sin tener relación con ninguna otra entidad dentro de la aplicación. El modelo desconoce la existencia de las vistas y del controlador (Bascón Pantoja, 2011). Todo este manejo de información se realiza mediante Hibernate que abstrae al desarrollador del gestor de base de datos utilizado, a partir del mapeo de tablas, esto permite llevar las consultas a un lenguaje de objetos.

Vista: las vistas son el conjunto de clases que se encargan de mostrar al usuario la información contenida en el modelo. Una vista está asociada a un modelo, pueden existir varias vistas asociadas al mismo modelo. Una vista obtiene del modelo solamente la información que necesita para desplegar y se actualiza cada vez que el modelo del dominio cambia por medio de notificaciones generadas por el modelo de la aplicación (Bascón Pantoja, 2011). Está compuesta por páginas XHTML (**EX**tensible **HyperText Markup Language**) y controles JSF, Seam y RichFaces. Estos componentes enriquecen la interfaz de usuario

proporcionando un agradable diseño y vistosidad, además optimiza el envío y carga de datos mediante los componentes ajax4jsf⁴.

Controlador: el controlador es un objeto que se encarga de dirigir el flujo del control de la aplicación debido a mensajes externos, como datos introducidos por el usuario u opciones del menú seleccionadas por él. A partir de estos mensajes, el controlador se encarga de modificar el modelo o de abrir y cerrar vistas. El controlador tiene acceso al modelo y a las vistas, pero las vistas y el modelo no conocen de la existencia del controlador. (Bascón Pantoja, 2011)

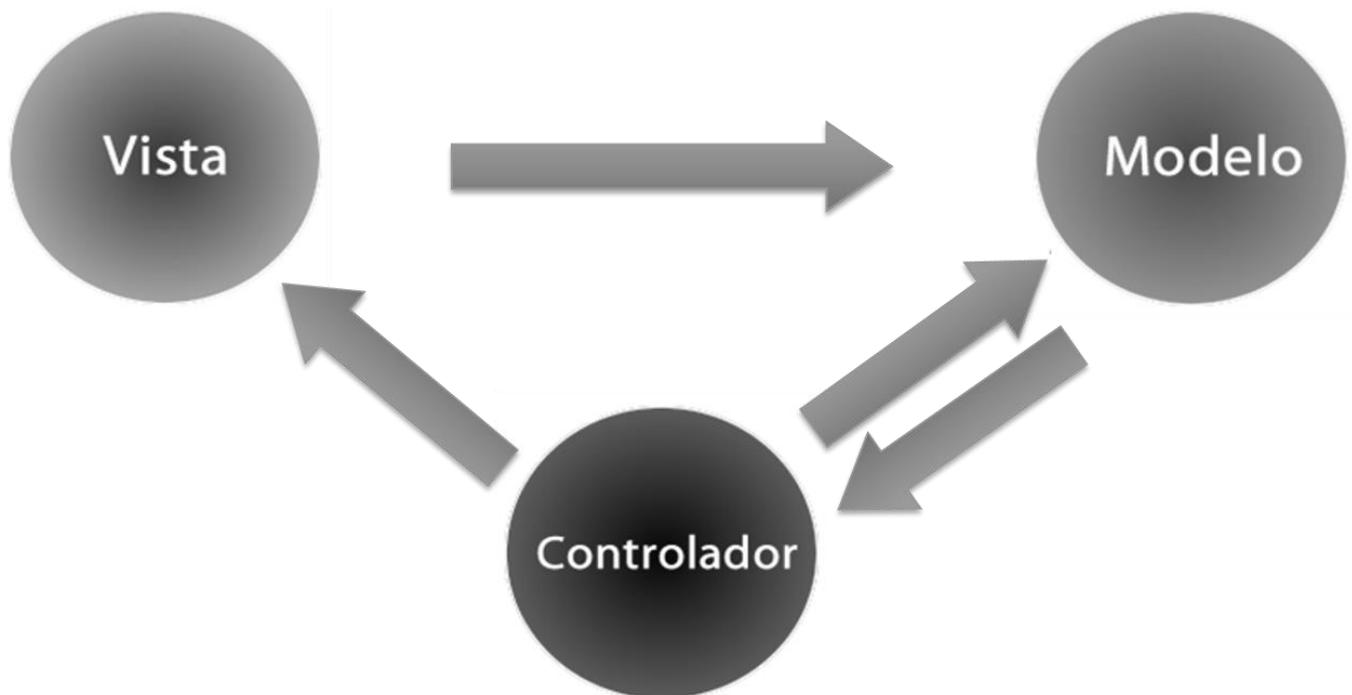


Figura. 7. Patrón Arquitectónico Modelo-Vista-Controlador. Fuente: (Elaboración propia).

⁴ ajax4jsf: es una librería de código abierto que se integra a la arquitectura de JSF para extender sus funcionalidades con la tecnología AJAX de forma limpia y sin añadir código *JavaScript*.

2.1.2. Patrones de diseño.

Un patrón de diseño es una solución a un problema que se usa repetidamente en contextos similares con algunas variantes en la implementación. Los patrones de diseño ofrecen soluciones a problemas específicos de interacción, por lo que de forma aislada resultan de escaso valor para el trabajo diario de un desarrollador. Por tanto, lo normal es encontrar estos patrones agrupados en colecciones de patrones. (Hassan, 2012)

Los patrones GRASP (**G**eneral **R**esponsibility **A**ssignment **S**oftware **P**atterns), más que patrones propiamente dichos, son una serie de “buenas prácticas” de aplicación recomendable en el diseño de software. Estos patrones describen los principios fundamentales de diseño de objetos para la asignación de responsabilidades (Almaguer, 2011). Los patrones GRASP que se usaron en el diseño realizado fueron:

Experto: Se evidencia en la clase *Prediction*, cuya responsabilidad es la de minar el elemento de tipo *Activity* con los datos que provee la clase *Duration*. Posibilita una adecuada asignación de responsabilidades facilitando la comprensión del sistema, su mantenimiento y adaptación a los cambios con reutilización de componentes (Almaguer, 2011).

Creador: Se evidencia en la clase *Prediction* que tienen la responsabilidad de crear las instancias de la clase *Activity*. Aporta un principio general para la creación de objetos, una de las actividades más frecuentes en programación (Almaguer, 2011).

Bajo acoplamiento: Se evidencia en la clase *Prediction* asignándole las responsabilidades, de manera que fuera lo más independiente posible. Es una medida de la fuerza con que una clase se relaciona con otras, porque las conoce y recurre a ellas; una clase con bajo acoplamiento no depende de muchas otras (Almaguer, 2011).

Alta cohesión: Se evidencia en todas las clases del componente, cada una contiene la información que le pertenece de forma coherente. Es una medida que determina cuán relacionadas y adecuadas están las

responsabilidades de una clase, de manera que no realice un trabajo colosal; una clase con baja cohesión realiza un trabajo excesivo, haciéndola difícil de comprender, reutilizar y conservar (Almaguer, 2011).

2.2. Estándares de codificación

Un estándar de codificación completo comprende todos los aspectos de la generación de código. Si bien los programadores deben implementar un estándar de forma prudente, este debe tender siempre a lo práctico. Un código fuente completo debe reflejar un estilo armonioso, como si un único programador hubiera escrito todo el código de una sola vez. Al comenzar un proyecto de software, se debe establecer un estándar de codificación para asegurarse de que todos los programadores del proyecto trabajen de forma coordinada. (Arias Calleja, 2014)

La legibilidad del código fuente repercute directamente en lo bien que un programador comprende un sistema de software. El mantenimiento del código es la facilidad con que el sistema de software puede modificarse para añadirle nuevas características, modificar las ya existentes, depurar errores, o mejorar el rendimiento. Aunque la legibilidad y el mantenimiento son el resultado de muchos factores, una faceta del desarrollo de software en la que todos los programadores influyen especialmente es en la técnica de codificación. El mejor método para asegurarse de que un equipo de programadores mantenga un código de calidad es establecer un estándar de codificación sobre el que se efectuarán luego revisiones de rutina. (Arias Calleja, 2014)

Usar técnicas de codificación sólidas y realizar buenas prácticas de programación con vistas a generar un código de alta calidad es de gran importancia para la calidad del software y para obtener un buen rendimiento. Además, si se aplica de forma continua un estándar de codificación bien definido, se utilizan técnicas de programación apropiadas, y, posteriormente, se efectúan revisiones de rutinas, caben muchas posibilidades de que un proyecto de software se convierta en un sistema de software fácil de comprender y de mantener. Aunque el propósito principal para llevar a cabo revisiones del código a lo largo de todo el desarrollo es localizar defectos en el mismo, las revisiones también pueden afianzar los estándares de codificación de manera uniforme. La adopción de un estándar de codificación sólo es viable si se sigue desde el principio hasta el final del proyecto de software. No es práctico, ni prudente, imponer un estándar de codificación una vez iniciado el trabajo. (Arias Calleja, 2014)

A continuación, se presentan algunos de los estándares de codificación definidos y aplicados en el desarrollo de la propuesta de solución:

- Se debe utilizar como idioma el español, las palabras no se acentuarán.
- Todos los ficheros fuentes deben comenzar con un comentario en el que se lista el nombre de la clase, información de la versión, fecha y copyright.
- Las líneas en blanco mejoran la facilidad de lectura separando secciones de código que están lógicamente relacionadas. Se deben usar siempre dos líneas en blanco en las siguientes circunstancias:
 - Entre las secciones de un fichero fuente.
 - Entre las definiciones de clases e interfaces.
- Se debe usar siempre una línea en blanco en las siguientes circunstancias:
 - Entre métodos.
 - Entre las variables locales de un método y su primera sentencia.
 - Antes de un comentario de bloque o de un comentario de una línea.
 - Entre las distintas secciones lógicas de un método para facilitar la lectura.
- Se debe dar un espacio en blanco en la siguiente situación:
 - Entre una palabra clave del lenguaje y un paréntesis.
- Respecto a las normas de inicialización, declaración y colocación de variables, constantes, clases y métodos:
 - Todas las instancias y variables de clases o métodos empezarán con minúscula. Las palabras internas que lo forman, si son compuestas, empiezan con su primera letra en mayúsculas. Los nombres de variables no deben empezar con los caracteres guion bajo "_" o signo de peso "\$", aunque ambos están permitidos por el lenguaje.
 - Los nombres de variables de un solo carácter se deben evitar, excepto para variables índices temporales.
 - Los nombres de las variables declaradas como constantes deben aparecer totalmente en mayúscula separando las palabras con un guion bajo ("_").

- Los nombres de las clases deben ser sustantivos, cuando son compuestos tendrán la primera letra de cada palabra que lo forma en mayúscula. Mantener los nombres de las clases simples y descriptivas. Usar palabras completas, evitar acrónimos y abreviaturas.
- Los métodos deben ser verbos, cuando son compuestos tendrán la primera letra en minúscula y la primera letra de las siguientes palabras que lo forman en mayúscula.
- Respecto a la indentación⁵ y longitud de la línea:
 - Se deben emplear cuatro espacios como unidad de indentación. La construcción exacta de la indentación (espacios en blanco contra tabuladores) no se especifica. Los tabuladores deben ser exactamente cada ocho espacios.
 - Evitar las líneas de más de ochenta caracteres, ya que no son manejadas bien por muchas terminales y herramientas.

2.3. Flujo de información de la herramienta para detectar variabilidad

El Sistema XAVIA HIS posee una herramienta para la detección de variabilidad capaz de generar diferentes modelos de procesos, a partir de las técnicas de minería de procesos que están contenidas dentro de la herramienta. Estos modelos permiten determinar las diferencias de tiempo dentro de un proceso asistencial, detectar incongruencias en los procesos, posibilita visualizar las eventualidades de los procesos hospitalarios y detecta la presencia de ruido en un registro de eventos.

Las técnicas contenidas en la herramienta analizan un registro de eventos, el cual es generado por el componente de extracción y transformación de trazas contenido en la herramienta, este componente extrae de la base de datos del Sistema XAVIA HIS las trazas de los procesos y genera el registro de eventos antes mencionados. La técnica propuesta en la presente investigación es desarrollada en Java y de código abierto. El Sistema XAVIA HIS posee características similares por lo que es posible la integración de la técnica a la herramienta de análisis del sistema.

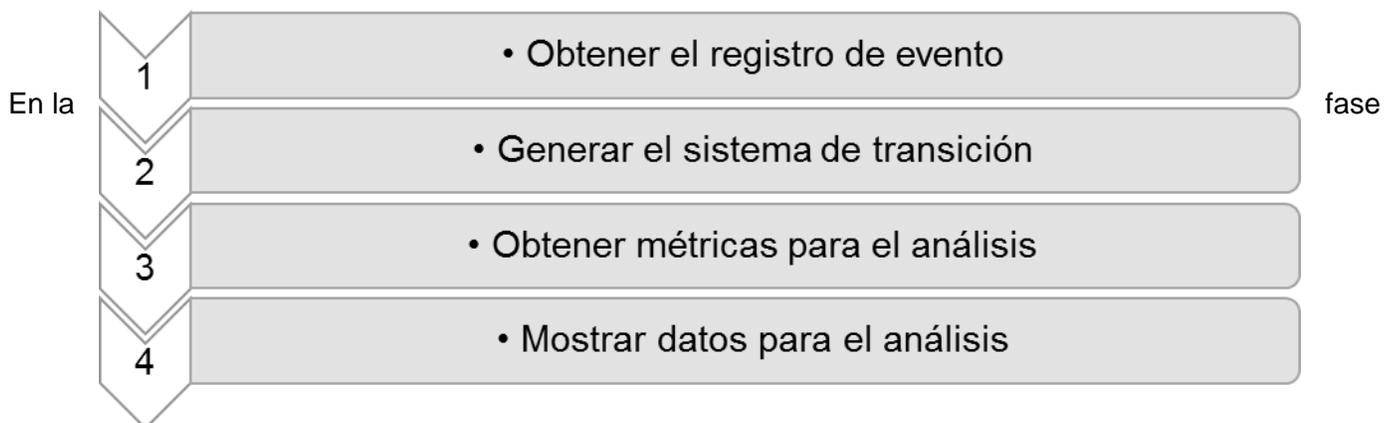
⁵ Identación: Es un anglicismo (de la palabra inglesa indentation) de uso común en informática y significa mover un bloque de texto hacia la derecha insertando espacios o tabuladores para separarlo del texto adyacente, lo que en el ámbito de la imprenta se ha denominado siempre como sangrado o sangría.



Figura. 8. Flujo de información de la herramienta para la detección de variabilidad. Fuente: (elaboración propia).

2.4. Técnica TSAlyzer: Personalización

La técnica TSAlyzer es una técnica de análisis implementada para ser ejecutada en el marco de trabajo ProM (van der Aalst, 2011c). Sus entradas son un registro de eventos y un sistema de transición. Este sistema de transición es obtenido luego de ejecutar un registro de eventos en la técnica TSMiner. Para lograr su integración con el Sistema XAVIA HIS los autores de la presente investigación realizaron una personalización de la técnica. Dicha personalización consta de cuatro fases, las cuales son explicadas a continuación.



Obtener registro de evento se obtiene del componente para la extracción y transformación de trazas el registro de evento, que es el encargado de conectarse a la base de datos del Sistema XAVIA HIS y generar el registro de evento solicitado.

En la fase **Generar el sistema de transición** se toma el registro de evento y la técnica TSMiner lo recibe por parámetros, esta contiene un conjunto de métricas de entrada. Estas métricas de entrada son definidas algunas automáticamente y otras toman valores por defecto para facilitarle el trabajo al usuario final.

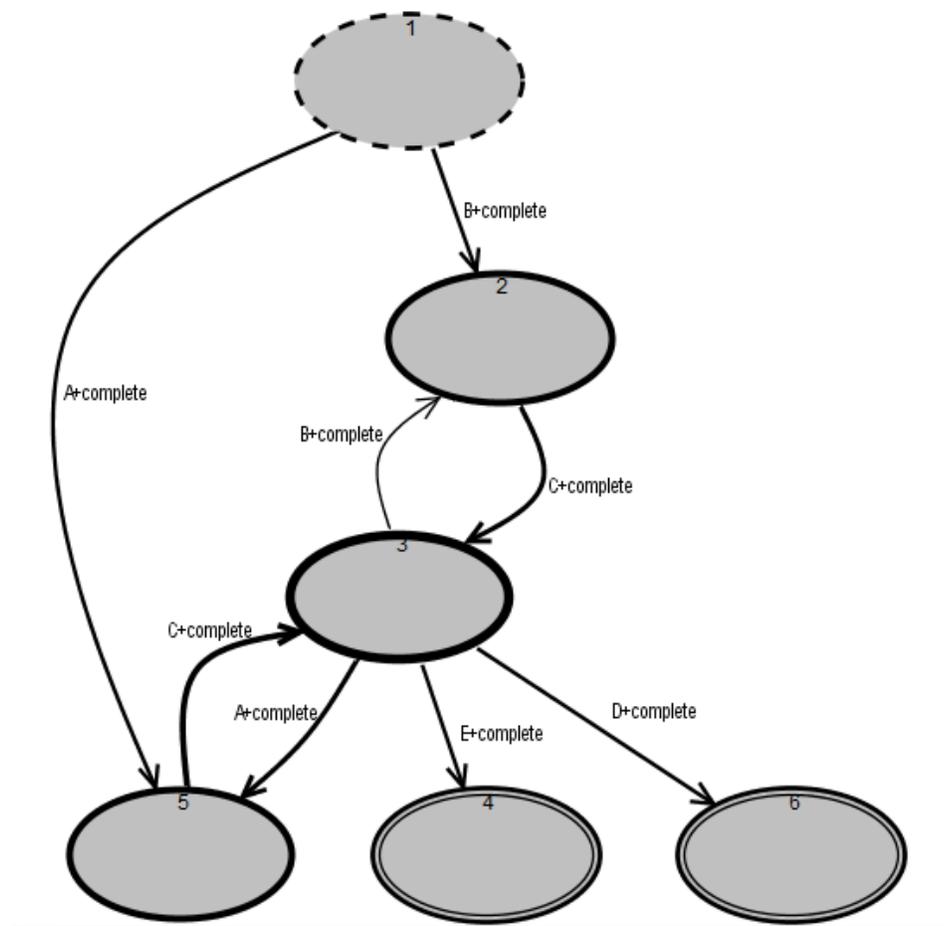


Figura. 9. Salida de la técnica TSMiner en la herramienta ProM. Fuente: (elaboración propia).

En la fase **Obtener métricas para el análisis** se obtiene el registro de evento y el sistema de transición y se le configura por parámetros a la técnica TSAlyzer. Esta genera un árbol de decisión donde cada nodo representa una actividad dentro del proceso y las métricas asociadas en una tabla. Esta vista no es entendible para un usuario sin conocimientos básicos de minería de procesos.

En la fase **Mostrar datos para el análisis** se exponen las métricas de salida producto del árbol de decisión, en una tabla donde son más entendibles para el usuario final.

2.4.1. Salidas

La técnica TSAlyzer tiene como salida un árbol de decisión donde se representan todas las actividades del proceso. Después de seleccionar una actividad se muestra una tabla con los diferentes tiempos que calcula la técnica.

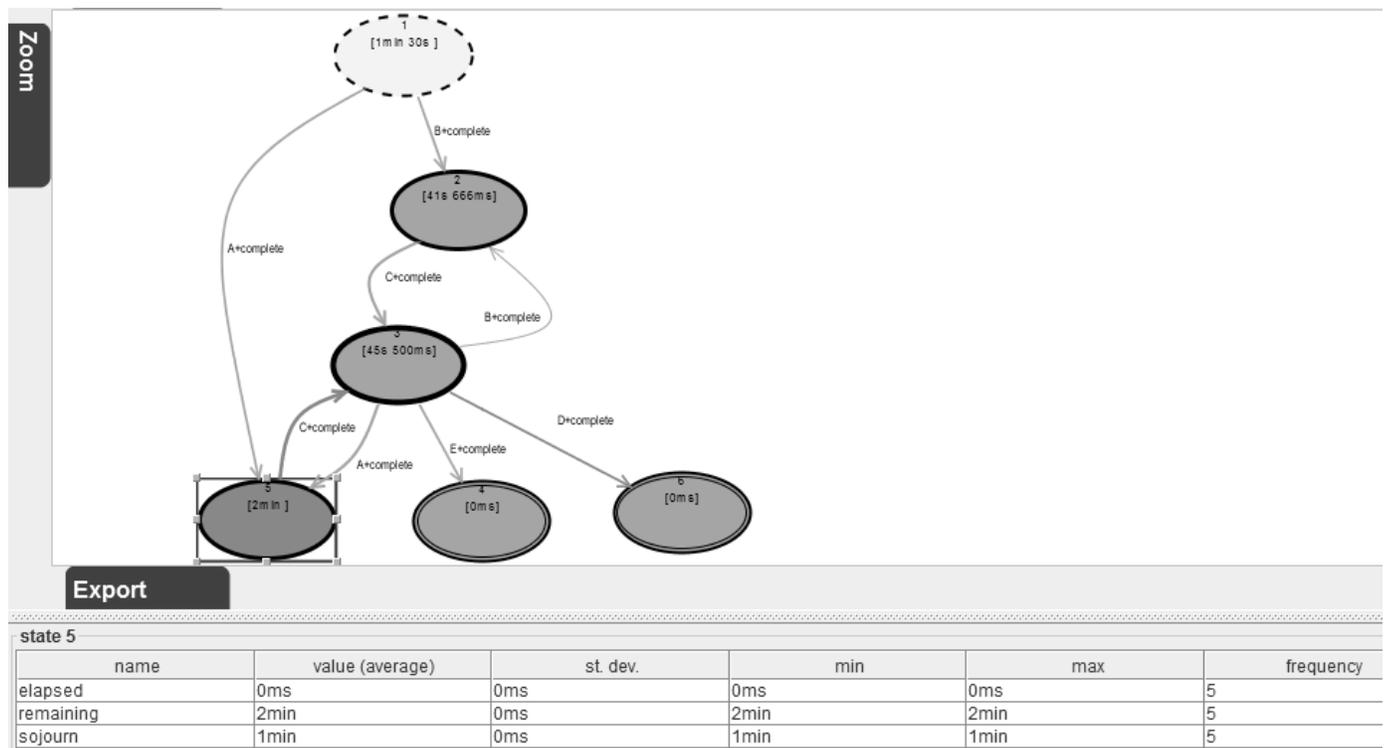


Figura. 10. Salida de la técnica TSAlyzer en la herramienta ProM. Fuente: (elaboración propia).

Las actividades de color *azul* representan las actividades que menos tiempo de ejecución demoran, las actividades de color *rojo* representan las actividades que más tiempo de ejecución emplean y las actividades de color *amarillo* representan las actividades que su tiempo de ejecución no es elevado, pero tampoco es el óptimo. Los arcos representan las transiciones entre una actividad y otra, los colores en ellas representan lo mismo que en el caso de los nodos.

Para garantizar un mayor entendimiento por parte del usuario final, los datos mostrados en la imagen anterior serán colocados en una tabla.

2.4.2. Algoritmos básicos de la técnica

Para cada traza de ejecución de proceso en el registro de evento:

- Se crea un conjunto para cada subsecuencia de actividades que no ha sido ejecutada previamente:
 - ✦ En caso de haber sido ejecutada con anterioridad se añade el valor obtenido al conjunto de la subsecuencia, donde cada elemento es el tiempo restante de ejecución desde la actividad actual hasta el fin del proceso.
 - ✦ Esto se calcula restando el **timestamp** de la actividad actual con el **timestamp** de la actividad final de la traza de ejecución del proceso en cuestión.
- Cada subsecuencia se crea comenzando por el elemento nulo (cuando el conjunto está vacío y no se ha ejecutado ninguna actividad) y añadiendo las actividades que se ejecutan a continuación hasta la última actividad en la traza de ejecución.

La técnica soporta promedio, varianza, mínimo, máximo, suma, desviación típica y mediana para realizar el cálculo de los tiempos necesarios para realizar los análisis de predicción basada en tiempo. (van der Aalst, 2011c)

2.4.3. Integración al Sistema XAVIA HIS

La personalización de la técnica TSAalyzer se realizó con el objetivo de hacer una herramienta para el Sistema XAVIA HIS. Dicha integración fue realizada con la herramienta para detectar Variabilidad que posee el sistema, específicamente en la vista de la técnica Inductive Visual Miner (IVM), contenida en la

herramienta antes mencionada. La siguiente vista corresponde al área donde el usuario final seleccionará el proceso a analizar, el tipo de análisis y las fechas entre las que desea que se haga el análisis.

Seleccionar proceso: Desde: Hasta:

procesar solicitudes 2016-01-12 2016-03-07

Seleccionar tipo de análisis:

InductiveVisual Miner Generar Cancelar

Figura. 11. Vista de la herramienta para detectar variabilidad en el Sistema XAVIA HIS. Fuente: (elaboración propia).

La técnica IVM muestra un modelo de proceso donde se muestran tres opciones en la parte superior, las cuales hacen referencia al modelo de proceso que se desea analizar. La primera opción se nombra **Caminos**, que está inicialmente seleccionada y permite observar solo las actividades y caminos que componen el proceso. La segunda opción nombrada **Desviaciones**, que posibilita analizar las desviaciones que puedan presentar el proceso y las actividades que componen el mismo. La tercera opción se nombra **Ambos** y muestra la combinación de las dos opciones anteriores.

Este modelo que genera la técnica es animado y muestra el traslado de cada una de las instancias del proceso por el camino que une las actividades que componen la ejecución de las mismas. Las instancias toman los colores rojo, verde y amarillo en dependencia del tiempo de ejecución. Siendo las verdes las que se ejecutan de forma rápida, las rojas las que más se tardan en ejecutarse y las amarillas un tiempo intermedio entre los casos anteriores. Además, se muestran los controles de animación del proceso y una leyenda que contiene la cantidad de instancias con tiempo de ejecución, alto, medio o bajo, además de la fecha y hora en las que se iniciaron cada una de las instancias.

Gestionar procesos
Q Buscar...

Parámetros de entrada

Seleccionar proceso:	Desde:	Hasta:
<input type="text" value="transferencia hosp"/>	<input type="text" value="2004-01-14"/>	<input type="text" value="2016-01-15"/>
Seleccionar tipo de análisis:		
<input type="text" value="InductiveVisual Miner"/>	<input type="button" value="Generar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>	

Análisis de tiempo

Caminos
 Desviaciones
 Ambos



Figura. 12. Vista de la técnica IVM en el Sistema XAVIA HIS. Fuente: (elaboración propia).

Paso 1: Integración

Una vez personalizada la técnica *TSAlyzer*, se procede a su integración con el Sistema XAVIA HIS. Para permitir esto se implementaron las clases *Activity* y *Prediction*:

La clase *Activity* contiene los atributos *name* el cual guarda el nombre de la actividad, el atributo *resource* que contiene el indetificador del usuario que ejecutó la actividad, y *timeList* que es una lista de instancias de la clase *Duration.java* perteneciente a la técnica *TransitionSystem*, la cual contiene las métricas asociadas al análisis de predicción basada en tiempo.

La clase *Prediction* contiene las intancias de las técnicas *TSMiner* y *TSAlyzer*, así como del registro de eventos. Además posee los métodos *generateActivityList()* y *getData()*, los que son utilizados para

generar la lista de actividades a partir de las técnicas TSMiner y TSAlyzer. Dicha lista posee las actividades con todas las métricas necesarias para el análisis de predicción basado en tiempo.

Pasos para la integración con el Sistema XAVIA HIS:

1. Se le añadió al sistema la técnica *TransitionSystem.jar*, la cual contiene las técnicas *TSAlyzer* y *TSMiner*, para ser utilizadas posteriormente en el cálculo de las métricas necesarias para el análisis de predicción basada en tiempo.
2. Se creó un paquete (*gehos.almacen.session.procesos.prediction*) con las clases: *Activity* y *Prediction*.
3. A partir del componente para la extracción y transformación de trazas que posee el Sistema XAVIA HIS, se obtiene un registro de eventos que es el punto de partida para aplicar las técnicas *TSAlyzer* y *TSMiner*.
4. Este registro de eventos es generado a partir de una solicitud en la vista de la página *Analisis_Proceso.xhtml*, esto se obtiene después de seleccionar en un formulario el rango de fechas deseado y el proceso que se desea analizar.
5. A partir de la selección del rango de fechas y del proceso, estos son recibidos por la clase controladora *Analisis_Proceso.java*, la cual a partir de estos datos genera el registro de eventos haciendo uso del componente para la extracción y transformación de trazas. Este componente es el encargado de ir al modelo y extraer de la base de datos del sistema los datos necesarios para generar el registro de eventos.
6. Luego en la clase *Analisis_proceso.java* se instancia la clase *Prediction.java*, y a partir de esta generar mediante el método *generateActivityList()* la lista de actividades que contiene las métricas necesarias para realizar el análisis.
7. El método antes mencionado hace uso de la funcionalidad *getData()* implementada en la clase *Prediction.java*, la cual es la encargada de hacer uso de la técnica *TSAlyzer* para extraer las métricas para el análisis de predicción basada en tiempo.

8. Seguidamente estos datos son mostrados en la vista en la pagina *InductiveVisualMiner.xhtml* mediante el uso del componente de richfaces `<rich:dataTable>`, además se añadió un componente que permite la búsqueda por nombre de actividad, así como por recurso asociado a la actividad. Para esto se creó en la clase controladora *Analisis_Proceso.java* los métodos *buscar()*, *listActivityName()*, y *listResource()*, necesarios para realizar la búsqueda de las actividades y los recursos asociados.

Paso 2: Visualización

Al ser integrada la vista de análisis desarrollada a la técnica **IVM**, se empleará la misma vista de entrada de los datos por parte del usuario y en el caso de la vista que muestra los resultados de ejecución de la técnica, se le adicionará una tabla donde muestre los datos producto de la predicción a la vista final de la técnica **IVM**. Los datos que se muestran en la tabla se refieren a **recurso** (persona que ejecutó la actividad), **actividad** (nombre de la actividad), **tiempo restante mínimo** (para cada actividad), **tiempo restante máximo** (para cada actividad), **tiempo restante promedio** (para cada actividad) y **desviación típica** (para cada actividad). A continuación, se muestra una vista con la tabla antes mencionada.

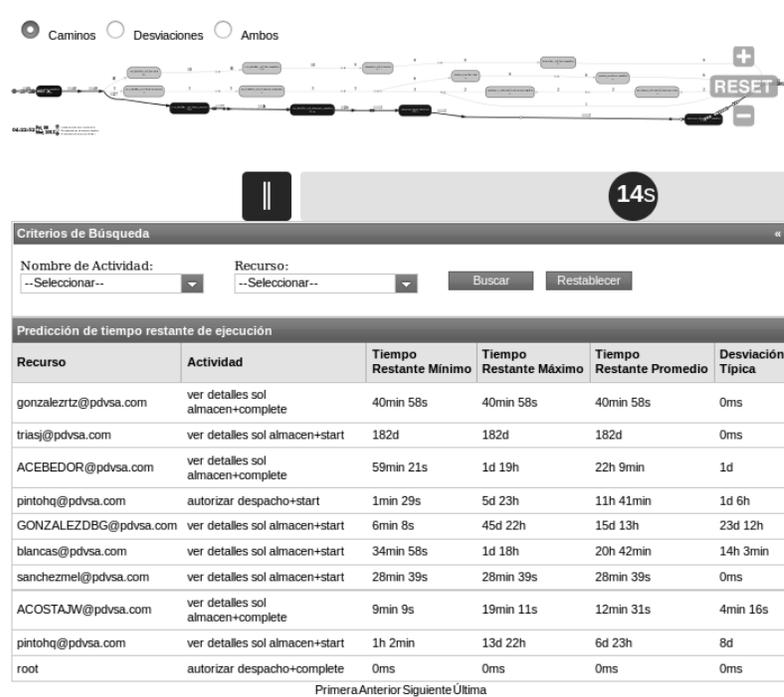


Figura. 13. Vista del proceso Solicitar Producto en el Sistema XAVIA HIS. Fuente: (elaboración propia).

Se emplearon como métricas para la predicción: el tiempo mínimo, tiempo máximo, tiempo promedio y la desviación típica. Los resultados de las métricas seleccionados están relacionados entre sí, permitiendo una mejor comprensión de los valores obtenidos. Con el cálculo del tiempo mínimo y máximo se permite conocer el rango de tiempo en el cual se espera termine la ejecución del proceso a partir de la actividad en cuestión. El tiempo promedio nos permite saber el valor más probable que puede tardar en terminar el proceso.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_j}{n}$$

Ecuación para calcular tiempo promedio

Mientras que la desviación típica informa sobre la dispersión de los datos respecto al valor del promedio, cuanto mayor sea su valor, más dispersos estarán los datos. La desviación típica se calcula como la raíz cuadrada de la varianza. La técnica empleada en la presente investigación permite el cálculo de la varianza, pero esta no se interpreta claramente al ser expresada en unidades cuadráticas. Por tanto, los autores de la presente investigación, deciden utilizar la desviación típica como estimador en lugar de la varianza para facilitar la comprensión de los valores obtenidos.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Ecuación para desviación típica

2.5. Comprensión del resultado generado por la vista de análisis desarrollada en el Sistema XAVIA HIS

Para comprender la vista final de la técnica en el Sistema XAVIA HIS se le ha aplicado a un proceso del módulo Almacén. El proceso tomado como prueba es *solicitar productos*, dentro de un tiempo que comienza 2009/03/20 y culmina 2014/03/15, consta de 15 actividades.



Figura. 14. Vista del proceso Solicitar Productos en el Sistema XAVIA HIS. Fuente: (elaboración propia).

Como se observa en la **Figura. 14.**, se muestra el modelo que genera la técnica IVM y en la parte inferior de la vista una tabla, con la información necesaria para realizar análisis de predicción basada en tiempo de ejecución de las actividades del proceso en cuestión. De la información que expone la tabla, se puede conocer el usuario que ejecutó la actividad y el nombre de la misma, así como el tiempo mínimo y tiempo máximo que puede demorar la actividad. Además, se cuenta con el tiempo promedio y una desviación típica con respecto al tiempo promedio. En la tabla siguiente se realiza un análisis del tiempo de ejecución de las actividades del proceso.

Usuario	Tiempo restante mínimo	Tiempo restante máximo	Tiempo restante promedio	Desviación típica
gonzalezrtz@pdvsa.com	40m 58s	40m 58s	40m 58s	0s
rosaleszm@pdvsa.com	39m 41s	1d 0h 32m 26s	13h 33m 13s	9h 52m 54s
rodriguezjqg@pdvsa.com	9m 41s	9m 41s	9m 41s	0s
blancas@pdvsa.com	3m 36s	21h 25m 13s	11h 30m 44s	9h 55m 6s
bastidasct@pdvsa.com	10m 15s	10m 15s	10m 15s	0s

Figura. 15. Análisis de la actividad *ver detalles sol almacén + complete*. Fuente: (elaboración propia).

Como se puede observar en la tabla el tiempo de ejecución de una actividad está asociado a quien ejecute dicha actividad. En este caso esa actividad el tiempo restante mínimo de menor duración corresponde al usuario blancas@pdvsa.com, el tiempo restante máximo que más tardó corresponde al usuario rosaleszm@pdvsa.com, y el tiempo restante promedio de menor duración corresponde al usuario rodriguezjqg@pdvsa.com.

A partir de las métricas mostradas en la vista de análisis para la predicción basada en tiempo, es posible realizar diferentes análisis en función de facilitarle al usuario alternativas para la toma de decisiones clínico administrativas y el apoyo en la implementación de los objetivos estratégicos, la planificación y el control de los recursos. A partir del rango proporcionado por las métricas: tiempo restante mínimo y tiempo restante máximo, es posible identificar diferentes recursos(usuarios), que realizan una misma actividad. Con esta información se contribuye al análisis del rango de tiempo empleado y diferenciar cuan distantes están los tiempos de ejecución de los diferentes recursos que realizan una misma actividad. Facilitando de esta manera la auditoria, el control y análisis del personal de las instituciones sanitarias.

La métrica “tiempo promedio restante de ejecución” arroja el resultado más probable a partir de los datos históricos almacenados, siendo el valor más cercano a la predicción esperada. Por su parte, la desviación típica permite realizar diferentes análisis, entre ellos seleccionar el recurso que realiza una actividad en menor tiempo promedio. Para los análisis no basta solo tener en cuenta el menor tiempo promedio, para complementar el resultado, la desviación típica permite determinar la dispersión de los datos. Es decir, puede existir un recurso con un tiempo promedio menor a otro, sin embargo, su desviación típica es mucho mayor, por lo que el margen de error al seleccionar dicho recurso aumentaría considerablemente. En conjunto, las métricas brindadas por la vista de análisis para la predicción basada en tiempo permitirán obtener diversos resultados para facilitar a los estadísticos y administrativos de las instituciones sanitarias la toma de decisiones en cuanto a la planificación, la gestión y el control de los recursos y los servicios.

Conclusiones parciales

Como resultado se obtuvo una vista de análisis para realizar predicción basada en tiempo de las actividades de proceso del Sistema XAVIA HIS, usando las tecnologías y herramientas antes mencionadas e integrándose al sistema. El análisis teórico de la técnica propuesta permitió obtener los conocimientos necesarios para su personalización e integración a la herramienta para la detección de variabilidad del Sistema XAVIA HIS. El flujo conceptual de la propuesta de solución propició enmarcar el dominio, aplicación e integración de las tecnologías necesarias para solucionar la problemática planteada. La definición de los estándares y patrones de desarrollo posibilitaron conducir exitosamente el proceso de implementación de la propuesta de solución.

Capítulo 3: Validación de la solución propuesta

El presente capítulo tiene como objetivo validar la propuesta de solución y mostrar los resultados alcanzados a partir de la integración de la técnica para realizar análisis de predicción basada en tiempo, los temas a tratar son los siguientes:

- ✦ Aplicación de un caso de estudio.
- ✦ Pruebas de rendimiento.
- ✦ Aplicación de la técnica ladov para conocer el Índice de Satisfacción Grupal.

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 TSanalyzer en la herramienta ProM en su versión 6.4, con los resultados de aplicar la técnica ya integrada al Sistema XAVIA HIS. Para esto se empleó un registro de eventos del proceso *Solicitar producto*, entre las fechas 2009/03/20 y 2014/03/15.

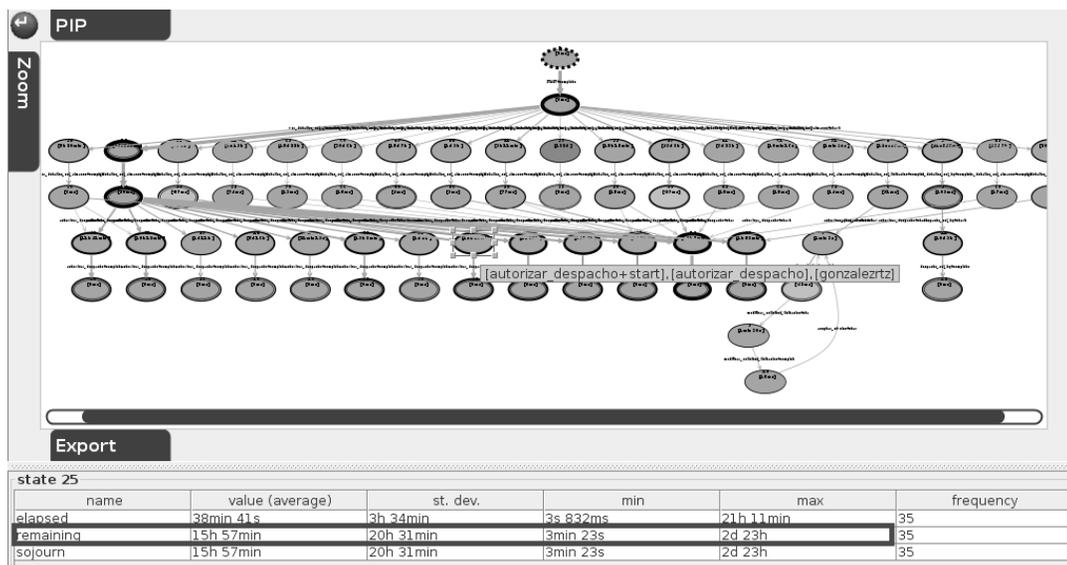


Figura. 16. Vista de la herramienta ProM del proceso Solicitar Producto. Fuente: (elaboración propia)

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

En la figura anterior se muestra la salida de la técnica TSanalyzer en la herramienta ProM, esta muestra diferentes tiempos. Entre ellos el tiempo restante (remaining), el cual es resaltado con un recuadro rojo para hacer más fácil la comparación de los resultados entre ambas herramientas.

Predicción de tiempo restante de ejecución					
Recurso	Actividad	Tiempo Restante Mínimo	Tiempo Restante Máximo	Tiempo Restante Promedio	Desviación Típica
gonzalezrtz@pdvsa.com	ver detalles sol almacen+complete	40 m 58 s	40 m 58 s	40 m 58 s	0 s
bastidasct@pdvsa.com	autorizar despacho+start	10 m 0 s	23 d 21 h 8 m 45 s	1 d 5 h 56 m 10 s	3 d 5 h 43 m 14 s
root	aceptar niveles+start	24 s	4 m 36 s	1 m 50 s	1 m 40 s
rosaleszm@pdvsa.com	ver detalles sol almacen+complete	39 m 41 s	1 d 0 h 32 m 26 s	13 h 33 m 13 s	9 h 52 m 54 s
gonzalezrtz	autorizar despacho+start	3 m 23 s	2 d 23 h 18 m 57 s	15 h 57 m 18 s	20 h 22 m 55 s
rodriguezjqg@pdvsa.com	ver detalles sol almacen+complete	9 m 41 s	9 m 41 s	9 m 41 s	0 s
ACEBEDOR@pdvsa.com	autorizar despacho+start	3 m 16 s	35 d 23 h 25 m 53 s	1 d 14 h 4 m 0 s	4 d 23 h 39 m 6 s
root	autorizar despacho+complete	0 s	0 s	0 s	0 s
blancas@pdvsa.com	ver detalles sol almacen+complete	3 m 36 s	21 h 25 m 13 s	11 h 30 m 44 s	9 h 55 m 6 s
bastidasct@pdvsa.com	ver detalles sol almacen+complete	10 m 15 s	10 m 15 s	10 m 15 s	0 s

FirstPreviousNextLast

Figura. 17. Vista de la tabla que muestra la técnica personalizada en el Sistema XAVIA HIS.

Fuente: (elaboración propia).

Como se puede apreciar en esta vista ampliada, al comparar los resultados, estos concuerdan. Además, en la vista integrada al sistema se muestra un mayor nivel de especificidad en cuanto a los tiempos restantes de ejecución obtenidos.

3.2. Pruebas de rendimiento

Las pruebas de rendimiento pueden servir para diferentes propósitos (Madeja, 2015):

- demostrar que el sistema cumple los criterios de rendimiento.
- comparar dos sistemas para encontrar cuál de ellos funciona mejor.
- medir que partes del sistema o de carga de trabajo provocan que el conjunto rinda mal.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Para su diagnóstico, los ingenieros de software utilizan herramientas como pueden ser monitorizaciones que midan qué partes de un dispositivo o software contribuyen más al mal rendimiento o para establecer niveles (y umbrales) del mismo que mantenga un tiempo de respuesta aceptable. (Madeja, 2015)

Para realizar una valoración de rendimiento para la técnica de análisis de predicción basada en tiempo es necesario definir un entorno de prueba. Se tiene una computadora con un procesador Intel(R) Core(TM) i3-2120 CPU @ 3.30 GHz de velocidad y 4GB de memoria RAM. La computadora tiene instalado el sistema operativo XUBUNTU 15.04. Para validar la propuesta de solución es necesario aplicar un enfoque cuantitativo de estudio de casos múltiples. (Carazo, 2006)

La vista de análisis desarrollada está destinada a ser utilizada por estadísticos y administrativos de las instituciones hospitalarias, estos usuarios representan un número relativamente pequeño, por lo que el uso simultáneo es poco probable. Debido a esto se decide realizar una prueba de rendimiento donde interactúa con la vista de análisis un solo usuario. Para realizar la prueba de rendimiento se utilizaron 8 registros de eventos generados a partir de los procesos solicitar productos y transferencia hospitalaria, divididos en 4 intervalos de tiempo cada uno. En la tabla se muestran los resultados del rendimiento obtenidos a partir de los dos procesos seleccionados. El tiempo de ejecución se muestra en milisegundos, además permite conocer la cantidad de casos, eventos y actividades para cada proceso en cada uno de los intervalos de tiempo seleccionados.

Fecha	1/1/2012-		1/1/2012-		1/1/2012-		2/4/2012-	
Proceso	1/11/2012		1/1/2013		27/6/2013		7/1/2016	
Solicitar producto	C	78	C	273	C	1128	C	1127
	E	398	E	1369	E	5617	E	5604
	A	15	A	15	A	15	A	5
	<i>t</i>	<i>4 ms</i>	<i>t</i>	<i>12 ms</i>	<i>t</i>	<i>27 ms</i>	<i>t</i>	<i>25 ms</i>
Transferencia	C	56	C	56	C	75	C	21

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

hospitalaria	E	168	E	168	E	225	E	63
	A	3	A	3	A	3	A	3
	<i>t</i>	<i>2 ms</i>	<i>t</i>	<i>2 ms</i>	<i>t</i>	<i>3 ms</i>	<i>t</i>	<i>1 ms</i>

Figura. 18. Análisis de rendimiento. Fuente: (elaboración propia).

El análisis realizado a partir de los resultados obtenidos, permite garantizar que los tiempos de ejecución de la vista de análisis desarrollada son relativamente pequeños. Esto posibilita que el procesamiento de la fuente de datos para obtener los resultados no afecta el rendimiento del Sistema XAVIA HIS, por lo que lo dota de funcionalidades de análisis rápidas y ágiles.

3.3. Aplicación de la técnica ladov para conocer el Índice de Satisfacción Grupal

Para realizar el análisis de satisfacción grupal, los autores de la presente investigación emplearon la técnica de ladov, esta constituye una vía para el estudio del grado de satisfacción. Se creó con el fin de establecer un nivel de satisfacción por la profesión de carreras pedagógicas. Varios autores la han modificado y aplicado para valorar la satisfacción en múltiples campos y como parte de diagnósticos y validaciones en diferentes investigaciones. La técnica se basa en la aplicación de una encuesta con una serie de preguntas cerradas y tres preguntas abiertas que permiten obtener una opinión más abierta de la vista de análisis por parte del encuestado. Esta se empleó para medir la satisfacción de los usuarios en el sector de la salud, con relación a la personalización de la técnica TSanalyzer para realizar análisis de predicción basada en tiempo, en el Sistema XAVIA HIS. La relación entre las preguntas cerradas se establece a través del denominado Cuadro Lógico de ladov, el cual posibilita determinar posteriormente el nivel de satisfacción del usuario y del grupo. (Fernández de Castro Fabre, et al., 2014)

La siguiente tabla muestra el cuadro lógico de ladov.

¿Considera usted que sin realizar análisis de procesos en el entorno hospitalario es posible garantizar la calidad en los servicios brindados?

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

	No			No sé			Sí		
	¿Usaría usted la vista de análisis propuesta para la predicción basad en tiempo en las actividades de procesos hospitalarios?								
¿Le satisface el resultado mostrado en el vista de análisis desarrollada?	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No
Me satisface mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
No me satisface tanto	2	2	3	2	3	3	6	3	6
Me da lo mismo	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Me insatisface más de lo que me satisface	6	3	6	3	4	4	3	4	4
No me satisface nada	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé qué decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

Figura. 19. Cuadro lógico de ladov. Fuente: (elaboración propia).

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

Luego de aplicado el cuestionario y haber triangulado las preguntas cerradas en el Cuadro Lógico de ladov, 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:

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

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.

3.3.1. Resultados de la aplicación de la técnica ladov

Después de aplicada la encuesta ([Anexo 1](#)) a una **muestra** representativa de 15 usuarios potenciales, seleccionados de una **población** de 32 personas mediante la técnica no probabilística **muestreo intencional** (Hernández León, et al., 2011), contando con una **unidad de estudio** integrada por estadísticos y administrativos de los hospitales “Cira García” de La Habana, Hospital Pediátrico “Eliseo

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Noel Caamaño” de Matanzas, Hospital “Faustino Pérez” de Matanzas, el Hospital Provincial de Matanzas y el Hospital Militar de Matanzas “Mario Muñoz Monroy”. A partir de esto se obtuvo un ISG=0.63, el cual se encuentra en el intervalo de satisfacción, por lo que se puede concluir que existe un alto grado de satisfacción con la vista de análisis desarrollada para realizar predicción basada en tiempo de actividades de proceso.

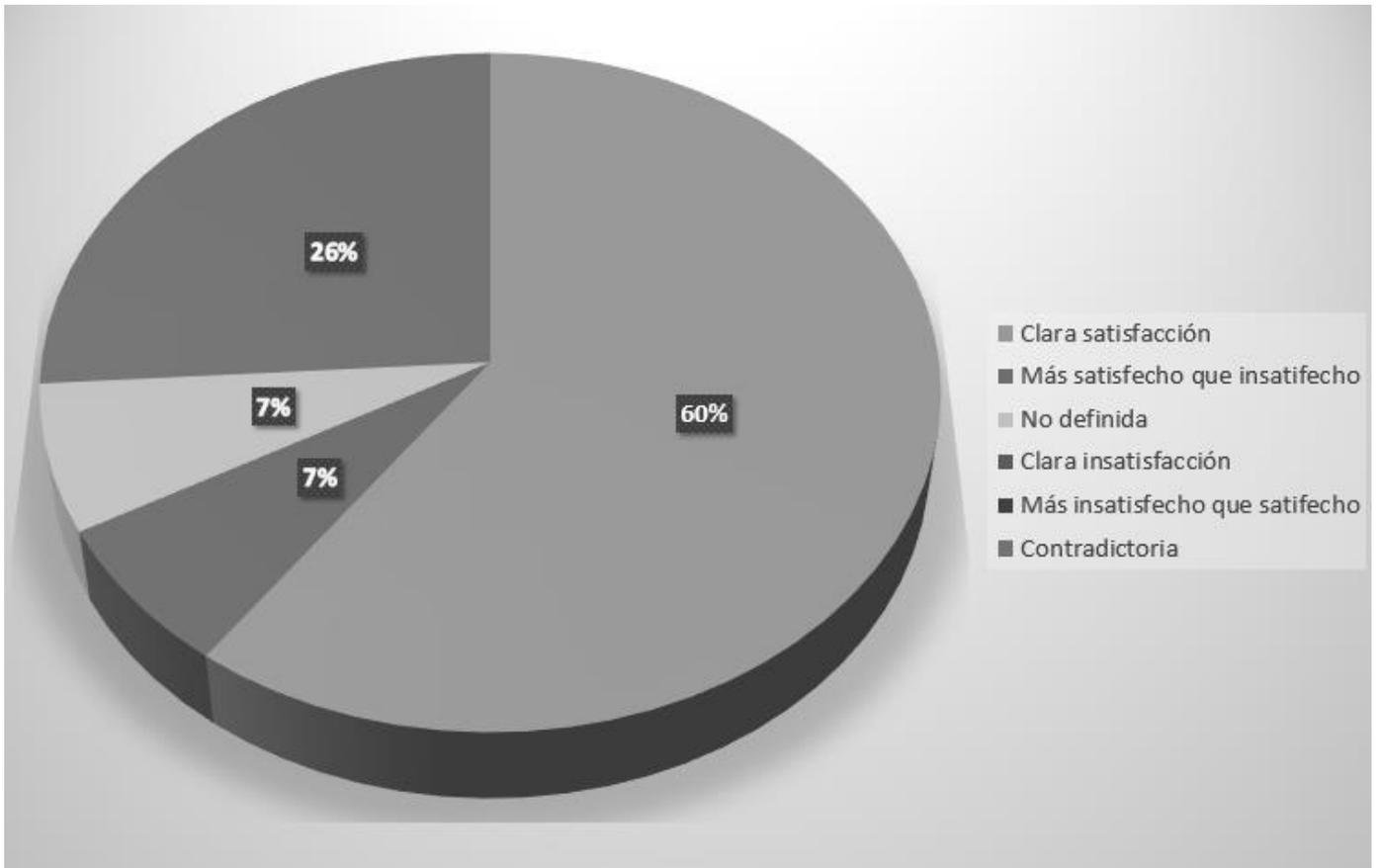


Figura. 20. Distribución de la satisfacción grupal. Fuente: (elaboración propia).

Conclusiones parciales

Los resultados observados después de la aplicación del caso de estudio, posibilitaron comparar las respuestas de la técnica empleada tanto en el sistema como en la herramienta ProM, logrando comprobar que coinciden y apreciando que la técnica personalizada ofrece un mayor nivel de especificación. La ejecución de la prueba de rendimiento realizada, permitió conocer el tiempo que demora en ejecutarse la vista de análisis, comprobándose que este no representa una carga para el sistema en cuanto a complejidad temporal. Los resultados de la encuesta usando la técnica de ladov permitieron conocer el índice de satisfacción grupal, alcanzándose un valor dentro del intervalo de satisfacción.

Conclusiones

A partir del cumplimiento del objetivo general planteado en la investigación se obtienen las siguientes conclusiones:

- La predicción basada en tiempo constituye una nueva forma para el análisis de procesos hospitalarios y acorde a las tendencias internacionales a la medicina basada en evidencias.
- Se evidencia en la literatura consultada que la predicción basada en tiempo en el entorno hospitalario es un área poco explorada, lo cual demuestra la novedad de la investigación.
- La minería de procesos es una tecnología actual, de impacto considerable en la identificación de problemas en la ejecución de los procesos, desde sistemas automatizados.
- Se seleccionó la técnica *TSAAnalyzer* del marco de trabajo ProM, como la más adecuada para obtener las métricas de predicción basada en tiempo, a partir del análisis de las técnicas y herramientas que realizan predicción de tiempo.
- Con la investigación se comprobó que es posible adaptar e integrar la técnica *TSAAnalyzer* a sistemas de información de salud, lo cual propicia realizar análisis desde un entorno integrado.
- Se evaluó la capacidad de la vista de análisis para predecir el comportamiento de las actividades en función del tiempo de ejecución, a partir de las técnicas y métodos definidos.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones se recomiendan las siguientes acciones:

- Incorporar a la vista desarrollada una funcionalidad que permita al usuario visualizar la información generada en un gráfico, para facilitar las comparaciones entre determinadas actividades o usuarios.
- Incorporar los resultados que genera la propuesta de solución al modelo de proceso que obtiene la técnica Inductive Visual Miner, para enriquecer los análisis de tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU MAZORRA, Mayrelis, REYES GAINZA, Alejandro Marcial, ORELLANA GARCIA, Arturo and SARMIENTO AVILA, Eiler Efrain, 2015, *Componente web para detectar incongruencias en procesos hospitalarios personalizando el plugin Heuristic Miner de ProM*. La Habana, Cuba.

ADRIANSYAH, Arya, VAN DER AALST, Wil and VAN DONGEN, Boudewijn, 2012, *Replaying history on process models for conformance checking and performance analysis*.

AKHIL SYSTEMS, 2015, Akhil Systems Pvt. Ltd.: Home. [online]. 2015. [Accessed 27 April 2016]. Available from: <http://akhilsystems.com/>

ALMAGUER, Norge, 2011, *Documento normativo de Arquitectura de Software*.

ÁLVAREZ, Amaya Lorenzo, MORA, Mirelio Maure, HERNÁNDEZ, Wilder González and ALEMÁN, Lorena Antelo, 2013, *DESARROLLO DE LA ESPECIALIDAD PSICOLOGÍA DEL MÓDULO CONSULTA EXTERNA DEL SISTEMA* [online]. Available from: <http://www.google.com/cu/url?sa=t&rct=j&q=JBoss+Seam++es+un+framework+que+integra+la+capa+de+presentaci%C3%B3n+%28JSF%29+con+la+capa+de+negocios+y+persistencia+%28EJB%29%2C+funcionando%2C+seg%C3%BAn+versa+su+significado+en+espa%C3%B1ol%2C+como+una+%E2%80%9C>

ÁLVAREZ, Sara, 2007, *Sistemas gestores de bases de datos* [online]. Available from: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/sistemas-gestores-bases-datos.html>

ARIAS CALLEJA, Manuel, 2014, *Carmen. Estándares de codificación*.

ARIZA ROJAS, Maribel and MOLINA GARCÍA, Juan Carlos, 2004, *Introducción Y Principios Básicos Del Desarrollo De Software Basado En Componentes*.

ÁVALOS GARCÍA, Ávalos García, María Isabel, 2015, *Calidad y gestión de servicios de salud. La evaluación de la calidad en la atención primaria a la salud. Consideraciones teóricas y metodológicas*.

BADILLO ASTUDILLO, Guillermo, 2014, *Arquitectura de Software*.

BASCÓN PANTOJA, Ernesto, 2011, *El patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador(MVC) y su implementación en Java Swing*.

BELMONTE FERNÁNDEZ, Oscar, 2005, *Introducción al lenguaje de programación Java. Una guía básica*.

BOUARFA, Loubna and DANKELMAN, Jenny, 2012, *Workflow mining and outlier detection from clinical activity logs*.

- CARAZO, P. C. M, 2006, *El método de estudio de caso. Estrategia metodológica de la investigación científica* [online]. Available from: http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/pensamiento_gestion/20/5_El_metodo_de_estudio_de_caso.pdf.
- CASTAÑEDA DOMÍNGUEZ, Lisandra, VALLADARES MARTÍNEZ, Antonio and ORELLANA GARCÍA, Arturo, 2015, *Componente para el análisis de procesos hospitalarios aplicando la perspectiva temporal de minería de procesos*. La Habana, Cuba.
- CORRIE, C, 2008, *Conjunto de documentos para la Introducción y el Soporte de la serie de normas ISO 9000: Orientación sobre el Concepto y Uso del Enfoque basado en procesos para los sistemas de gestión*.
- CURIOSO, Walter and ESPINOZA-PORTILLA, Elizabeth, 2015, *Marco conceptual para el fortalecimiento de los Sistemas de Información en Salud en el Perú*.
- DA SILVA REBUGE, Álvaro José, 2012, *Business Process Analysis in Healthcare Environments*.
- DAVENPORT, Thomas, 1993, *Process Innovation*.
- DE LEONI, Massimiliano, VAN DER AALST, Wil M.P. and DEES, Marcus, 2014, *A General Framework for Correlating Business Process*.
- DE WEERDT, Jochen, 2013, *Process Mining for the multi-faceted analysis of business processes—A case study in a financial services organization*.
- ESCOBAR, Bernabé, ESCOBAR, Tomás and MONGE, Pedro, 2011, *Implantación de sistemas integrados para una gestión eficiente de los recursos en el ámbito hospitalario*.
- FERNÁNDEZ DE CASTRO FABRE, Astrid and LÓPEZ PADRÓN, Alexander, 2014, Validación mediante criterio de usuarios del sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto en los proyectos de investigación del sector agropecuario. [online]. 2014. [Accessed 27 April 2016]. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542014000300012&script=sci_arttext
- FILEHORSE, 2014, NetBeans IDE 8.0.2 Descargar para Windows / FileHorse.com. [online]. 2014. [Accessed 27 April 2016]. Available from: <http://www.filehorse.com/es/descargar-netbeans/18848/>
- FLORES BUSTOS, Carlos, 2005, *La reingeniería: herramienta controversial. Visión Gerencial*.
- FLUX CAPACITOR, 2010, An Introduction to the XES Standard — Flux Capacitor. [online]. 2010. [Accessed 27 April 2016]. Available from: <https://fluxicon.com/blog/2010/09/intro-to-xes/>
- FRANKY,C., 2010, *Java EE 5 (sucesor de J2EE)*. [online]. Available from: http://www.acis.org.co/fileadmin/Conferencias/ConfConsueloFranky_Abr19.pdf
- GAGUANCELA GAGUANCELA, Alfonso Gustavo and ESPINOSA VALLEJO, Victor David, 2012, *Sistema*

- De Gestión Para La Clínica Veterinaria De La Universidad Central Del Ecuador*[online]. Available from:<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/478/1/T-UCE-0011-27.pdf>.
- GRBIĆ, Ratko, SLIŠKOVIĆ, Dražen and KADLEC, Petr, 2013, *Adaptive soft sensor for online prediction and process monitoring based on a mixture of Gaussian process models*.
- HASSAN, Yusef, 2012, *Patrones de diseño de interacción*.
- HERNÁNDEZ LEÓN, Rolando Alfredo and COELLO GONZÁLEZ, Sayda, 2011, *El Proceso de Investigación Científica*. La Habana, Cuba.
- HERNÁNDEZ NARIÑO, Arialys, NOGUEIRA RIVERA, Dianelys, MEDINA LEÓN, Alberto and MARQUÉS LEÓN, Maylin, 2012, *Inserción de la gestión por procesos en instituciones hospitalarias. Concepción metodológica y práctica*.
- KANTERON HIS, 2015, *Sistemas de información hospitalaria Kanteron HIS - Informática industrial - Sistemas de información hospitalaria*. [online]. 2015. [Accessed 27 April 2016]. Available from: http://www.interempresas.net/Informatica_Industrial/FeriaVirtual/Producto-Sistemas-de-informacion-hospitalaria-Kanteron-HIS-106285.html
- LARREA ARMENTEROS, Osvaldo Ulises, PÉREZ RAMIREZ, Yosbani Enrique, ORELLANA GARCÍA, Arturo and GONZÁLEZ CASTRO, Yoandry, 2015, *Integración del plugin Inductive visual Miner de ProM al Sistema de Información Hospitalaria del CESIM*. La Habana, Cuba.
- MADEJA, 2015, *Buenas prácticas en el diseño de pruebas de rendimiento | Marco de Desarrollo de la Junta de Andalucía*. [online]. 2015. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/libro-pautas/75>
- MANS, Ronny, 2013, *Process mining in healthcare: Data challenges when answering frequently posed questions. En Process Support and Knowledge Representation in Health Care*.
- NARIÑO, 2012, *Gestión por procesos*.
- OQUENDO YBARRA CRISTIÁ, Yisel and ELICEO ALVARADO, Eddy, 2011, *Desarrollo de un componente de Transmisión de Audio y Video para el Sistema de Teleconsulta*. La Habana, Cuba.
- ORELLANA, Arturo, 2015, *HERRAMIENTA PARA LA DETECCIÓN DE VARIABILIDAD EN PROCESOS HOSPITALARIOS APLICANDO MINERÍA DE PROCESOS*. La Habana, Cuba.
- ORELLANA, Arturo, LARREA ARMENTEROS, OSVALDO ULISES and PÉREZ ALFONSO, DAMIÁN, 2015a, *Generador de Registros de Eventos para el análisis de procesos en el Sistema de Información Hospitalaria xavía HIS*.
- ORELLANA, Arturo and LEDESMA, Yasmani, 2015, *¿Por qué aplicar Minería de Proceso en el entorno hospitalario? Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?*

- ORELLANA, Arturo, PÉREZ ALFONSO, DAMIÁN and LARREA ARMENTEROS, OSVALDO ULISES, 2015b, *Analysis of Hospital Processes with Process Mining Techniques*.
- ORELLANA, Arturo, UGARTE, Yamilet, RAMAYO, Lian and VALDES, Lilian, 2015d, *Diseño De Un Componente Para La Extraccion De Registros De Eventos En Formato Xes Del Sistema Alas Clinicas*.
- PEREIRAS VIERA, Katherine, SOSA BENÍTEZ, Adrián and ORELLANA GARCÍA, Arturo, 2015, *Componente para el análisis de frecuencia aplicando la técnica Fuzzy Miner*. La Habana, Cuba.
- PESIC, Maja, VAN DER AALST, Wil M.P. and SONG, Minseok, 2010, *Beyond process mining: from the past to present and future*.
- PLAZZOTTA, Fernando, LUNA, Daniel and GONZÁLEZ BERNALDO DE QUIRÓS, Fernán, 2015, *Sistemas de Información en Salud: Integrando datos clínicos en diferentes escenarios y usuarios*.
- PROCESS MINING GROUP, EINDHOVEN TECHNICAL UNIVERSITY, 2010, start | ProM Tools. [online]. 2010. [Accessed 27 April 2016]. Available from: <http://www.promtools.org/doku.php>
- RED HAT, INC., 2016, JBoss Developer Studio | Red Hat. [online]. 2016. [Accessed 27 April 2016]. Available from: <https://www.redhat.com/es/technologies/jboss-middleware/developer-studio>
- RONDÓN, Luis, 2009, *JAVA J2EE. JPA - Java Persistence API* [online]. Available from: <http://www.luchorondon.blogspot.com/2009/04/jpa-java-persistence-api.html>.
- SÁNCHEZ SUÁREZ, José Manuel, 2008, *Migración de JSP a Facelets*. [online]. 2008. [Accessed 28 April 2016]. Available from: <https://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/primeros-pasos-con-gulp/>
- SCRIBD., 2012, *Persistencia - Hibernate*. [online]. 2012. [Accessed 28 April 2016]. Available from: <https://es.scribd.com/doc/99836434/Persistencia-Hibernate>
- SOLDANO, Alessio, DIMITRIS, Andreadis, BURKE, Bill and STANSBERRY, Brian, 2008, *Jboos Application Server 4.2.2. Administration and Development Guide*.
- SUN MICROSYSTEMS, 2014, *Java Runtime Environment (JRE) | Libere las revisiones de la transferencia directa y del software* | CNET Download.com. [online]. 2014. [Accessed 27 April 2016]. Available from: http://descargar.cnet.com/Java-Runtime-Environment-JRE/3000-2378_4-10009607.html
- VAN DE STEEG, T.J.H, 2015, *Process Mining in Healthcare*.
- VAN DER AALST, Wil, ADRIANSYAH, Arya and ALVES DE MEDEIROS, Ana Karla, 2011a, *Manifiesto sobre Minería de Procesos*.
- VAN DER AALST, Wil and SCHONENBERG, M.H, 2011b, *Time Prediction based on Process Mining*.

Eindhoven, Netherlands : Eindhoven University of Technology.

VÁZQUEZ, Cristóbal, 2006, *Introducción a JasperReports e iReport (Primera parte)*.

VÁZQUEZ FAVELA, Luis Felipe, 2015, Predicción de Luis Felipe Vázquez Favela en Prezi. [online]. 2015. [Accessed 28 April 2016]. Available from: <https://prezi.com/e-rvujfdj3fj/prediccion/>

ZAMBRANO, Solange, 2010, Diseño preexperimental. [online]. 2010. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://es.slideshare.net/solanghyz/diseo-preexperimental-4298863>

Bibliografía

ABREU MAZORRA, Mayrelis, REYES GAINZA, Alejandro Marcial, ORELLANA GARCIA, Arturo and SARMIENTO AVILA, Eiler Efrain, 2015, *Componente web para detectar incongruencias en procesos hospitalarios personalizando el plugin Heuristic Miner de ProM*. La Habana, Cuba.

ADRIANSYAH, Arya, VAN DER AALST, Wil and VAN DONGEN, Boudewijn, 2012, *Replaying history on process models for conformance checking and performance analysis*.

AGRAWAL, Gaurav L and GUPTA, Hitesh, 2013, *Optimization of C4.5 Decision Tree Algorithm for Data Mining Application*.

AKHIL SYSTEMS, 2015, Akhil Systems Pvt. Ltd.: Home. [online]. 2015. [Accessed 27 April 2016]. Available from: <http://akhilsystems.com/>

ALMAGUER, Norge, 2011, *Documento normativo de Arquitectura de Software*.

ÁLVAREZ, Amaya Lorenzo, MORA, Mirelio Maure, HERNÁNDEZ, Wilder González and ALEMÁN, Lorena Antelo, 2013, *DESARROLLO DE LA ESPECIALIDAD PSICOLOGÍA DEL MÓDULO CONSULTA EXTERNA DEL SISTEMA* [online]. Available from: <http://www.google.com.cu/url?sa=t&rct=j&q=JBoss+Seam++es+un+framework+que+integra+la+capa+de+presentaci%C3%B3n+%28JSF%29+con+la+capa+de+negocios+y+persistencia+%28EJB%29%2C+funcionando%2C+seg%C3%BA+n+versa+su+significado+en+espa%C3%B1ol%2C+como+una+%E2%80%9C>

ÁLVAREZ, Sara, 2007, *Sistemas gestores de bases de datos* [online]. Available from: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/sistemas-gestores-bases-datos.html>

AMAZON COMPANY, 2015, *Amazon Web Services*.

ARIAS CALLEJA, Manuel, 2014, *Carmen. Estándares de codificación*.

ARIZA ROJAS, Maribel and MOLINA GARCÍA, Juan Carlos, 2004, *INTRODUCCIÓN Y PRINCIPIOS BÁSICOS DEL DESARROLLO DE SOFTWARE BASADO EN COMPONENTES*.

ÁVALOS GARCÍA, Ávalos García, María Isabel, 2015, *Calidad y gestión de servicios de salud. La evaluación de la calidad en la atención primaria a la salud. Consideraciones teóricas y metodológicas*.

BADILLO ASTUDILLO, Guillermo, 2014, *Arquitectura de Software*.

BASCÓN PANTOJA, Ernesto, 2011, *El patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador(MVC) y su implementación en Java Swing*.

BELMONTE FERNÁNDEZ, Oscar, 2005, *Introducción al lenguaje de programación Java. Una guía*

básica.

BOUARFA, Loubna and DANKELMAN, Jenny, 2012, *Workflow mining and outlier detection from clinical activity logs*.

CARAZO, P. C. M., 2006, *El método de estudio de caso. Estrategia metodológica de la investigación científica* [online]. Available from: http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/pensamiento_gestion/20/5_El_metodo_de_estudio_de_caso.pdf. ISSN 1657-6276

CARRILLO, Isaías, PÉREZ, Rodrigo and RODRÍGUEZ, Aureliano David, 2008, *Metodología de desarrollo del software*.

CASTAÑEDA DOMÍNGUEZ, Lisandra, VALLADARES MARTÍNEZ, Antonio and ORELLANA GARCÍA, Arturo, 2015, *Componente para el análisis de procesos hospitalarios aplicando la perspectiva temporal de minería de procesos*. La Habana, Cuba.

CORRIE, C., 2008, *Conjunto de documentos para la Introducción y el Soporte de la serie de normas ISO 9000: Orientación sobre el Concepto y Uso del Enfoque basado en procesos para los sistemas de gestión*.

CURIOSO, Walter and ESPINOZA-PORTILLA, Elizabeth, 2015, *Marco conceptual para el fortalecimiento de los Sistemas de Información en Salud en el Perú*.

DA SILVA REBUGE, Álvaro José, 2012, *Business Process Analysis in Healthcare Environments*.

DAVENPORT, Thomas, 1993, *Process Innovation*.

DE LEONI, Massimiliano, VAN DER AALST, Wil M.P. and DEES, Marcus, 2014, *A General Framework for Correlating Business Process*.

DE WEERDT, Jochen, 2013, *Process Mining for the multi-faceted analysis of business processes—A case study in a financial services organization*.

ESCOBAR, Bernabé, ESCOBAR, Tomás and MONGE, Pedro, 2011, *Implantación de sistemas integrados para una gestión eficiente de los recursos en el ámbito hospitalario*.

FERNÁNDEZ DE CASTRO FABRE, Astrid and LÓPEZ PADRÓN, Alexander, 2014, *Validación mediante criterio de usuarios del sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto en los proyectos de investigación del sector agropecuario*. [online]. 2014. [Accessed 27 April 2016]. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542014000300012&script=sci_arttext

FILEHORSE, 2014, *NetBeans IDE 8.0.2 Descargar para Windows / FileHorse.com*. [online]. 2014. [Accessed 27 April 2016]. Available from: <http://www.filehorse.com/es/descargar-netbeans/18848/>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FLORES BUSTOS, Carlos, 2005, *La reingeniería: herramienta controversial. Visión Gerencial.*
- FLUX CAPACITOR, 2010, An Introduction to the XES Standard — Flux Capacitor. [online]. 2010. [Accessed 27 April 2016]. Available from: <https://fluxicon.com/blog/2010/09/intro-to-xes/>
- FRANKY,C., 2010, *Java EE 5 (sucesor de J2EE).* [online]. Available from: http://www.acis.org.co/fileadmin/Conferencias/ConfConsueloFranky_Abr19.pdf
- FRENK, Julio, 2015, *Profesionales de la salud para el nuevo siglo: transformando la educación para fortalecer los sistemas de salud en un mundo interdependiente.*
- GAGUANCELA GAGUANCELA, Alfonso Gustavo and ESPINOSA VALLEJO, Victor David, 2012, *SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA CLÍNICA VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR* [online]. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/478/1/T-UCE-0011-27.pdf>.
- GARCÍA SARASA, José Luís and PÉREZ DE LA VARGA, Gloria, 2007, *Desarrollo de un sistema web para el análisis de datos en bioinformática utilizando técnicas de factorización positiva de matrices* [online]. Available from: <http://eprints.sim.ucm.es/9064/>
- GESDATOS SOFTWARE, S.L., 2015, *GESCONSULTOR.* 2015.
- GRBIĆ, Ratko, SLIŠKOVIĆ, Dražen and KADLEC, Petr, 2013, *Adaptive soft sensor for online prediction and process monitoring based on a mixture of Gaussian process models.*
- HASSAN, Yusef, 2012, *Patrones de diseño de interacción.*
- HERNÁNDEZ LEÓN, Rolando Alfredo and COELLO GONZÁLEZ, Sayda, 2011, *El Proceso de Investigación Científica.* La Habana, Cuba.
- HERNÁNDEZ NARIÑO, Arialys, NOGUEIRA RIVERA, Dianelys, MEDINA LEÓN, Alberto and MARQUÉS LEÓN, Maylin, 2012, *Inserción de la gestión por procesos en instituciones hospitalarias. Concepción metodológica y práctica.*
- HERNÁNDEZ ORALLO, Enrique, 2012, *El Lenguaje Unificado de Modelado (UML)* [online]. Available from: <http://www.disca.upv.es/enheror/pdf/ActaUML.PDF>
- INTEGRATIONS TECHNOLOGIES GROUP, 2015, *CENTRE.*
- JOAQUÍN MIRA, José, CHO, Malhi, MONTSERRAT, Dolores, RODRÍGUEZ, Javier and SANTACRUZ, Javier, 2013, *Elementos clave en la implantación de sistemas de notificación de eventos adversos hospitalarios en América Latina.*
- KANTERON HIS, 2015, *Sistemas de información hospitalaria Kanteron HIS - Informática industrial - Sistemas de información hospitalaria.* [online]. 2015. [Accessed 27 April 2016]. Available from:

http://www.interempresas.net/Informatica_Industrial/FeriaVirtual/Producto-Sistemas-de-informacion-hospitalaria-Kanteron-HIS-106285.html

LARREA ARMENTEROS, Osvaldo Ulises, PÉREZ RAMIREZ, Yosbani Enrique, ORELLANA GARCÍA, Arturo and GONZÁLEZ CASTRO, Yoandry, 2015, *Integración del plugin Inductive visual Miner de ProM al Sistema de Información Hospitalaria del CESIM*. La Habana, Cuba.

LOZA LOPEZ, JORGE, 2015, *MÉTODO DE TRANSPORTE*.

MADEJA, 2015, Buenas prácticas en el diseño de pruebas de rendimiento | Marco de Desarrollo de la Junta de Andalucía. [online]. 2015. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/libro-pautas/75>

MANS, Ronny, 2013, *Process mining in healthcare: Data challenges when answering frequently posed questions*. En *Process Support and Knowledge Representation in Health Care*.

MURILLO, Carles and SAURINA, Carme, 2012, *Medida de la importancia de las dimensiones de la satisfacción en la provisión de servicios de salud*.

NARIÑO, 2012, *Gestión por procesos*.

OQUENDO YBARRA CRISTIÁ, Yisel and ELICEO ALVARADO, Eddy, 2011, *Desarrollo de un componente de Transmisión de Audio y Video para el Sistema de Teleconsulta*. La Habana, Cuba.

ORELLANA, Arturo, 2015, *HERRAMIENTA PARA LA DETECCIÓN DE VARIABILIDAD EN PROCESOS HOSPITALARIOS APLICANDO MINERÍA DE PROCESOS*. La Habana, Cuba.

ORELLANA, Arturo, LARREA ARMENTEROS, OSVALDO ULISES and PÉREZ ALFONSO, DAMIÁN, 2015a, *Generador de Registros de Eventos para el análisis de procesos en el Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS*.

ORELLANA, Arturo and LEDESMA, Yasmani, 2015, *¿Por qué aplicar Minería de Proceso en el entorno hospitalario? Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?*

ORELLANA, Arturo, PÉREZ ALFONSO, DAMIÁN and LARREA ARMENTEROS, OSVALDO ULISES, 2015b, *Analysis of Hospital Processes with Process Mining Techniques*.

ORELLANA, Arturo, UGARTE, Yamilet, RAMAYO, Lian and VALDES, Lilian, 2015d, *DISEÑO DE UN COMPONENTE PARA LA EXTRACCION DE REGISTROS DE EVENTOS EN FORMATO XES DEL SISTEMA ALAS CLINICAS*.

PEREIRAS VIERA, Katherine, SOSA BENÍTEZ, Adrián and ORELLANA GARCÍA, Arturo, 2015, *Componente para el análisis de frecuencia aplicando la técnica Fuzzy Miner*. La Habana, Cuba.

PESIC, Maja, VAN DER AALST, Wil M.P. and SONG, Minseok, 2010, *Beyond process mining: from the*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

past to present and future.

PLAZZOTTA, Fernando, LUNA, Daniel and GONZÁLEZ BERNALDO DE QUIRÓS, Fernán, 2015, *Sistemas de Información en Salud: Integrando datos clínicos en diferentes escenarios y usuarios.*

PROCESS MINING GROUP, EINDHOVEN TECHNICAL UNIVERSITY, 2010, start | ProM Tools. [online]. 2010. [Accessed 27 April 2016]. Available from: <http://www.promtools.org/doku.php>

RED HAT, INC., 2016, JBoss Developer Studio | Red Hat. [online]. 2016. [Accessed 27 April 2016]. Available from: <https://www.redhat.com/es/technologies/jboss-middleware/developer-studio>

RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, Tamara, 2014, *Metodología de desarrollo para la Actividad productiva de la UCI.*

RONDÓN, Luis, 2009, *JAVA J2EE. JPA - Java Persistence API* [online]. Available from: <http://www.luchorondon.blogspot.com/2009/04/jpa-java-persistence-api.html>.

SÁNCHEZ SUÁREZ, José Manuel, 2008, Migración de JSP a Facelets. [online]. 2008. [Accessed 28 April 2016]. Available from: <https://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/primeros-pasos-con-gulp/>

SANTIESTEBAN PÉREZ, Irina Ivis, MEDINA RAMÍREZ, Miguel and PIÑA GONZÁLEZ, Jorge Luis, 2011, *Desarrollo de funcionalidades que faciliten al docente su preparación y el control del aprendizaje de los estudiantes en la plataforma educativa Zera* [online]. Available from: <http://publicaciones.uci.cu/index.php/SC/article/view/765>

SCRIBD., 2012, Persistencia - Hibernate. [online]. 2012. [Accessed 28 April 2016]. Available from: <https://es.scribd.com/doc/99836434/Persistencia-Hibernate>

SOLDANO, Alessio, DIMITRIS, Andreadis, BURKE, Bill and STANSBERRY, Brian, 2008, *Jboos Application Server 4.2.2. Administration and Development Guide.*

SUN MICROSYSTEMS, 2014, Java Runtime Environment (JRE) | Libere las revisiones de la transferencia directa y del software | CNET Download.com. [online]. 2014. [Accessed 27 April 2016]. Available from: http://descargar.cnet.com/Java-Runtime-Environment-JRE/3000-2378_4-10009607.html

VALDÉS, Clemente, 2010, *Enfoque basado en procesos.*

VAN DE STEEG, T.J.H., 2015, *Process Mining in Healthcare.*

VAN DER AALST, Wil, ADRIANSYAH, Arya and ALVES DE MEDEIROS, Ana Karla, 2011a, *Manifiesto sobre Minería de Procesos.*

VAN DER AALST, Wil M.P., GOTTSCHALK, F and JANSEN-VULLERS, M.H, 2011d, *Configurable Process Models – A Foundational.* Eindhoven University of Technology.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VAN DER AALST, Wil and SCHONENBERG, M.H, 2011b, *Time Prediction based on Process Mining*. Eindhoven, Netherlands : Eindhoven University of Technology.
- VÁZQUEZ, Cristóbal, 2006, *Introducción a JasperReports e iReport (Primera parte)*.
- VÁZQUEZ FAVELA, Luis Felipe, 2015, Predicción de Luis Felipe Vázquez Favela en Prezi. [online]. 2015. [Accessed 28 April 2016]. Available from: <https://prezi.com/e-rvujfdj3fj/prediccion/>
- ZHENGXING, HUANG, XUDONG, LU and HUILONG, DUAN, 2012, *On mining clinical pathway patterns from medical behaviors. Artificial intelligence in medicine*.
- ZHENGXING, HUANG, 2013, *Summarizing clinical pathways from event logs*.
- ZAMBRANO, Solange, 2010, Diseño preexperimental. [online]. 2010. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://es.slideshare.net/solanghyz/diseo-preexperimental-4298863>

Anexos

Anexo 1. Encuesta para medir satisfacción grupal.

Estimado (a): la presente encuesta forma parte de una investigación que está dirigida desarrollar una vista de análisis para la predicción basada en tiempo en la ejecución de las actividades de los procesos del Sistema XAVIA HIS. Por cuanto, sus valoraciones acerca de los asuntos que se someten a su consideración serán de utilidad.

EVALUACION DE LA PROPUESTA PARA REALIZAR ANALISIS DE PREDICCIÓN BASADA EN TIEMPO DE ACTIVIDADES DE PROCESOS HOSPITALARIOS		
No	Preguntas	Respuestas
1	¿Usaría usted la vista de análisis propuesta para la predicción basad en tiempo en las actividades de procesos hospitalarios?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
2	¿Considera usted que sin realizar análisis de procesos en el entorno hospitalario es posible garantizar la calidad en los servicios brindados?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
3	¿Considera usted que es de utilidad realizar análisis de predicción basada en tiempo de las actividades de procesos hospitalarios?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
4	¿Tendría en cuenta las Tecnologías de la Información para realizar estos análisis?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
5	¿Si usted necesitara predecir el tiempo de las actividades de procesos hospitalarios usaría la vista de análisis propuesta?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
6	¿Considera que la utilización de esta técnica estimulará la toma de decisiones en las instituciones sanitarias?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
7	¿Le satisface el resultado mostrado en la vista de análisis desarrollada?	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. <input type="checkbox"/>
8	¿Qué evaluación le concede usted a la técnica propuesta para realizar análisis de predicción basada en tiempo?	Entre 0 y 10 <input type="text"/>

9.- ¿Qué elementos considera positivos de esta vista de análisis?

10.- ¿Qué elementos considera negativos de esta vista de análisis?

11.- ¿Qué sugerencias tiene para el desarrollo de esta vista de análisis?
