

APLICACIÓN DE MINERÍA DE PROCESOS PARA EL DESCUBRIMIENTO AUTOMÁTICO DEL WORKFLOW DE LA GESTIÓN DE TITULACIÓN

PROCESS MINING APPLICATION FOR THE AUTOMATIC DISCOVERY OF THE TITLING MANAGEMENT WORKFLOW

Samantha Michelle Zambrano Zambrano ^{1*}

¹ Maestrando en Tecnologías de la Información y la Comunicación. Ingeniera en Tecnologías de la Información. Instituto de Posgrado. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6851-4989>. Correo: zambrano-samantha2366@unesum.edu.ec

Lenin Jonatan Pin García ²

² Doctor en Tecnologías de la Información, Magister en Gestión de las Tecnologías de la Información y Comunicación, Magister en Sistemas de Información Gerencial, Magister en Docencia, mención: Gestión en Desarrollo del Currículo, Ingeniero en Sistemas, Analista de Sistemas. Docente de la carrera de Tecnologías de la Información de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8272-3816>. Correo: jonatan.pin@unesum.edu.ec

* Autor para correspondencia: zambrano-samantha2366@unesum.edu.ec

Resumen

La presente investigación describe una metodología de peligros y puntos críticos de control aplicando Minería de Procesos, donde se gestionó la información para poder optimizar los recursos. Su objetivo es aplicar Minería de Procesos para el descubrimiento automático del Workflow de la gestión de titulación, permitiendo mejorar la gestión de procesos mediante la extracción de conocimientos de eventos registrados en el sistema de información, las herramientas *process mining* brindaron ayuda, identificando eventos y mostrando de forma animada los procesos que se ejecutan, logrando restringir situaciones no deseadas que congestionen el flujo de información, para poder obtener un análisis de los datos, modelos, observar frecuencia de datos y tiempo. La metodología utilizada fue de carácter analítico y sintético con enfoque cuantitativo bajo la experimentación utilizando herramientas Celonis, Disco y Pro-M, ayudaron con los recursos necesarios para el buen desempeño de la Minería de Procesos, como resultado se pudo obtener una reducción de eventos en las rutinas ocultas, así como un mayor flujo de información por procesos y la reducción de tiempo mejorando la eficacia del control de los eventos y permitiendo gestionar el flujo de información por procesos de la gestión de titulación en la Carrera de Tecnologías de la Información.

Palabras clave: descubrimiento automático; eventos; minería de procesos; modelos; workflow

Abstract

The present investigation describes a methodology of hazards and critical control points applying Process Mining, where the information was managed in order to optimize resources. Its objective is to apply Process Mining for the automatic discovery of the titling management workflow, allowing to improve process management by extracting knowledge from events registered in the information system, the Process Mining tools provided help, identifying events and showing in an animated way the processes that are executed, managing to restrict unwanted situations that congest the flow of information, in order to obtain an analysis of the data, models, observe data frequency and time. The methodology used was analytical and synthetic with a quantitative approach under experimentation using Celonis, Disco and Pro-M tools, they helped with the necessary resources for the good performance of process mining, as a result it was possible to obtain a reduction of events in hidden routines, as well as a greater flow of information by processes and the reduction of time, improving the effectiveness of event control and allowing to manage the flow of information by processes of degree management in the Information Technology Career.

Keywords: automatic discovery; events; models; process mining; workflow

Fecha de recibido: 15/05/2023

Fecha de aceptado: 29/06/2023

Fecha de publicado: 01/07/2023

Introducción

El descubrimiento de proceso del Workflow es de suma importancia para obtener información de eventos registrados en una fecha específica, monitorear y mapear datos aplicando técnicas de Minería de Procesos. Con el surgimiento de nuevas tecnologías y los grandes flujos de información, se emplean nuevos métodos capaces de extraer información de registros y eventos disponibles en los actuales sistemas de información. Estas técnicas brindan nuevas capacidades para el monitoreo, procesos y descubrimiento en una variedad de dominios de aplicación (Sánchez, 2023).

Se describe como objeto de investigación a la aplicación de Minería de Procesos para el descubrimiento automático de Workflow de la gestión de Titulación de la Carrera de Tecnologías de la Información, de la misma forma se establece como campo de estudio al proceso de investigación para el descubrimiento automático aplicando la Minería de Procesos, identificando el objeto y campo de estudio, se tomó en consideración que la aplicación de la Minería de Procesos ayudará considerablemente a minimizar las rutinas con cuellos de botellas o con fallos en su codificación ya ejecutadas en lapsos de tiempo, interpretando la información de una manera más adecuada, organizada y versátil, que ayude mejorar la gestión de Titulación de la Carrera de Tecnologías de la Información con el flujo de trabajo general a partir del sistema implementado para su operación.

Se propone con esta investigación buscar la mejor solución posible para minimizar los tiempos de ejecución en los procesos o las peticiones que se realicen de forma continua para poder redistribuir o mejorar las técnicas que se ejecutan de forma espontánea al realizar una petición a la base de datos o al sistema en general, esta información es de suma importancia porque permite observar las variaciones de tiempo en ejecución y permite verificar donde existen fallos por la demora de tiempo en su ejecución, el Workflow o flujo de trabajo busca soluciones para así mejorar considerablemente el desempeño de los procesos de Titulación, se pretende aplicar la minería de proceso al sistema en general de la gestión de Titulación de la Carrera de Tecnologías de la Información para dar paso a la investigación pertinente y así poder buscar fallas o retardos en tiempo de ejecución o en el flujo de trabajo para poder aplicar mejoras considerables en las acciones de entradas, búsquedas o almacenamiento, mediante las peticiones que se generen de todos los usuarios que utilicen el sistema y así mejorar el proceso de flujo de datos.

En la actualidad las herramientas digitales son eficientemente indispensable para toda entidad, por lo que los sistemas informáticos deben de contar con cantidades de datos suficientes para poder albergar la información referente a lo que se necesita, el flujo de datos, utiliza canales de transmisión y estos a su vez necesitan de procesos que invoquen al flujo de registros, en los sistemas webs las peticiones son simultaneas y el tiempo de entrega debe ser eficaz para obtener resultados óptimos y así mejorar recursos, los procesos que manejan internamente las bases de datos pueden ser mejorados descubriendo los cuellos de embotellamiento de información, este mejoramiento se lo realiza mediante la minería de procesos, utilizando herramientas indispensables que permitan que la data obtenga un flujo constante y que a su vez optimice el tiempo de transferencia de datos.

La investigación, tiene la necesidad de mejorar los procesos verificando redundancia de información para la toma de decisiones que se encuentren alojadas en los sistemas de información de la gestión de titulación, lo que permitirá gestionar de forma animada el flujo de datos, verificando así la eficacia de cada proceso, para así poder mejorarlo, reduciendo el tiempo de proceso y generando instrucciones más sencillas.

Minería de Procesos

La Minería de Procesos o Process Mining es una gestión orientada a lo optimización de los procesos entre los datos almacenados y enviados, el cual permite verificar mediante los lenguajes gráficos los cuellos de botellas, mejorando la actividad de los procesos, esta disciplina es orientado a todos los sectores empresariales, generando el mejoramiento de los eventos creados y mejorados automáticamente mediante la sistematización con una mayor comprensión de los mapas y esquemas de las operaciones generales (Medina, 2022).

Además, las organizaciones están incorporando a sus proyectos y aplicaciones con el objetivo de mejorar sus procesos de negocio (Orellana y otros, 2015), es por esto que se necesita diferenciar entre la Minería de Procesos y de datos, la primera utiliza patrones a encontrar entre grandes cantidades de datos, mientras la otra se encarga de encontrar la relación de los procesos y la organización dentro de los datos, además permite la libre exportación de información y registros, implementando Business intelligence y Process management, el cual permite descubrir los posibles modelos y eventos disponibles (Velázquez y otros, 2016).

La tecnología de Minería de Procesos conecta directamente los datos de eventos que se encuentran en los sistemas de información con los procesos comerciales de extremo a extremo que ocurren en las organizaciones. Un enfoque basado en modelos para los procesos de negocios es un enfoque para generar

modelos que a menudo difieren de la realidad de ejecución en los sistemas de información y cómo se ejecutan. Estos modelos generados son del tipo “canónico”, lo que no impide que lo que hacemos en la realidad (un modelo “de facto”) no coincida con lo modelado (Martínez y otros, 2021).

La Minería de Procesos como disciplina tiene como misión descubrir, monitorear y mejorar procesos reales a partir del conocimiento obtenido de los eventos registrados en los sistemas, a los que siempre nos hemos referido como logs de eventos, que en la mayoría de los casos tienen su origen en los sistemas de información. El punto de partida de un proyecto o iniciativa de minería de procesos se denomina registro de eventos. Cada evento de esta colección corresponde a una acción o procedimiento en el dominio de aplicación común y está asociado con un documento, comúnmente llamado caso, que puede ser, por ejemplo, una instancia específica de un proceso comercial (Martínez y otros, 2021).

Flujo de trabajo o Workflow

En el contexto de la Tecnología de la Información, se refiere a la automatización de procedimientos de trabajo que involucran la interacción entre documentos, información y tareas entre participantes de acuerdo con un conjunto de reglas destinadas a lograr o contribuir al logro de un objetivo más general. Objeto de negocio Workflow utiliza métodos y sistemas informáticos para facilitar o automatizar parte o la totalidad de un proceso (Solana y otros, 2018).

El diagrama de procesos

Es una representación gráfica de las tareas y condiciones que seguirá cada instancia del proceso, y cada tarea y condición debe ser cumplida. Es el equivalente de “¿Qué?” y “¿Qué están haciendo?” “Registro de gastos”, “Revisión de recibos” y otras etapas. Tenga en cuenta que este análisis paso a paso del proceso le permite eliminar la tarea “Obtener vales”. Esta tarea, que antes se hacía de forma manual, ya no es necesaria en el proceso de automatización, aumentando la productividad de la empresa. Los diagramas de flujo pueden utilizar diferentes notaciones gráficas, y en INTEGRADOC se utiliza el estándar internacional más aceptado: BPMN (Diómedes, 2022).

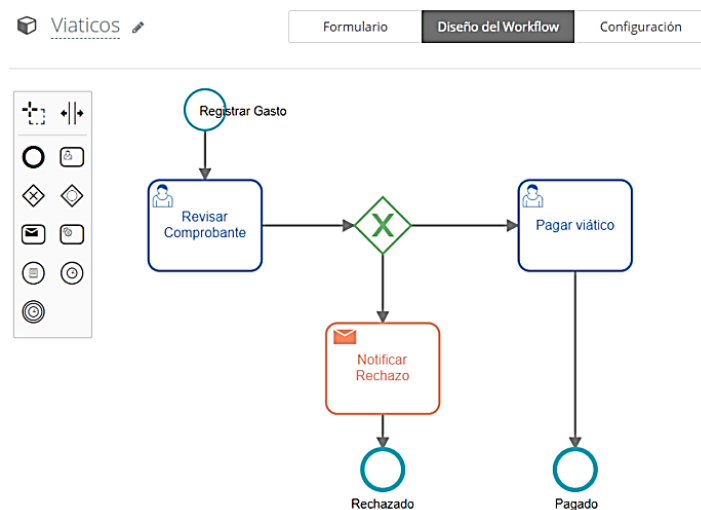


Figura 1. Diagrama de proceso. **Fuente:** (Diómedes, 2022).

Celonis

Está orientado específicamente a las empresas y permite analizar y visualizar cada uno de los procesos que se ejecutan en los diferentes departamentos, organizando el flujo de información esquemáticamente, además permite aplicar Process Mining, para modelar procesos entre la base de la información en los sistemas, de la misma forma está programada para ayudar y revelar las debilidades de las empresas haciendo los procesos transparentes, eficientes, rápidos y rentables (Evangelista & Coronado, 2023).

Disco (software comercial)

Es una herramienta para la Minería de Procesos, la cual fue desarrollada con el objetivo de hacer la minería de procesos, en las entidades empresariales y orientado específicamente aquellos datos que se agrupan entre cantidades inmensurables, esquematizando las funciones y procesando los eventos, creando rutinas de mejora en los procesos, extrayendo la información y los datos, organizando a las industrias con el análisis de los clientes, la auditoría y la optimización de procesos generalizados, descubriendo de manera eficiente el embotellamiento, haciendo que todo sea flexible y fácil en su manejo, optimizando las capacidades de visualización y filtrado (Castillo y Flores, 2022).

Pro-M (software open source)

Es un programa que ofrece máxima flexibilidad, dispone de un núcleo ProM 6 el cual está distribuido entre paquetes los cuales son descargables y utilizan código y licencia para poder habilitarlo, como GNU, lo cual tiene su significado “instalación ProM sin restricciones”, además utiliza licencia GLP, por otro lado, el sistema distribuye los paquetes con un plugin el cual mejora las actividades de forma automatizada (Castillo y Flores, 2022).

Estas herramientas son las que se tomaron en consideración para la Minería de Procesos, en la data de gestión de titulación de la Carrera de Tecnología de la Información, el proyecto toma en consideración el descubrimiento de los procesos y el desafío de poder mejorarlo, por otro lado la minería de procesos permite analizar los casos de estudios entre disciplina que desarrollan los procesos, para así mejorarlos, optimizarlos automáticamente, permitiendo los desafíos futuros que puede presentar la minería de procesos en su aplicación en las organizaciones y las investigaciones que se requieren para el avance de esta disciplina, que ha sido catalogada como la más promisoría en Business Process Management (Aguirre S. , 2015).

Técnicas de Minería de Procesos

Según (Aalst, 2022) se describen tres tipos de Minería de Procesos, las cuales son descubrimiento, conformidad y mejora (Aalst, 2022).

- **Descubrimiento:** el descubrimiento de procesos utiliza datos de registro de eventos para crear un modelo de proceso sin influencia externa. Bajo esta clasificación, no existirían modelos de proceso previos para informar el desarrollo de un nuevo modelo de proceso. Este tipo de Minería de Procesos es el más adoptado (Aalst, 2022).
- **Conformidad:** la verificación de conformidad confirma si el modelo de proceso previsto se refleja en la práctica. Este tipo de Minería de Procesos compara una descripción de proceso con un modelo de

proceso existente en función de sus datos de registro, identificando así cualquier desviación del modelo previsto (Aalst, 2022).

- **Mejora:** este tipo de Minería de Procesos también se ha denominado minería de extensión, minería organizativa o minería de rendimiento. En esta clase de minería de procesos, se utiliza información adicional para mejorar un modelo de proceso existente. Por ejemplo, el resultado de la verificación de conformidad puede ayudar a identificar los cuellos de botella dentro de un modelo de proceso, lo que permite a los gerentes optimizar un proceso existente (Aalst, 2022).

Descubrimiento o Discovery

Para (Quintero, 2023) el descubrimiento de procesos es un conjunto de tecnologías y técnicas para identificar la forma en que las personas realizan los procesos empresariales. Va un paso más allá de la minería de procesos convencional a fin de determinar qué ocurre en el “espacio en blanco” entre los registros del sistema de los eventos en los procesos. El espacio en blanco son las distintas cosas que hacen las personas para crear eventos de procesos empresariales (como los diversos pasos para pagar una factura, por ejemplo), desde clics específicos del ratón hasta la apertura de archivos, documentos y páginas web, y la transferencia de información entre ellos.

El objetivo del descubrimiento de procesos es mejorar la eficiencia de los procesos empresariales. Usa aprendizaje automático e inteligencia artificial para mostrar a las organizaciones los pasos que pueden tomar para automatizar los procesos existentes para lograr este objetivo. También ilustra los nuevos procesos que pueden automatizar a fin de optimizar las funciones de trabajo críticas, como los recursos humanos o el servicio al cliente (Quintero, 2023).

Materiales y métodos

El tipo de Minería de Procesos que se aplicó en esta investigación es Discovery el cual trabaja con datos reales presentados con el Data Gestión de titulación, este tipo de minería adapta y mejora diversos procesos mediante los diferentes modelos de aplicación como son el Disco, Pro-M y Celonis, verificando la mejor herramienta que pueda acoplarse a la necesidad mediante el entorno gráfico de los procesos de Titulación en la Carrera de Tecnologías de la Información.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron los métodos teóricos – empíricos, de los métodos teóricos se utilizó el histórico lógico para determinar los antecedentes del objeto y del campo de investigación, así como la información relevante presente por autores que engrandecieron el tema de minería de procesos, se utilizó el análisis – síntesis para la partición de los objetos y el análisis del campo, de igual manera la síntesis de la investigación proporcionada por tesis, revistas, artículos científicos.

Métodos de Investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo bajo la experimentación utilizando herramientas Celonis, Disco y Pro-M, ayudaron con los recursos necesarios para el buen desempeño de la Minería de Procesos. Se aplican métodos de la investigación científica tales como:

Métodos teóricos:

- El método histórico-lógico, se utilizó para el estudio de los antecedentes sobre la Minería de Procesos.
- El método análisis-síntesis, se manejó para analizar la situación actual y las estrategias para el desarrollo del modelo de Minería de Procesos con las herramientas Disco, Pro-M y Celonis.
- El método inducción-deducción, se esgrimió en el diseño de investigaciones y enfatiza la construcción de hipótesis y conclusiones extraídas a través de métodos empíricos.
- El método sistémico-estructural-funcional, proporciona refinamiento y construcción del modelo a partir de los subsistemas y componentes que lo integran.

Métodos empíricos:

- El método de observación una técnica más directa y honesta que puede comprender de inmediato la verdad del problema.
- El método revisión bibliográfica, se complementó con la aplicación del método histórico-lógico de la investigación.

Resultados y discusión

Para los resultados se tomó en consideración una de las tres etapas de la Minería de Procesos, como es la del descubrimiento, la cual consiste en el registro de eventos de forma gráfica con la finalidad de brindar un modelo de cada proceso que se presenta en la gestión de Titulación.

Para esto se utilizó la data gestión de Titulación saneada y utilizando los procesos ETL que son un conjunto de técnicas, herramientas y tecnología que permiten extraer datos de varias fuentes, para así poder transformarlos en formato que sean veraces y útiles, también se utilizaron los procesos SQL para los procesos generales en la base de datos, con el fin de llegar a los resultados esperados y utilizando las herramientas Celonis, Disco y Pro-M para crear el flujo de datos esperados de forma gráfica, de aquí se permitirá hacer una comparación analizando el recorrido del dato y verificar los cuellos de botellas que exista en cada una, para así poder proponer una mejora en los procesos que se realiza. Estas herramientas utilizan los procesos de manera gráfica y sostiene el mejoramiento y la redundancia de datos, en operaciones donde el objetivo es estructurar una mejora en el flujo de información.

Data Gestión de Titulación

Para los procesos de la gestión de Titulación se sigue una serie de instrucciones, de las cuales se pretende incluir la Minería de Procesos junto con el aprendizaje automático Workflow, para así generar de forma inmediata los procesos de forma secuencial sin interrupción y en el menor tiempo posible, para esto se detallan los procesos generados a lo largo de la investigación de la gestión de Titulación de la Carrera de Tecnologías de la Información.

Tabla 1. Data Gestión de Titulación.

ACTIVIDAD	INICIO	FIN	RECURSO	CASE_ID
Entrega Ficha de Presentación de Tema titulación Oficio CT1 Requerimientos	12/11/2018 0:00	10/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Entrega Ficha de Presentación de Tema titulación Oficio CT1 Requerimientos	14/11/2018 0:00	08/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	2
Entrega Ficha de Presentación de Tema titulación Oficio CT1 Requerimientos	21/11/2018 0:00	13/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	3
Entrega Ficha de Presentación de Tema titulación Oficio CT1 Requerimientos	13/11/2018 0:00	07/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Entrega Ficha de Presentación de Tema titulación Oficio CT1 Requerimientos	15/11/2018 0:00	13/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Asignación de Tutor	16/11/2018 0:00	11/10/2019 0:00	COMISIÓN	1
Asignación de Tutor	18/11/2018 0:00	16/11/2019 0:00	COMISIÓN	2
Analiza Temas	16/11/2018 0:00	14/11/2019 0:00	COMISIÓN	1
Aprobación Temas	17/11/2018 0:00	09/10/2019 0:00	COMISIÓN	1
Aprobación Temas	17/11/2018 0:00	15/11/2019 0:00	COMISIÓN	2
Se informa la no aprobación de Tema o temas con observaciones	19/11/2018 0:00	10/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Se informa la no aprobación de Tema o temas con observaciones	20/11/2018 0:00	11/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	2
Recibe Asignación de tutor	19/11/2018 0:00	12/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Recibe la NO aprobación o observaciones	20/11/2018 0:00	12/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	2
Se informa la aprobación de Tema al estudiante y tutor	22/11/2018 0:00	14/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Se informa la aprobación de Tema al estudiante y tutor	22/11/2018 0:00	13/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	2
Se informa la aprobación de Tema al estudiante y tutor	23/11/2018 0:00	25/11/2019 0:00	ESTUDIANTE	3
Recibe Notificación de tema Aprobado y Asignación de tutor	23/11/2018 0:00	15/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Entrega del Proyecto CT3	23/11/2018 0:00	14/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Entrega del Proyecto CT3	23/11/2018 0:00	15/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Entrega del Proyecto CT3	27/11/2018 0:00	30/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	3
Recibe Notificación ser tutor	23/11/2018 0:00	26/11/2019 0:00	TUTOR	2
Desarrolla Proyecto de Titulación	24/11/2018 0:00	16/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Realiza tutorías con el estudiante	24/11/2018 0:00	27/11/2019 0:00	TUTOR	1
Entrega del Proyecto CT2	25/11/2018 0:00	17/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	2
Entrega del Proyecto CT2	25/11/2018 0:00	28/11/2019 0:00	ESTUDIANTE	3
Recibe Proyecto CT2	26/11/2018 0:00	29/11/2019 0:00	TUTOR	1
Recibe Proyecto CT3	28/11/2018 0:00	16/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Se envía proyecto a Comisión de Titulación	29/11/2018 0:00	17/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Recibe Proyecto de Titulación	30/11/2018 0:00	18/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Asigna Tribunal del Proyecto	01/12/2018 0:00	19/11/2019 0:00	COMISIÓN	1
Se envía a Carrera la Asignación	02/12/2018 0:00	18/10/2019 0:00	COMISIÓN	1
Se envía a Carrera la Asignación	02/12/2018 0:00	20/11/2019 0:00	COMISIÓN	2
Recibe Asignación de tribunal	03/12/2018 0:00	19/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Informa del tribunal Asignado	04/12/2018 0:00	20/10/2019 0:00	COMISIÓN	1

Minería de Procesos para el descubrimiento automático

Informa del tribunal Asignado	05/12/2018 0:00	18/09/2019 0:00	COMISIÓN	2
Informa del tribunal Asignado	05/12/2018 0:00	01/12/2019 0:00	COMISIÓN	3
Informa del tribunal Asignado	05/12/2018 0:00	12/12/2019 0:00	COMISIÓN	4
Recibe Notificación de Tribunal asignado	05/12/2018 0:00	19/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Recibe Notificación de Tribunal asignado de su tutorado	05/12/2018 0:00	02/12/2019 0:00	TUTOR	1
Recibe Notificación como miembro de Tribunal	05/12/2018 0:00	13/12/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Realiza la revisión en máximo 10 días laborables	07/12/2018 0:00	14/12/2019 0:00	TRIBUNAL	2
Envía Oficio con las observaciones	08/12/2018 0:00	21/10/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Envía Oficio con las observaciones	08/12/2018 0:00	16/12/2019 0:00	TRIBUNAL	2
Posee Observaciones	08/12/2018 0:00	15/12/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Envía Oficio a Coordinación	08/12/2018 0:00	17/12/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Recibe Oficio CT4	09/12/2018 0:00	22/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Envía correcciones estudiante y tutor	10/12/2018 0:00	20/09/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Envía correcciones estudiante y tutor	10/12/2018 0:00	23/10/2019 0:00	TRIBUNAL	2
Envía correcciones estudiante y tutor	10/12/2018 0:00	03/12/2019 0:00	TRIBUNAL	3
Recibe observaciones	10/12/2018 0:00	21/09/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Recibe observaciones	10/12/2018 0:00	04/12/2019 0:00	TRIBUNAL	2
Envía a coordinación correcciones	11/12/2018 0:00	22/09/2019 0:00	TUTOR	1
Envía a coordinación correcciones	11/12/2018 0:00	24/10/2019 0:00	TUTOR	3
Recibe correcciones	12/12/2018 0:00	25/10/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Envía correcciones a tribunal	13/12/2018 0:00	26/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Envía Oficio a Coordinación	15/12/2018 0:00	27/10/2019 0:00	TUTOR	1
Recibe Oficio de Aprobación	16/12/2018 0:00	28/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Recibe Oficio de Aprobación	17/12/2018 0:00	08/12/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Recibe Oficio de Aprobación	18/12/2018 0:00	24/09/2019 0:00	COORDINACIÓN	3
Envía Oficio de Aprobación	17/12/2018 0:00	23/09/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Envía Oficio de Aprobación	17/12/2018 0:00	29/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Envía Oficio de Aprobación	17/12/2018 0:00	07/12/2019 0:00	COORDINACIÓN	3
Envía Oficio a Coordinación Solicitando fecha sustentación	18/12/2018 0:00	30/10/2019 0:00	COMISIÓN	1
Recibe Oficio de tutor	19/12/2018 0:00	31/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Asignan fecha de sustentación	20/12/2018 0:00	01/11/2019 0:00	COMISIÓN	1
Se solicita a la Comisión realizar el cronograma de sustentación	21/12/2018 0:00	02/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Se solicita a la Comisión realizar el cronograma de sustentación	21/12/2018 0:00	22/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Realiza Cronograma de Sustentación	22/12/2018 0:00	23/11/2019 0:00	COMISIÓN	1
Se notifica a la Carrera	23/12/2018 0:00	03/11/2019 0:00	COMISIÓN	1
Se notifica a la Carrera	23/12/2018 0:00	24/11/2019 0:00	COMISIÓN	2
Recibe cronograma de sustentación	25/12/2018 0:00	04/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	1

Minería de Procesos para el descubrimiento automático

Se notifica al estudiante tutor y miembros del tribunal la fecha y cronograma de sustentación	26/12/2018 0:00	25/09/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Se notifica al estudiante tutor y miembros del tribunal la fecha y cronograma de sustentación	26/12/2018 0:00	05/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Se notifica al estudiante tutor y miembros del tribunal la fecha y cronograma de sustentación	26/12/2018 0:00	18/12/2019 0:00	COORDINACIÓN	3
Recibe Notificación de fecha de sustentación	27/12/2018 0:00	26/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Recibe Notificación de fecha de sustentación de su tutorado	27/12/2018 0:00	11/12/2019 0:00	TUTOR	1
Recibe Notificación de fecha de sustentación	27/12/2018 0:00	19/12/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Defiende su Proyecto de Titulación	28/12/2018 0:00	27/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Envía a Coordinación Proyecto Titulación en Digital	29/12/2018 0:00	28/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Envía a Coordinación Proyecto Titulación en Digital	29/12/2018 0:00	06/11/2019 0:00	ESTUDIANTE	2
Recibe Proyecto Titulación en Digital	05/01/2019 0:00	07/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Cumple con todas las certificaciones se da el visto bueno	06/01/2019 0:00	08/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Notifica al estudiante para que realice empastado y grabe CD	07/01/2019 0:00	29/09/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Notifica al estudiante para que realice empastado y grabe CD	07/01/2019 0:00	09/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Recibe Notificación para que realice empastado y grabe CD	08/01/2019 0:00	30/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Empasta y graba CD	09/01/2019 0:00	01/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Empasta y graba CD	10/01/2019 0:00	02/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	2
Entrega a Coordinación Empastado y CD	10/01/2019 0:00	03/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Entrega a Coordinación Empastado y CD	10/01/2019 0:00	10/11/2019 0:00	ESTUDIANTE	2
Recibe Empastado y CD	11/01/2019 0:00	11/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Se notifica fecha de Incorporación	14/01/2019 0:00	04/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Se notifica fecha de Incorporación	14/01/2019 0:00	12/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Recibe fecha de Incorporación	15/01/2019 0:00	05/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Se envía proyecto a Comisión de Titulación	19/01/2019 0:00	17/11/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Realiza Incorporación	20/01/2019 0:00	06/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1

Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí - Ing. Ramón Sánchez.

Elaborado por: Autores de la investigación.

Al analizar la Minería de Procesos se utilizó diferentes modelos para poder verificar las gestiones que tienen inconvenientes y que retardan la ejecución inmediata de la gestión de Titulación, por lo que se aplicaron los siguientes modelos:

Modelo en Disco:

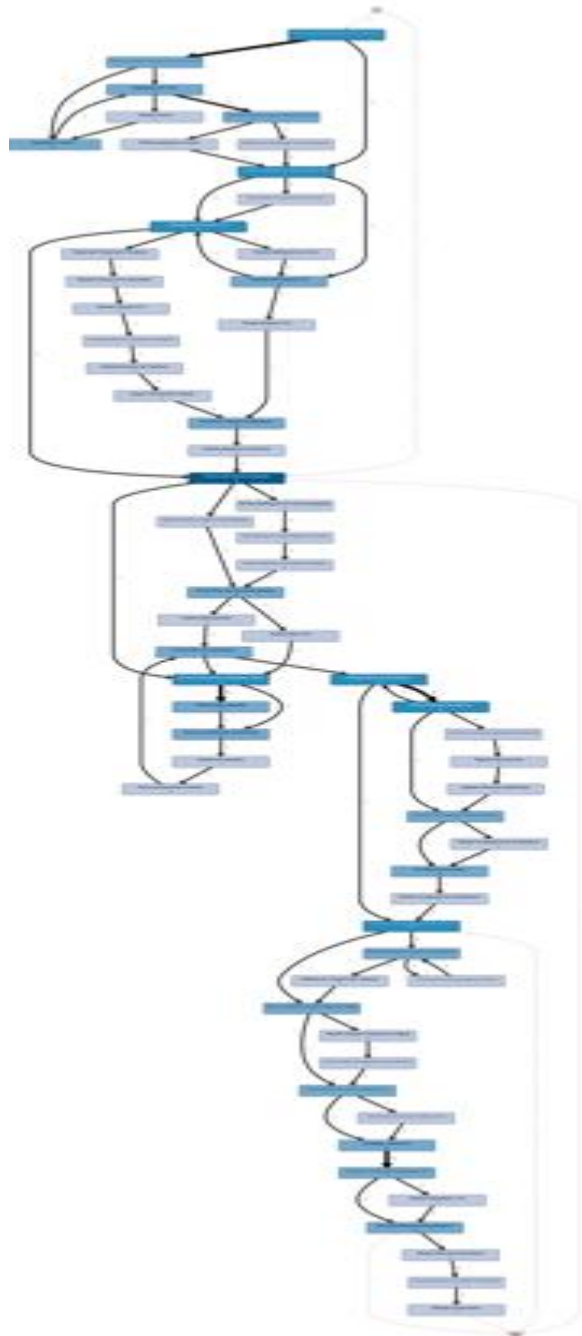


Figura 1. Modelo de Disco en la gestión de Titulación.
Elaborado por: Autores de la investigación.

Modelo en Pro-M:



Figura 2. Modelo en Pro-M en la gestión de titulación.

Elaborado por: Autores de la investigación

Modelo en Celonis

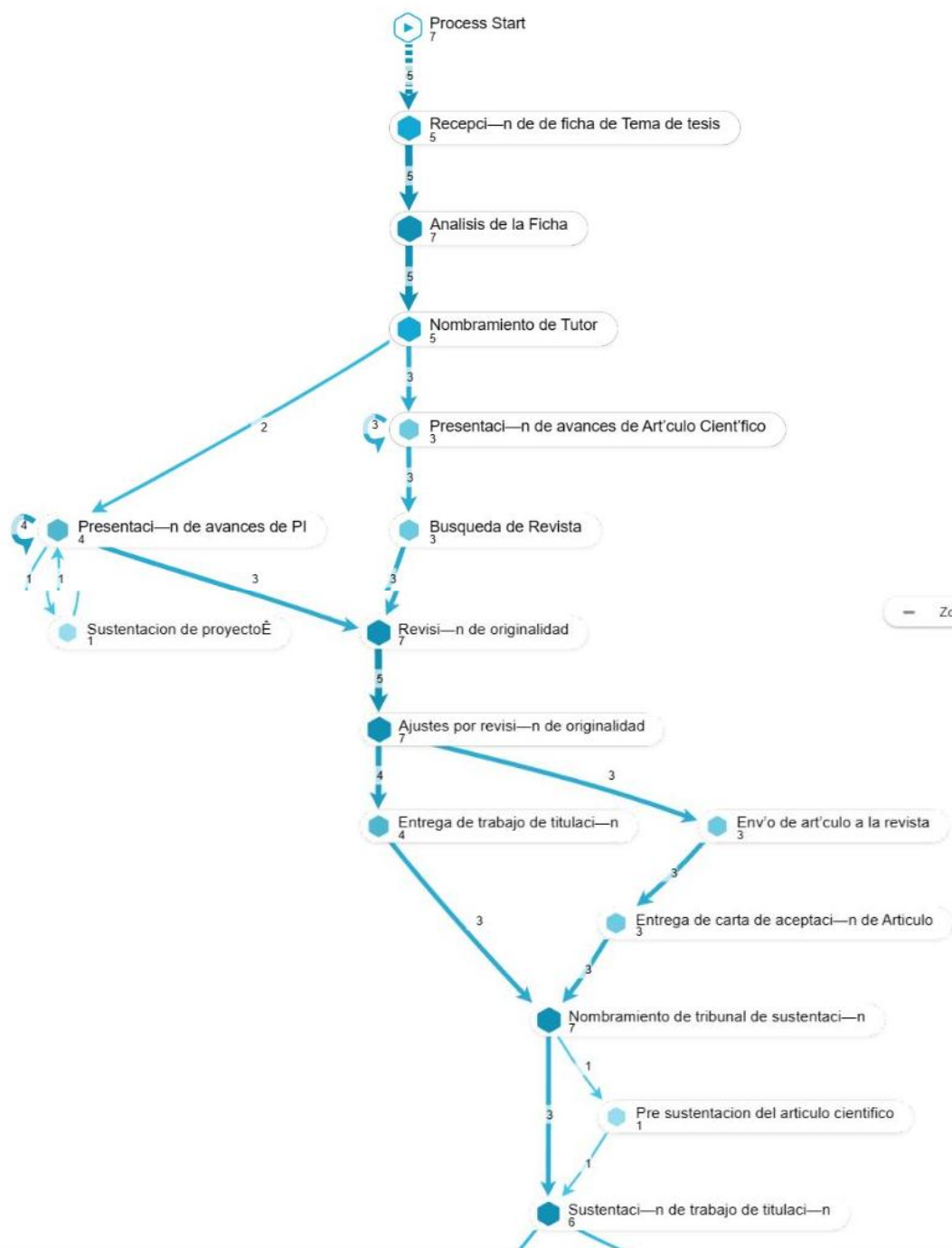


Figura 3. Modelo Celonis parte 1.
Elaborado por: Autores de la investigación

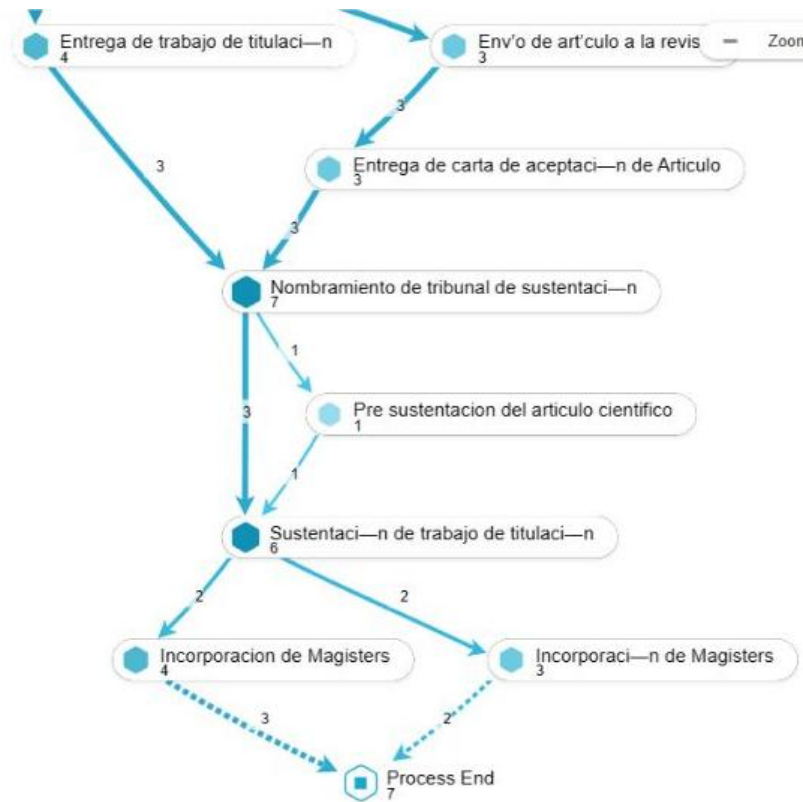


Figura 4. Modelo Celonis parte 2.
Elaborado por: Autores de la investigación

Tabla 2. Cuadro comparativo con respecto a los programas Disco – Pro-M y Celonis

Disco	Pro-M	Celonis
Descubrimiento automatizado de procesos.	Process Mining.	Execution Management System.
Animación de mapa de procesos.	Marco extensible.	Creación de análisis de informe.
Estadística detallada.	GNU Public License (GPL).	Diseño y modelado de los procesos.
Casos.	Plug-ins de ProM 6.	Herramientas de colaboración.
Filtros.	Lesser GNU Public License (L-GPL).	Software Business Intelligence.
Importar y exportar.		Información proactiva.
Gestión de procesos.		Recomendaciones y actualizaciones para cada área.
Permite hacer la resolución del modelo con los datos obtenidos de la cadena de datos.	Permite manejar la técnica Verificación utilizando algoritmos.	Soporte a decisiones.
		Cuadros de mandos integrales.
		Información ejecutiva.

Análisis predictivo.
Visualización de datos.
Informes.
Rendimiento,
Problemas/ineficiencia.

Elaborado por: Autores de la investigación.

Mediante los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a los diferentes sistemas de Minería de Procesos, se pudo verificar que quién dispone mayor eficiencia para el manejo de flujo de datos y los procesos es Celonis, mediante su interfaz amigable y versátil se puede realizar diferentes gestiones de procesos en Process Mining, por lo que se recomienda su utilidad en las gestiones generales en la Carrera de Tecnologías de la Información, de la misma forma prevé el descubrimiento automatizado para el beneficio de las gestiones.

Propuesta del Workflow de datos en la gestión de Titulación

Para poder mejorar el flujo de datos se pudo verificar que existen procesos repetidos en la data de Titulación, por lo que se tomó en consideración la eliminación de varios de estos procesos mejorando los tiempos entre procesos, entre estos aspectos de mejora se consideró 4 pieza claves para el flujo de datos que son case_id, el tiempo, la actividad y el recurso humano.

Tabla 3. Data Gestión de Titulación propuesta.

ACTIVIDAD	INICIO	FIN	RECURSO	CASE_ID
Entrega Ficha de Presentación de Tema Titulación	12/11/2018 0:00	10/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Oficio CT1 Requerimientos				
Asignación de Tutor	16/11/2018 0:00	11/10/2019 0:00	COMISIÓN	1
Analiza Temas	16/11/2018 0:00	14/11/2019 0:00	COMISIÓN	1
Aprobación Temas	17/11/2018 0:00	09/10/2019 0:00	COMISIÓN	1
Se informa la no aprobación de Tema o temas con observaciones	19/11/2018 0:00	10/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Recibe Asignación de tutor	19/11/2018 0:00	12/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Recibe la NO aprobación o observaciones	20/11/2018 0:00	12/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	2
Se informa la aprobación de Tema al estudiante y tutor	22/11/2018 0:00	14/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Recibe Notificación de tema Aprobado y Asignación de tutor	23/11/2018 0:00	15/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Entrega del Proyecto CT3	23/11/2018 0:00	14/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Entrega del Proyecto CT3	23/11/2018 0:00	15/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Recibe Notificación ser tutor	23/11/2018 0:00	26/11/2019 0:00	TUTOR	2
Desarrolla Proyecto de Titulación	24/11/2018 0:00	16/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Realiza tutorías con el estudiante	24/11/2018 0:00	27/11/2019 0:00	TUTOR	1
Entrega del Proyecto CT2	25/11/2018 0:00	17/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	2
Recibe Proyecto CT2	26/11/2018 0:00	29/11/2019 0:00	TUTOR	1
Recibe Proyecto CT3	28/11/2018 0:00	16/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Se envía proyecto a Comisión de Titulación	29/11/2018 0:00	17/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1

Minería de Procesos para el descubrimiento automático

Recibe Proyecto de Titulación	30/11/2018 0:00	18/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Asigna Tribunal del Proyecto	01/12/2018 0:00	19/11/2019 0:00	COMISIÓN	1
Se envía a Carrera la Asignación	02/12/2018 0:00	18/10/2019 0:00	COMISIÓN	1
Recibe Asignación de tribunal	03/12/2018 0:00	19/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Informa del tribunal Asignado	04/12/2018 0:00	20/10/2019 0:00	COMISIÓN	1
Recibe Notificación de Tribunal asignado	05/12/2018 0:00	19/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Recibe Notificación de Tribunal asignado de su tutorado	05/12/2018 0:00	02/12/2019 0:00	TUTOR	1
Recibe Notificación como miembro de Tribunal	05/12/2018 0:00	13/12/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Realiza la revisión en máximo 10 días laborables	07/12/2018 0:00	14/12/2019 0:00	TRIBUNAL	2
Envía Oficio con las observaciones	08/12/2018 0:00	21/10/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Posee Observaciones	08/12/2018 0:00	15/12/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Envía Oficio a Coordinación	08/12/2018 0:00	17/12/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Recibe Oficio CT4	09/12/2018 0:00	22/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Envía correcciones estudiante y tutor	10/12/2018 0:00	20/09/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Recibe observaciones	10/12/2018 0:00	21/09/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Envía a coordinación correcciones	11/12/2018 0:00	22/09/2019 0:00	TUTOR	1
Recibe correcciones	12/12/2018 0:00	25/10/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Envía correcciones a tribunal	13/12/2018 0:00	26/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Envía Oficio a Coordinación	15/12/2018 0:00	27/10/2019 0:00	TUTOR	1
Recibe Oficio de Aprobación	16/12/2018 0:00	28/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Envía Oficio de Aprobación	17/12/2018 0:00	23/09/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Envía Oficio a Coordinación Solicitando fecha sustentación	18/12/2018 0:00	30/10/2019 0:00	COMISIÓN	1
Recibe Oficio de tutor	19/12/2018 0:00	31/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Asignan fecha de sustentación	20/12/2018 0:00	01/11/2019 0:00	COMISIÓN	1
Se solicita a la Comisión realizar el cronograma de sustentación	21/12/2018 0:00	02/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Se solicita a la Comisión realizar el cronograma de sustentación	21/12/2018 0:00	22/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	2
Realiza Cronograma de Sustentación	22/12/2018 0:00	23/11/2019 0:00	COMISIÓN	1
Se notifica a la Carrera	23/12/2018 0:00	03/11/2019 0:00	COMISIÓN	1
Recibe cronograma de sustentación	25/12/2018 0:00	04/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Se notifica al estudiante tutor y miembros del tribunal la fecha y cronograma de sustentación	26/12/2018 0:00	25/09/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Recibe Notificación de fecha de sustentación	27/12/2018 0:00	26/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Recibe Notificación de fecha de sustentación de su tutorado	27/12/2018 0:00	11/12/2019 0:00	TUTOR	1
Recibe Notificación de fecha de sustentación	27/12/2018 0:00	19/12/2019 0:00	TRIBUNAL	1
Defiende su Proyecto de Titulación	28/12/2018 0:00	27/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Envía a Coordinación Proyecto Titulación en Digital	29/12/2018 0:00	28/09/2019 0:00	ESTUDIANTE	1

Recibe Proyecto Titulación en Digital	05/01/2019 0:00	07/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Cumple con todas las certificaciones se da el visto bueno	06/01/2019 0:00	08/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Notifica al estudiante para que realice empastado y grabe CD	07/01/2019 0:00	29/09/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Empasta y graba CD	09/01/2019 0:00	01/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Entrega a Coordinación Empastado y CD	10/01/2019 0:00	03/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Recibe Empastado y CD	11/01/2019 0:00	11/11/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Se notifica fecha de Incorporación	14/01/2019 0:00	04/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1
Recibe fecha de Incorporación	15/01/2019 0:00	05/10/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Se envía proyecto a Comisión de Titulación	19/01/2019 0:00	17/11/2019 0:00	ESTUDIANTE	1
Realiza Incorporación	20/01/2019 0:00	06/10/2019 0:00	COORDINACIÓN	1

Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí - Ing. Ramón Sánchez.

Elaborado por: Autores de la investigación.

Con la información propuesta se pudo verificar que existen **32** procesos repetidos, los cuales pueden ser generados en un solo evento, heredando la información necesaria, de esta manera se minimizan las repeticiones, mejorando considerablemente el flujo de datos, así como también los tiempos de actividades, colaborando con el recurso humano en la gestión de titulación.

Discusión

Según Aguirre y Rincón (2019) la Minería de Procesos es una disciplina que permite monitorear y optimizar los procesos generales referentes a los negocios mediante el análisis y del registro de los eventos del proceso, los cuales pueden estar almacenado en grandes cantidades de información o en sistemas extensos donde los procesos surgen de forma inmediata, por esta razón se presenta el desarrollo de la minería de procesos y llena hacer analizados tres casos los cuales determinan los factores críticos y su correcto uso. Entre la discusión de los desafíos futuros se toma en consideración a la Minería de Procesos, en la optimización de los eventos mencionados, para que así se mejoren los procesos con respecto a la mejora y enfatizando en la disminución de trabajo.

Por lo que se concuerda con el criterio de Aguirre y Rincón, mediante la comparación de las herramientas de Minería se pudo desarrollar esquemas gráficos donde cada herramienta utilizada generaba sus propios procesos verificando el estudio del flujo de información, indagando en las mejoras y la eficiencia futura para las gestiones de Titulación en la Carrera de Tecnologías de la Información.

Otro criterio manifiesta González y Otros (2019) donde focaliza en la adopción de los procesos enfocado al incremento, la cual permitirá verificar las normas y los modelos de excelencia, el cual permite las interrelaciones en una organización, ya sea dentro de las organizaciones como a fuera de ellas, controlando esquemáticamente las partes interesadas, las grandes cantidades de volúmenes de información en las empresas hace que los procesos se demoren más tiempo por la redundancia de los datos, el cual permitirá mejorar el desempeño de los trabajos incorporados en la organización, utilizando la tecnología y los modelos de negocios, entre los que se destaca la Minería de Procesos y la arquitectura empresarial.

Por lo que se concuerda con el criterio de González y Otros, y se manifiesta que es necesario la verificación de los procesos donde se evidencian los modelos y los parámetros que cada gestión realiza, proponiendo mejoras en cuanto al flujo de datos reduciendo tiempo en las gestiones realizadas, de esta forma la Minería de Procesos es un aspecto crucial en toda entidad pública y privada mejorando el rendimiento de la data.

Conclusiones

Se procedió analizar el flujo de procesos a través de su modelación utilizando una data saneada, fundamentando aspectos para el entendimiento de los procesos que maneja la gestión de Titulación y así poder determinar las transacciones, de los cuales se va a extraer los datos de ejecución real del proceso, para poder tener un trabajo automatizado en la gestión de Titulación de la Carrera de Tecnologías de la Información.

En cuanto a los modelados presentados como son Disco, Celonis y Pro-M se puede definir como mejor aplicación para la Minería de Procesos a la herramienta Celonis, por lo que es versátil, y amigable con el usuario, además los resultados los presenta de forma sistemática mediante la estructura organizada y reducida, en comparación con los otros modelados que presenta Disco y Pro-M.

Los criterios de mejora se pueden considerar como los procesos que se encuentran bien estructurados, pero se enfatizan en la redundancia de información, por lo que se requiere un reajuste en varias gestiones, esto mejorará el flujo de datos con respecto a los procesos que se incorporen en la gestión de Titulación, optimizando el tiempo y el flujo de datos, la Minería de Procesos y el Workflow permitieron verificar estos embotellamientos para poder corregirlos y mejorarlos. Otro aspecto indispensable es la reducción de flujo de datos y el uso indispensable de la información, estructurando de forma correcta los procesos utilizando las herramientas necesarias que sean eficientes y que cumplan con la reducción de tiempo y operaciones.

Recomendaciones

En cuanto a la investigación presente se pudo considerar que el uso correcto de una herramienta gráfica que pueda mejorar los procesos de flujo de información, deba aplicarse no solo para la gestión de Titulación en la Carrera de Tecnologías de la Información, sino también el cada proceso que se incorpore en el aspecto académico, mejorando el rendimiento de las gestiones en cuanto a procesos de tiempo, actualizando y mejorando las técnicas.

Se debe incorporar los modelados a las diferentes gestiones que realiza la carrera de tecnología de la Información, para así poder tener una estructura robusta en cuanto a los procesos enmarcados de las diferentes gestiones, además se debe incorporar estos conocimientos a los estudiantes, pero en la parte práctica, realizando modelados de diferentes procesos, con la respectiva colaboración de los departamentos colaborando con una data donde puedan practicar y a su vez mejorar.

Mejorar las rutinas de flujo de datos, tomando en consideración con la investigación presente, verificando los embotellamientos entre los procesos que se generan, actualizando la data y la información repetida, además monitorear constantemente los procesos de gestión de Titulación para optimizar los recursos de tiempo.

Referencias

- Aalst, W. (19 de marzo de 2022). Qué es la minería de procesos. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/process-mining#:~:text=Tanto%20su%20investigaci%C3%B3n%20como%20el,son%20descubrimiento%2C%20conformidad%20y%20mejora>.
- Aguirre, S. (nov de 2015). *Minería de Procesos, desarrollo, aplicaciones y factores críticos*. ResearchGate (repositorio): https://www.researchgate.net/publication/285383521_Mineria_de_procesos_desarrollo_aplicaciones_y_factores_criticos
- Castillo, L., & Flores, W. (18 de 7 de 2022). *Minería de Procesos con metodología ágil para mejorar la comercialización de la empresa de distribuciones DMD S.A.C.* Universidad Privada Antenor Orrego (repositorio institucional): https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/9208/1/REP_LUIS.CASTILLO_WALTER.FLORES_MINERIA.DE.PROCESOS.pdf
- Diómedes, V. (2022). *Qué es un WorkFlow y para que sirve a tu empresa*. Integradoc: <https://www.integradoc.com/que-es-un-workflow/>
- Evangelista, M., & Coronado, A. (13 de 2 de 2023). *Modelo para la evaluación de variables en el Sector Salud utilizando Process*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (repositorio institucional): https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653132/Evangelista_PM.pdf?sequence=3
- Martínez, A., Silega, N., & Noguera, M. (31 de julio de 2021). *Aplicaciones de Minería de Procesos para la mejora de los servicios públicos*. Revista Cubana de transformación digital: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/389/3892824007/3892824007.pdf>
- Medina, J. (2022). *Introduccion a la minería de procesos*. gbtec: <https://www.gbtec.com/es/recursos/process-mining/>
- Orellana, A., Larrea, O., & Pérez, D. (2015). Generador de Registros de Eventos para el Análisis de procesos en el Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS. Convención Salud: <http://www.convencionsalud2015.sld.cu/index.php/convencionsalud/2015/paper/view/380/559>
- Quintero, J. (17 de julio de 2023). Qué es el descubrimiento de procesos. Obtenido de automationanywhere: <https://www.automationanywhere.com/la/rpa/process-discovery>
- Sánchez, R. (2 de 1 de 2023). *Descubrimiento de proceso workflow de titulación aplicando técnicas de Minería de Procesos*. Universidad Estatal del Sur de Manabí (repositorio institucional): <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4801/1/Sanchez%20Aragundi%20Ramon%20Gregorio.pdf>

- Solana, p., Alonso, M., & Pérez, D. (24 de 1 de 2018). *Análisis y modelación con redes workflow del proceso de tratamiento de experiencias operativas*. Dialnet: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1637/13/UPS-CT002179.pdf>
- Velázquez, P., Flores, B., Astorga, M., Ibarra, J., González, F., & Pino, F. (2016). *Evidencia Empírica de la Minería de Procesos en implantación de CMMI-DEV*. Universidad de Guadalajara : https://www.redalyc.org/journal/5122/512253114010/html/#redalyc_512253114010_ref17