

La Predicción Basada en Tiempo en Procesos Hospitalarios. Oportunidades desde la Minería de Procesos

Abstract— In the field of science, a prediction is a foretaste of what will happen according to the analysis of existing conditions. Process Mining usually works with historical data, such data can be used to build predictive models and use them to guide process instances in execution. Experts in Process Mining suggest that it is possible to predict the remaining processing time of a case. The prediction based on time is to anticipate results, duration or remaining time of execution of a given process. One of the plugins that have been developed to enable prediction analysis based on time is FeaturePrediction. This is a technique that receives as input an event log, from which obtains a decision tree using the algorithm C4.5. Through the tree and the parameters configuration in the technique such as the selection of the independent and dependent variables, allows time analysis regarding the duration of the activities, and the remaining runtime of the process. The research is focused on customizing FeaturePrediction technique to perform predictive analysis based on time in the process of Hospital Information System of the Center for Medical Informatics. As a result, it is expected that the implementation of the proposed solution to perform predictive analysis based on time in event logs can generate models that allow a better understanding and usability for non-experts in Process Mining and support decision making in hospitals institutions.

Keywords—prediction, time, process mining, process, technique.

I. 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 [1]. 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 permitiría optimizar la ejecución de dichos procesos e incluso el ahorro de recursos. Además facilitaría ofrecer un servicio de calidad a los pacientes y garantizar su satisfacción, esto podría posibilitar el aumento

**Digital Object Identifier:
ISSN, ISBN:**

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

del número de pacientes atendidos [1].

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 [2].

Las instituciones hospitalarias optan por introducir modelos y herramientas de la rama empresarial e industrial (reingeniería, benchmarking y gestión de procesos). 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, control y mejora de procesos; la introducción de herramientas en este sentido, son escasamente difundidas en instituciones sanitarias [3].

Es una tendencia que los sistemas de información modernos [4], [5] incorporen el enfoque basado en procesos por las ventajas que supone su utilización. Con el objetivo de automatizar los procesos del nivel secundario de salud en Cuba, en el Centro de Informática Médica (CESIM) de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), se desarrolló el Sistema XAVIA HIS. Dicho sistema está orientado a satisfacer las necesidades de: almacenamiento, procesamiento, recopilación e interpretación de los datos clínico-administrativos que se generan en las instituciones hospitalarias.

El HIS, como la mayoría de los sistemas de información de salud posee una bitácora de sucesos donde se almacena la ejecución de sus actividades de proceso, el cual es el punto de partida de la minería de procesos. Esta disciplina provee un puente importante entre la minería de datos y la modelación y

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

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

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 [6].

Las técnicas de minería de procesos permiten extraer información no trivial y útil de los registros de eventos 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; los casos 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 [6].

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 [7] [8]. El componente de extracción constituye la base para la personalización de técnicas minería de procesos contenidas en plugin del marco de trabajo ProM [9].

En las instituciones hospitalarias existen procesos complejos y largos que no son lo suficientemente ágiles y eficientes para alcanzar los resultados que demandan dichas instituciones aún con el uso de sistemas de información hospitalaria [10] [11]. Los registros de eventos del XAVIA HIS cuentan con la información necesaria para realizar análisis de predicción basada en tiempo de la ejecución de sus actividades de proceso. Estas características se refieren a atributos y extensiones como la **concept** la cual especifica un nombre para el Registro de eventos, la traza y los eventos, la **organizational** que contiene al atributo **resource** el cual recoge el nombre o identificador del actor que ejecuto el evento, la **timestamp** que almacena el instante de tiempo en que se ejecutó la tarea [12]. Contar con funcionalidades que permitan hacer predicción basada en tiempo de la ejecución contribuye a apoyar la toma de decisiones sobre la implementación de los objetivos estratégicos, la planificación y el control de los recursos.

El objetivo de la presente investigación plantea realizar un análisis cómo predecir el comportamiento basado en tiempo de las actividades de proceso en el Sistema XAVIA HIS, a partir de su registro de eventos.

II. 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 [13].

A. Predicción basada en tiempo desde la minería de proceso

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 [6]. 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 en los registros de eventos cuente con las siguientes extensiones: **concept**, esta 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**, 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**, la cual especifica el atributo que representa el instante de 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 [12].

III. SOLUCIONES EXISTENTES A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

Nivel internacional

Se realizó un análisis documental de investigaciones que traten la problemática en cuestión. Para ello fueron analizados los primeros 70 artículos de Google Académico, de ellos solo un artículo aborda sobre la problemática que se presenta, *Time Prediction Based on Process Mining* [14] 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.

Técnica FSM Analyzer

FSM Analyzer es una técnica de análisis implementada para ser ejecutada en el marco de trabajo ProM [14]. 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 [14]. En cada nodo del sistema de transición generado por 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 estándar y mediana para realizar el cálculo de los tiempos antes descritos.

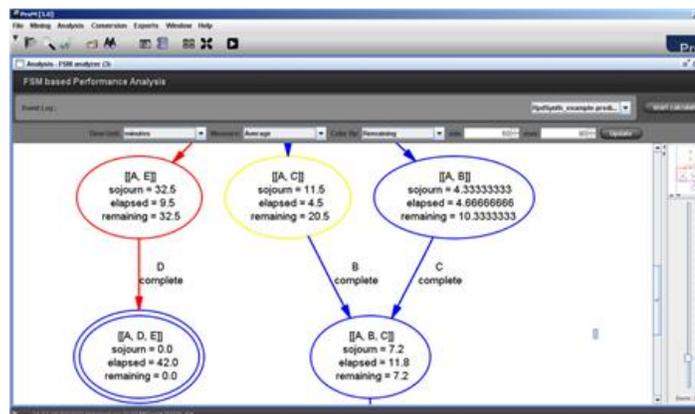


Figura. 1. Ejemplo de sistema de transición de la técnica FSM Analyzer. Fuente: [14].

The FeaturePrediction Package in ProM: Correlating Business Process Characteristics

Esta técnica soluciona el problema de correlación más general. 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, sino también a la inversa: el tiempo transcurrido puede estar relacionado con el comportamiento o encaminamiento de los recursos.

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 Gaussianos.)

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 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 adaptativo [15].

Nivel nacional

En Cuba no se identificó la existencia de alguna técnica o herramienta que dé solución o que aborde sobre el problema planteado. Así mismo no se evidencia documentación alguna sobre investigaciones referentes a análisis de predicción basada en tiempo.

Basándose en las características del sistema XAVIA HIS, el cual posee un registro de eventos, y la investigación de las soluciones informáticas a nivel internacional y nacional sobre análisis de predicción basada en tiempo, se considera emplear la técnica FeaturePrediction del marco de trabajo ProM por tener una licencia libre LGPL y estar publicado su código fuente lo que permite su reutilización para la personalización e integración al sistema XAVIA HIS como propuesta de solución.

IV. FEATURE PREDICTION

Perform Prediction of Business Process Features es una técnica implementada para ser utilizada sobre el marco de trabajo ProM 6.4, que recibe como entrada un registro de eventos. A partir del cual obtiene un árbol de decisión utilizando el algoritmo C4.5. Mediante este árbol y la configuración de parámetros en la técnica tales como la selección de las variables dependientes e independientes, permite hacer análisis de tiempo con respecto a la duración de las actividades, así como el tiempo restante de ejecución del proceso. [16] [17].

Esta técnica soluciona el problema de correlación (determina que tan relacionado está una actividad de otra) más general. Proporciona un conjunto amplio y extensible de características relacionadas con el tiempo, enrutamiento, el orden, 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, sino también a la inversa: el tiempo transcurrido puede estar relacionado con el comportamiento o encaminamiento de los recursos.

La técnica trabaja con un enfoque para construir un árbol de decisión. El árbol de decisión es una técnica enmarcada dentro del desarrollo de métodos y sistemas de razonamiento utilizados en investigaciones de inteligencia artificial y programación de aplicaciones, por su estructura son fáciles de comprender y analizar; su utilización cotidiana se puede dar en diagnósticos médicos, predicciones meteorológicas, controles de calidad, y otros problemas que necesiten de análisis de datos y toma de decisiones.

El punto de partida de la técnica es un registro de eventos. Para cada instancia de proceso hay un rastro, es decir, una secuencia de eventos. Los eventos tienen diferentes características. Existen características obligatorias como son el nombre de la actividad y la marca de tiempo. Otras características estándar son el recurso utilizado para realizar la actividad, información transaccional (inicio, completa, suspender, reanudar, etc.), y los costos. Sin embargo, otras características pueden estar asociadas a una actividad (por ejemplo, la edad de un paciente o el tamaño de una orden). Estas están asociadas a eventos como pares que consisten en el nombre de características y su valor [18] [16].

La técnica crea una tabla donde cada fila corresponde a un evento diferente y cada columna es una característica diferente. Además, la herramienta también permite que algunas filas para ser filtradas. Por ejemplo, uno sólo puede desear conservar esos acontecimientos que hacen referencia a ciertas actividades. Una de las columnas se convierte en la característica dependiente; su relación con características independientes, es decir, las otras columnas, son descubiertas usando técnicas de aprendizaje de árbol de decisión.

Los árboles de decisión clasifican los casos por los eventos de clasificación hacia abajo en un árbol desde la raíz hasta cierto nodo hoja. Cada nodo no hoja especifica una prueba de algún atributo (una característica independiente) y cada rama descendente de ese nodo corresponde a un rango de posibles valores para este atributo. Cada nodo hoja se asocia a un valor de un atributo de clase (la característica dependiente). Un camino desde la raíz a una hoja representa una regla de clasificación.

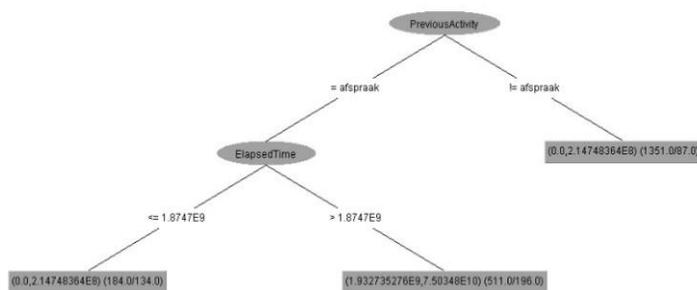


Fig. 2 Salida de la técnica FeaturePrediction en la herramienta ProM. Fuente: [18]

Luego de un análisis del funcionamiento de la técnica se concluye que esta no posee dependencias funcionales con otras, lo cual facilita su personalización e integración al sistema.

Esta técnica se basa en el uso del algoritmo C4.5, que puede manejar atributos continuos de manera eficiente y es bueno en la poda del árbol de decisión definitiva. [17]

El algoritmo C4.5 genera un árbol de decisión a través del aprendizaje de un conjunto de entrenamiento, en el que cada ejemplo está estructurado en términos de par atributo-valor. El nodo de atributo actual es uno que tiene la tasa máxima de ganancia de información que se ha calculado, y la raíz nodo del árbol de decisión se obtiene de esta manera. Teniendo estudiado cuidadosamente, encontramos que para cada nodo en la prueba de selección de atributos existen cálculos logarítmicos, y en cada tiempo de estos cálculos se han realizado con anterioridad también. La eficiencia de la generación de árbol de decisión puede verse afectado cuando el conjunto de datos es grande. [19]

Pseudo Código del algoritmo C4.5

1. *Comprobar casos base.*
2. *Por cada atributo "a" calculado:*
 - i. *Información normalizada obtenida de separar el atributo "a".*
3. *Seleccionar el mejor atributo a que tenga la mayor información obtenida.*
4. *Crear un nodo de decisión que separe lo mejor de "a" como nodo raíz.*
5. *Recurrir a las listas obtenidas de separar lo mejor de "a" y agregar aquellos nodos como nodos hijos.*

V. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA XAVIA HIS

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.

Dicha información que se gestiona por el sistema está orientada una parte a datos y la otra a procesos, 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 que la presente investigación propone desarrollar un componente para el 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 XAVIAHIS.

B. Herramienta para detectar variabilidad en procesos hospitalarios

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.



Fig. 3 Flujo de información de la herramienta para la detección de variabilidad.

Fuente: elaboración propia

VI. CONCLUSIONES

El análisis realizado sobre la predicción basada en tiempo posibilitó demostrar 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.

El análisis realizado acerca de los sistemas, tecnologías y técnicas para la predicción basada en tiempo en la ejecución de procesos, propicia concluir que es necesario la personalización e integración de la técnica FeaturePrediction al sistema XAVIA HIS.

El análisis teórico de la técnica propuesta permitió obtener los conocimientos necesarios para su personalización e integración en la herramienta para la detección de variabilidad del sistema XAVIA HIS.

Como extensión de la presente investigación se propone la integración de la técnica seleccionada al XAVIA HIS.

REFERENCIAS

- [1] M. I. Ávalos García, "Calidad y gestión de servicios de salud. La evaluación de la calidad en la atención primaria a la salud. Consideraciones teóricas y metodológicas," 2015.
- [2] B. Escobar, T. Escobar and P. Monge, "Implantación de sistemas integrados para una gestión eficiente de los recursos en el ámbito hospitalario," 2011.
- [3] A. Hernández Nariño, D. Nogueira Rivera, A. Medina León and M. Marqués León, "Inserción de la gestión por procesos en instituciones hospitalarias. Concepción metodológica y práctica," 2012.
- [4] Akhil Systems, «Akhil Systems Pvt. Ltd.» 2015. [En línea]. Available: www.akhilsystems.com.
- [5] Kanteron HIS, «Software médico y equipamiento hospitalario. Kanteron Systems.» 2015. [En línea]. Available: <http://www.interempresas.net/Medicohospitalario/FeriaVirtual/Product-o-Sistemas-de-informacion-hospitalaria-KanteronHIS-106285.html>.
- [6] W. van der Aalst, "Manifiesto sobre Minería de Procesos," 2011.
- [7] A. Orellana García, O. U. Larrea Armenteros and D. Pérez Alfonso, "Generador de Registros de Eventos para el análisis de procesos en el Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS.," 2015.
- [8] A. Orellana García, D. Pérez Alfonso and O. U. Larrea Armenteros, "Analysis of Hospital Processes with Process Mining Techniques.,"

2015.

- [9] Process Mining Group, Eindhoven Technical University, "ProM," 2010. [Online]. Available: <http://www.promtools.org/doku.php>.
- [10] W. Curioso and E. Espinoza-Portilla, "Marco conceptual para el fortalecimiento de los Sistemas de Información en Salud en el Perú," 2015.
- [11] F. Plazzotta, D. Luna and F. González Bernaldo de Quirós, "Sistemas de Información en Salud: Integrando datos clínicos en diferentes escenarios y usuarios," 2015.
- [12] Flux Capacitor, "An Introduction to the XES Standard," 2010. [Online]. Available: [https://fluxicon.com/blog/2010/09/intro-to-xes/..](https://fluxicon.com/blog/2010/09/intro-to-xes/) [Accessed 9 2 2016].
- [13] . L. F. Vázquez Favela, «Predicción,» 2015. [En línea]. Available: <https://prezi.com/e-rvujfdj3fj/prediccion/>.
- [14] W. van der Aalst, "Time Prediction Based on Process Mining," Eindhoven University of Technology,, Eindhoven, 2011.
- [15] R. Grbić, D. Slišković and P. Kadlec, "Adaptive soft sensor for online prediction and process monitoring based on a mixture of Gaussian process models," 2013.
- [16] W. van der Aalst and M. de Leoni, "The FeaturePrediction Package in ProM: Correlating Business Process Characteristics," 2014.
- [17] M. de Leoni, W. van der Aalst and M. Dees, "A General Framework for Correlating Business Process," Springer, 2014.
- [18] M. de Leoni, W. M. van der Aalst and M. Dees, "A General Framework for Correlating Business Process," 2014.
- [19] G. L. Agrawal and H. Gupta, "Optimization of C4.5 Decision Tree Algorithm for Data Mining Application," 2013.
- [20] A. Orellana, «HERRAMIENTA PARA LA DETECCIÓN DE VARIABILIDAD EN PROCESOS HOSPITALARIOS APLICANDO MINERÍA DE PROCESOS,» La Habana, 2015.
- [21] H. Zhengxing, L. Xudong and D. Huilong, "On mining clinical pathway patterns from medical behaviors. Artificial intelligence in medicine.," 2012.
- [22] R. MANS, "Process mining in healthcare: Data challenges when answering frequently posed questions. En Process Support and Knowledge Representation in Health Care.," 2013.
- [23] L. BOUARFA and J. DANKELMAN, "Workflow mining and outlier detection from clinical activity logs.," 2012.
- [24] J. DE WEERDT, "Process Mining for the multi-faceted analysis of business processes—A case study in a financial services organization.," 2013.