UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN**

Lineamientos para la integración de minería de procesos y visualización de
datos

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas de Información

AUTOR(ES)

Chise Teran, Bryhan (0000-0002-5815-5772)

Hurtado Bravo, Jimmy Manuel (0000-0002-5895-5542)

ASESOR

Armas Aguirre, Jimmy Alexander (0000-0002-1176-8969)

Lima, 04 de diciembre de 2020

DEDICATORIA

Dedicada a nuestros familiares, que son parte y todo de nuestros logros.

RESUMEN

Process mining es una disciplina que ha tomado mayor relevancia en los últimos años; prueba de ello es un estudio realizado por la consultora italiana HSPI en el 2018, donde se indica un crecimiento del 72% de casos de estudio aplicados sobre *process mining* con respecto al año 2017. Así mismo, un reporte publicado en el mismo año por *BPTrends*, firma especializada en procesos de negocio, afirma que las organizaciones tienen como prioridad en sus proyectos estratégicos el rediseño y automatización de sus principales procesos de negocio. La evolución de esta disciplina ha permitido superar varios de los retos que se identificaron en un manifiesto [1] realizado por los miembros de la *IEEE Task Force on Process Mining* en el 2012. En este sentido, y apoyados en el desafío número 11 de este manifiesto, el objetivo de este proyecto es integrar las disciplinas de *process mining* y *data visualization* a través de un modelo de interacción de lineamientos que permitan mejorar el entendimiento de los usuarios no expertos¹ en los resultados gráficos de proyectos de *process mining*, a fin de optimizar los procesos de negocio en las organizaciones.

Nuestro aporte tiene como objetivo mejorar el entendimiento de los usuarios no expertos en el campo de *process mining*. Por ello, nos apoyamos de las técnicas de *data visualization* y de la psicología del color para proponer un modelo de interacción de lineamientos que permita guiar a los especialistas en *process mining* a diseñar gráficos que transmitan de forma clara y comprensible. Con ello, se busca comprender de mejor forma los resultados de los proyectos de *process mining*, permitiéndonos tomar mejores decisiones sobre el desempeño de los procesos de negocio en las organizaciones.

El modelo de interacción generado en nuestra investigación se validó con un grupo de usuarios relacionados a procesos críticos de diversas organizaciones del país. Esta validación se realizó a través de una encuesta donde se muestran casos a dichos usuarios a fin de constatar las 5 variables que se definieron para medir de forma cualitativa el nivel de mejora en la comprensión de los gráficos al aplicar los lineamientos del modelo de interacción. Los

¹ Se define como usuario no experto a aquel que no tiene un conocimiento profundo en *process mining*, sino en el/los proceso(s) de negocio que es/son parte de un proyecto de *process mining*.

resultados obtenidos demostraron que 4 de las 5 variables tuvieron un impacto positivo en la percepción de los usuarios según el caso que se propuso en forma de pregunta.

Palabras clave: Minería de procesos; Visualización de datos; Lineamientos; Modelo de Interacción; Matriz; Metodología; Analítica Visual; Psicología del color

Guidelines for the integration of process mining and data visualization

Process mining is a discipline that has become more relevant in recent years; proof of this is a study carried out by the Italian consultancy HSPI in 2018, where a growth of 72% of case studies applied on process mining is indicated compared to 2017. Likewise, a report published in the same year by BPTrends, a firm specialized in business processes, affirms that organizations have as a priority in their strategic projects the redesign and automation of their main business processes. The evolution of this discipline has made it possible to overcome several of the challenges that were identified in a manifesto [1] made by the members of the IEEE Task Force on Process Mining in 2012. In this sense, and supported by challenge number 11 of this manifesto, the objective of this project is to integrate the disciplines of process mining and data visualization through an interaction model of guidelines that allow to improve the understanding of non-expert users in the graphical results of process mining projects, in order to optimize the business processes in organizations.

Our contribution aims to improve the understanding of non-expert users in the field of process mining. For this reason, we rely on data visualization techniques and color psychology to propose an interaction model of guidelines that allows us to guide process mining specialists to design graphics that convey clearly and understandably. With this, it seeks to better understand the results of process mining projects, allowing us to make better decisions about the performance of business processes in organizations.

The interaction model generated in our research was validated with a group of users related to critical processes from various organizations in the country. This validation was carried out through a survey where cases are shown to these users in order to verify the 5 variables that were defined to qualitatively measure the level of improvement in the compression of the graphs when applying the guidelines of the interaction model. The results obtained showed that 4 of the 5 variables had a positive impact on the perception of users according to the case that was proposed in the form of a question.

Keywords: Process Mining; Data Visualization; Guidelines; Interaction Model; Matrix; Methodology; Visual Analytics; Color Psychology

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROYECTO	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 INDICADORES DE ÉXITO	5
1.4 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	5
1.4.1 Plan de Gestión del Alcance.....	5
1.4.2 Plan de Gestión del Tiempo	6
1.4.3 Plan de Gestión de Recursos	7
1.4.4 Plan de Gestión de Comunicaciones	9
1.4.5 Plan de Gestión de Riesgos	13
CAPÍTULO 2: LOGROS DE LOS STUDENT OUTCOMES ABET.....	15
2.1 STUDENT OUTCOMES.....	16
2.1.1 Student Outcome 1	16
2.1.2 Student Outcome 2	17
2.1.3 Student Outcome 3	17
2.1.4 Student Outcome 4	18
2.1.5 Student Outcome 5	18
2.1.6 Student Outcome 6	19
2.1.7 Student Outcome 7	20
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	22
3.1 PROCESS MINING.....	23
3.2 BUSINESS PROCESS INTELLIGENCE	23
3.3 METODOLOGÍAS DE PROCESS MINING	25
3.3.1 L* Life Cycle Model	25
3.3.2 PM ²	26
3.3.3 PMPM.....	27
3.3.4 PMMF.....	28

3.3.5	Analysis guide for user-focused process mining	29
3.4	TÉCNICAS DE DATA VISUALIZATION	30
3.4.1	Scatter Plots	30
3.4.2	Pie (Donut Chart)	31
3.4.3	Line Charts	31
3.4.4	Bar Charts	32
3.4.5	Bubble Plots.....	33
3.4.6	Box Plot.....	33
3.4.7	Network Diagrams.....	34
3.4.8	Decision Trees	35
3.4.9	Gráfico Estructurado.....	35
3.4.10	Estructura de Árbol.....	36
3.4.11	Gráfico de Árbol.....	37
3.4.12	Petri Nets	37
3.4.13	Tree Map.....	38
3.5	VISUAL ANALYTICS.....	38
3.6	PSICOLOGÍA DEL COLOR.....	39
CAPÍTULO 4: DESARROLLO DEL PROYECTO.....		40
4.1	LÍNEAS DE TIEMPO DEL PROYECTO	41
4.1.1	Línea de tiempo de <i>process mining</i>	41
4.1.2	Línea de tiempo de <i>data visualization</i>	43
4.1.3	Línea de tiempo del acercamiento entre <i>process mining</i> y <i>data visualization</i>	44
4.1.4	Propuesta de Investigación	45
4.1.5	Psicología del Color	49
CAPÍTULO 5: RESULTADOS DEL PROYECTO.....		53
5.1	MODELO DE INTERACCIÓN DE LINEAMIENTOS	54
5.1.1	Aporte de Valor	54
5.1.2	Metodología extendida de implementación de proyectos de <i>process mining</i>	68
5.2	VALIDACIÓN CUALITATIVA DEL PROYECTO	70
5.2.1	Metodología.....	70
5.2.2	Evaluación Cualitativa.....	71
5.3	ROADMAP DE PROYECTOS	74

5.3.1	Proyectos	74
5.3.2	Objetivos Generales y Específicos	75
CAPÍTULO 6: GESTIÓN DEL PROYECTO.....		79
6.1	EDT	80
6.2	DICCIONARIO EDT	80
6.3	MATRIZ DE TRAZABILIDAD DE REQUERIMIENTOS	105
6.4	DESCRIPCIÓN DE ROLES Y RESPONSABILIDADES	109
6.5	MATRIZ RAM	114
CONCLUSIONES		118
RECOMENDACIONES		120
GLOSARIO.....		121
REFERENCIAS		122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de aceptación del proyecto	5
Tabla 2. Fases e hitos del proyecto.....	6
Tabla 3. Requerimientos de personal para el proyecto.....	8
Tabla 4. Matriz de Comunicaciones	13
Tabla 5. Matriz de Riesgos	14
Tabla 6. Propósito de cada tipo de gráfico en [27].....	46
Tabla 7. Elaboración propia.....	47
Tabla 8. [7], [9], [23], [28] & [29].....	48
Tabla 9. Significado del color en [25]	51
Tabla 10. Relación entre preguntas/objetivos en proyectos de process mining y técnicas de data visualization	57
Tabla 11. Modelo de Interacción de Lineamientos	68
Tabla 12. Método Delphi.....	70
Tabla 13. Escala de Likert	71
Tabla 14. Estructura de la encuesta	72
Tabla 15. Resultados de la validación	74
Tabla 16. Diccionario EDT	82
Tabla 17. Descripción de actividades	105
Tabla 18. Matriz de Trazabilidad de Requerimientos	109
Tabla 19. Rol de Asesor/Cliente.....	110
Tabla 20. Rol de Jefe de Proyecto	112
Tabla 21. Rol de Portfolio Manager	114
Tabla 22. Matriz RAM	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama del Proyecto	7
Figura 2. Scatter Plots en [17]	30
Figura 3. Pie Chart en [17]	31
Figura 4. Line Charts en [17]	32
Figura 5. Bar Charts en [17]	32
Figura 6. Bubble Plots en [17].....	33
Figura 7. Box Plot en [17]	34
Figura 8. Network Diagrams en [17].....	34
Figura 9. Decisions Trees en [17].....	35
Figura 10. Gráfico estructurado en [18]	36
Figura 11. Estructura de Árbol en [18].....	36
Figura 12. Gráfico de Árbol en [18].....	37
Figura 13. Petri Nets en [19]	38
Figura 14. Tree Map en [20].....	38
Figura 15. Línea de tiempo de process mining.....	41
Figura 16. Línea de tiempo de data visualization.....	43
Figura 17. Línea de tiempo del acercamiento entre process mining y data visualization ...	44
Figura 18. Propiedades de los colores en [24].....	50
Figura 19. Diseño del Modelo de Interacción de Lineamientos.....	52
Figura 20. Metodología PM ² en [16].....	69
Figura 21. Extensión de la Metodología PM ² en [16]	70
Figura 22. Roadmap de Proyectos	74
Figura 23. EDT del Proyecto.....	80

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto es implementar un modelo de interacción de lineamientos de *process mining* y *data visualization*. Para la implementación de este modelo es necesario encontrar variables que hagan sinergia entre estas disciplinas y otros temas relevantes como la psicología del color y/o la analítica visual que enriquecen la propuesta. La validación del modelo se realiza bajo el método Delphi, a través de una encuesta realizada a un grupo de usuarios responsables de uno o más procesos de negocio claves en diversas empresas del país, a fin de constatar la mejora cualitativa en los gráficos de proyectos de *process mining*.

La necesidad de este proyecto nace a partir de entregar un mejor entendimiento a los usuarios responsables de procesos de negocio que utilicen *process mining* como un medio para encontrar mejoras significativas en dichos procesos. Esta mejora en el entendimiento es posible con la participación de especialistas *process mining*, ya que los lineamientos del modelo de interacción están hechos para que estos especialistas los implementen y generen un impacto de mejora en la entrega de resultados en proyectos de *process mining*.

La estructura de este documento se encuentra distribuida en 6 capítulos:

En el capítulo uno se describe principalmente la necesidad existente detrás de esta investigación. Así mismo, se define los objetivos e indicadores que permitan medir el cumplimiento del proyecto. Además, se describe la planificación del proyecto bajo las mejores prácticas de la guía PMBOK.

En el capítulo dos se describen los Student Outcomes ABET que nos permiten evaluar nuestra investigación desde diferentes perspectivas.

En el capítulo tres nos enfocamos en los conceptos detrás de nuestra investigación. Las disciplinas utilizadas en el proyecto a un nivel más detallado.

En el capítulo cuatro nos encontramos con la literatura detrás de nuestra investigación. Líneas de tiempo que nos permitieron encontrar las variables necesarias para integrar estas dos disciplinas como son *process mining* y *data visualization*.

En el capítulo cinco mostramos los resultados alcanzados con el proyecto. Previo a ello, los métodos/metodologías para realizar la validación de nuestra propuesta. Y posterior a ello,

un *roadmap* de proyectos que permita recoger tendencias tecnológicas actuales e integrarlas con nuestro enfoque para generar un impacto positivo en la disciplina de *process mining*.

Por último, en el capítulo seis se describe ampliamente la gestión realizada alrededor de nuestro proyecto de investigación bajo la guía PMBOK.

CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se describen los aspectos generales del proyecto. El planteamiento del problema donde justificamos la necesidad del proyecto; los objetivos e indicadores de éxito, que nos permiten medir el cumplimiento del proyecto; y la planificación integral del mismo.

1.1 Planteamiento del problema

El proyecto contempla la necesidad de buscar la integración entre las disciplinas de *process mining* y *data visualization* para identificar lineamientos que permitan optimizar procesos de negocio en proyectos de *process mining*. Esta necesidad es sustentada a partir de las siguientes dos (2) causas:

La primera causa, es la necesidad de mejorar el entendimiento de los usuarios no expertos, en el análisis de resultados de *process mining*. Esta necesidad está relacionada al desafío número once (11) en [1]. Por su lado, la segunda causa se refiere a la necesidad de una variedad de gráficos o elementos de gráficos que permitan ofrecer una representación correcta para la audiencia objetivo (usuarios no expertos) y su toma de decisiones. Esta necesidad está relacionada al principio rector cinco (5) en [1].

1.2 Objetivos del proyecto

Para el cumplimiento de nuestro proyecto, con el problema sustentada en el espacio anterior, tenemos los siguientes objetivos:

1.2.1 Objetivo General

Implementar un modelo de interacción de lineamientos que permita la integración de *process mining* y *data visualization*.

1.2.2 Objetivos Específicos

Objetivo Específico 1

Analizar metodologías de *process mining* y otras disciplinas de procesos que permitan optimizar los procesos de negocio, utilizando técnicas de *data visualization* y la psicología del color.

Objetivo Específico 2

Diseñar un modelo de interacción que permita la interacción de *process mining* y *data visualization*.

Objetivo Específico 3

Validar el modelo de interacción de lineamientos a través de una encuesta cualitativa con el apoyo de un experto en *process mining* y el cliente del proyecto.

Objetivo Específico 4

Proponer una cartera de proyectos (*roadmap*) que facilite la aplicación del modelo de interacción de lineamientos en nuevas tecnologías y/o disciplinas.

1.3 Indicadores de éxito

Criterios de Aceptación		Objetivo
IE1	Acta de investigación de las disciplinas, metodologías y técnicas que permitan integrar los lineamientos de minería de procesos y visualización de datos aprobada por el cliente del proyecto.	OE1
IE2	Acta del diseño del modelo de interacción de lineamientos aprobada por el cliente del proyecto.	OE2
IE3	Acta de conformidad de la validación del modelo de interacción de lineamientos aprobada por el cliente del proyecto.	OE3
IE4	Acta de la cartera de proyectos aprobada por el cliente del proyecto.	OE4

Tabla 1. Criterios de aceptación del proyecto

1.4 Planificación del proyecto

A continuación, se presenta los planes de gestión para el desarrollo de nuestro proyecto académico.

1.4.1 Plan de Gestión del Alcance

El alcance del proyecto incluirá:

Investigación de la literatura en la disciplina de minería de procesos y las técnicas de visualización de datos para el desarrollo del marco teórico y el estado del arte del proyecto

Listado de técnicas de *data visualization* y metodologías de *process mining* que permitan identificar variables de integración para la creación de lineamientos.

Análisis del significado de los colores en la psicología del color para mejorar el valor del modelo de interacción de lineamientos.

Desarrollo de los documentos de gestión del proyecto según la metodología de proyectos PMBOK.

Las exclusiones del proyecto son las siguientes:

No se contempla el desarrollo de un producto software para la implementación de los lineamientos

El proyecto y la investigación no está centrado en temas de BI, BigData, DataScience y/o Inteligencia Artificial.

1.4.2 Plan de Gestión del Tiempo

Fase del Proyecto	Hito del proyecto	Fecha Estimada	Entregables incluidos
Iniciación	<ul style="list-style-type: none"> Presentación del acta de proyecto 	Semana 3 - Lunes 27/08/2018	<ul style="list-style-type: none"> Project Charter Documento de alineamiento del proyecto a los outcomes de ABET.
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> Presentación del análisis de los principios, disciplinas y herramientas de minería de procesos y visualización de datos Sustentación con el Portafolio Manager 	Semana 9 - Lunes 08/10/2018	<ul style="list-style-type: none"> Documentos de Gestión Línea de tiempo de <i>process mining</i> Línea de tiempo de <i>data visualization</i> Línea de tiempo del acercamiento entre <i>process mining</i> y <i>data visualization</i>
Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> Sustentación con el Portafolio Manager Sustentación Parcial con el Comité de Proyectos 	Semana 23 - Lunes 22/04/2019	<ul style="list-style-type: none"> Diseño y documentación del modelo de lineamientos de <i>process mining</i> y <i>data visualization</i>.
		Semana 25 - Lunes 06/05/2019	
Control y Monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> Sustentación con el Portafolio Manager 	Semana 28 - Lunes 27/05/2019	<ul style="list-style-type: none"> Documento de validación cualitativa del proyecto
Cierre	<ul style="list-style-type: none"> Sustentación Final con el Comité de Proyectos 	Semana 32 - Lunes 24/06/2019	<ul style="list-style-type: none"> Cartera de proyectos

Tabla 2. Fases e hitos del proyecto

1.4.3 Plan de Gestión de Recursos

Figura 1. Organigrama del Proyecto

Los roles involucrados en el desarrollo del proyecto son los siguientes:

Cliente:

- Cumplir el rol de Product Manager en los proyectos profesionales que tiene asignado.
- Realizar cualquier actividad solicitada por su Portfolio Manager, Senior Portfolio Manager, el Director de la PMO y/o el Comité de proyectos de la escuela.

Para más información sobre este rol, ver documento: LIMPVD - Descripción de Roles y Responsabilidades - Cliente v1.0

Portfolio Manager

- Supervisar, coordinar y controlar los proyectos y las actividades asignadas dentro de su portafolio.
- Administrar eficientemente los recursos asignados a su cargo.

- Velar por el adecuado cumplimiento de los proyectos sin afectar la calidad esperada de los mismos.
- Resolver adecuadamente cualquier incidente que esté dentro de su ámbito sin afectar los intereses ni la imagen de la escuela.
- Realizar cualquier actividad que pudiera ser solicitada por el director de la PMO y el Comité de proyectos de la escuela.

Para más información sobre este rol, ver documento: LIMPVD - Descripción de Roles y Responsabilidades – Portfolio Manager v1.0

Jefe de Proyecto:

- Gestionar su proyecto profesional, bajo el PMBOK, siguiendo los lineamientos de la Dirección de Proyectos durante todos sus procesos: Inicio, Planificación, Ejecución, Seguimiento y Control, y Cierre.
- Aplicar adecuadamente las metodologías ágiles en el proceso de ejecución de su proyecto (cualquiera sea su naturaleza)-
- Administrar eficientemente todos los recursos asignados a su cargo.
- Realizar cualquier actividad que pudiera ser solicitada por el director de la PMO y el Comité de proyectos de la escuela.

Para más información sobre este rol, ver documento: LIMPVD - Descripción de Roles y Responsabilidades – Jefe de Proyecto v1.0

Requerimientos de personal para el proyecto:

Nivel de Experiencia / Conocimiento	Tipo (Interno/ Externo)	Fase – Entregable del Proyecto requerido	Cantidad personal requerido	Total de Horas de participación en el proyecto	Costo Hora del personal requerido (S/.)
Recurso de IT Services	Interno	Planificación	1	12	1

Tabla 3. Requerimientos de personal para el proyecto

1.4.4 Plan de Gestión de Comunicaciones

Información requerida	Contenido	Responsable de elaborarlo	Para su entrega a los Stakeholders	Método de comunicación a utilizar	Frecuencia	Código de EDT asociado
Project Charter	Documentos de gestión del proyecto	Equipo de Proyecto	Cliente	Físico, correo	A solicitud	1.1.1.
Alineamiento del proyecto a los outcomes de ABET	Alineamiento con las competencias de ABET	Equipo de Proyecto	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.1.2.
EDT	Documentos de gestión del proyecto	Chise Teran, Bryhan	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.2.1.
Diccionario EDT	Documentos de gestión del proyecto	Chise Teran, Bryhan	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.2.2.
Matriz de trazabilidad de requerimientos	Documentos de gestión del proyecto	Chise Teran, Bryhan	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.2.3.
Cronograma	Documentos de gestión del proyecto	Chise Teran, Bryhan	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.2.4.
Plan de Gestión de RRHH	Documentos de gestión del proyecto	Chise Teran, Bryhan	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.2.5.
Descripción de roles y responsabilidades	Documentos de gestión del proyecto	Chise Teran, Bryhan	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.2.6.

Matriz de riesgos	Documentos de gestión de proyecto	Chise Teran, Bryhan	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.2.7.
Matriz RAM	Documentos de gestión de proyecto	Chise Teran, Bryhan	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.2.8.
Matriz de comunicaciones	Documentos de gestión de proyecto	Chise Teran, Bryhan	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.2.9.
Marco teórico	Concepto del proyecto	Equipo de Proyecto	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.3.4.
Estado del arte	Revisión de la literatura	Equipo de Proyecto	Cliente	Físico, correo	Según cronograma	1.3.5.
Anexo Wasc	Alineamiento con competencias WASC	Equipo de Proyecto	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.3.6.
Actualización de alineamiento del proyecto a los outcomes de ABET	Alineamiento con competencias ABET	Equipo de Proyecto	Portfolio Manager	Físico, correo	Según cronograma	1.3.7.
Contacto con experto en process mining	Feedback constante sobre el proyecto	Equipo de Proyecto y Cliente	Cliente	Videconferencia (Blackboard)	Disponibilidad del experto	1.4.1.
Entrega de documentos finales	Entregables de investigación y gestión	Equipo de Proyecto	PMO	DVD, Sharepoint	Según cronograma	1.5.1.

Creación de la línea de tiempo de process mining	Revisión de la literatura de process mining	Chise Teran, Bryhan	Cliente	Físico, correo	Según cronograma	2.1.2.
Revisión de la línea de tiempo de process mining	Revisión por parte del cliente	Cliente	Equipo de proyecto	Físico, correo	Según cronograma	2.1.3.
Correcciones de la línea de tiempo de process mining	Correcciones solicitadas por el cliente	Equipo Proyecto	de Cliente	Físico, correo	Según cronograma	2.1.4.
Creación de la línea de tiempo de data visualization	Revisión de la literatura de process mining	Hurtado Bravo, Jimmy Manuel	Cliente	Físico, correo	Según cronograma	2.2.2.
Revisión de la línea de tiempo de data visualization	Revisión por parte del cliente	Cliente	Equipo de proyecto	Físico, correo	Según cronograma	2.2.3.
Correcciones de la línea de tiempo de data visualization	Correcciones solicitadas por el cliente	Equipo Proyecto	de Cliente	Físico, correo	Según cronograma	2.2.4.
Creación de la línea de tiempo entre process mining y data visualization	Revisión de la literatura del acercamiento entre process mining y data visualization	Hurtado Bravo, Jimmy Manuel	Cliente	Físico, correo	Según cronograma	2.3.2.
Revisión de la línea de tiempo de entre process mining y data visualization	Revisión por parte del cliente	Cliente	Equipo de proyecto	Físico, correo	Según cronograma	2.3.3.
Correcciones de la línea de tiempo de process mining y data visualization	Correcciones solicitadas por el cliente	Equipo Proyecto	de Cliente	Físico, correo	Según cronograma	2.3.4.

Creación del diseño del modelo de interacción de lineamientos	Integración de las disciplinas de process mining y data visualization	Equipo Proyecto	de Cliente	Físico, correo	Según cronograma	3.1.2.
Revisión del diseño del modelo de interacción de lineamientos	Revisión por parte del cliente	Cliente	Equipo de proyecto	Físico, correo	Según cronograma	3.1.3.
Correcciones del diseño del modelo de interacción de lineamientos	Correcciones solicitadas por el cliente	Equipo Proyecto	de Cliente	Físico, correo	Según cronograma	3.1.4.
Documentación del modelo (matriz) de interacción de lineamientos	Detalle de la integración de las disciplinas de process mining y data visualization	Equipo Proyecto	de Cliente	Físico, correo	Según cronograma	3.1.5.
Revisión del modelo (matriz) de interacción de lineamientos	Revisión por parte del cliente	Cliente	Equipo de proyecto	Físico, correo	Según cronograma	3.1.6.
Correcciones en el modelo (matriz) de interacción de lineamientos	Correcciones solicitadas por el cliente	Equipo Proyecto	de Cliente	Físico, correo	Según cronograma	3.1.7.
Documentación de la validación del proyecto	Planificación y ejecución de la encuesta	Equipo Proyecto	de Cliente	Físico, correo	Según cronograma	4.1.5.
Revisión de la validación del proyecto	Revisión por parte del cliente	Cliente	Equipo de Proyecto	Físico, correo	Según cronograma	4.1.6.
Correcciones de la validación del proyecto	Correcciones solicitadas por el cliente	Equipo Proyecto	de Cliente	Físico, correo	Según cronograma	4.1.7.

Creación de la cartera de proyectos	Desarrollo de la cartera de proyecto	Hurtado Bravo, Jimmy Manuel	Cliente	Físico, correo	Según cronograma	5.1.3.
Revisión de la cartera de proyectos	Revisión por parte del cliente	Cliente	Equipo de Proyecto	Físico, correo	Según cronograma	5.1.4.
Correcciones de la cartera de proyectos	Correcciones solicitadas por el cliente	Equipo de Proyecto	Cliente	Físico, correo	Según cronograma	5.1.5.

Tabla 4. Matriz de Comunicaciones

1.4.5 Plan de Gestión de Riesgos

#	Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Estrategia
1	Disponibilidad de los stakeholders	Las reuniones para la revisión del proyecto se postergan por fuerza mayor.	Baja	Medio	Mitigar: Disponer de horarios alternos u otros medios de comunicación
2	Aprobación de cambios en el proyecto	La aprobación de cambios en el proyecto no es aceptada por la PMO por temas de formato y/o firmas	Baja	Alto	Mitigar: Informarse sobre las funciones de la PMO y sus formatos en el sitio oficial de la escuela (sharepoint)
3	Cambios en la estructura de la memoria u otros entregables	La PMO realiza cambios en la estructura de los entregables del proyecto	Media	Alto	- Mitigar: Solicitar recursos de IT Service para la reestructuración de la documentación del proyecto
4	Cambios en la orientación del proyecto	Se decide orientar el proyecto a un sector en el cual el proyecto no es viable.	Media	Alto	- Mitigar: Evaluar diversos sectores donde el proyecto

					pueda ser aplicado y viable.
5	Recursos de IT Services saturados para el apoyo en el proyecto	Los recursos requeridos para el apoyo en el proyecto se encuentran saturados de tareas por lo que genera un retraso en el proyecto	Alta	Alto	- Mitigar: Solicitar el recurso de IT Services con antelación para el apoyo en el proyecto

Tabla 5. Matriz de Riesgos

CAPÍTULO 2: LOGROS DE LOS STUDENT OUTCOMES ABET

En este capítulo se detallan las actividades realizadas en el presente proyecto que evidencian el cumplimiento de los siete (7) students outcomes que forman parte de la acreditación que posee la carrera de Ingeniería de Sistemas de Información.

2.1 Student Outcomes

En esta sección, se explica detalladamente de qué manera se cumplen los student outcomes de ABET en las diferentes fases y/o etapas del proyecto. En la carrera de Ingeniería de Sistemas de Información, los student outcomes representan los indicadores de éxito que determinan que los estudiantes están capacitados para enfrentar los retos y problemas presentados actualmente en la sociedad, tomando como lineamientos básicos los principios éticos necesarios y las más actuales tendencias en tecnologías de información a nivel global.

2.1.1 Student Outcome 1

“La capacidad de identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando los principios de ingeniería, ciencia y matemática”.

Para el sustento del problema que queremos resolver con nuestro proyecto, encontramos información estadística de un estudio realizado [3] por BPTrends en el 2018, de lo que las empresas están buscando referente a nuestro proyecto. Hubo un incremento de más del 15% en proyectos de automatización de procesos del 2015 al 2017. Luego de observar que la necesidad existe comenzamos por establecer el por qué utilizar *process mining* y no otra metodología, herramientas o formas de mejorar procesos. Debido a la investigación en *process mining* confirmamos que esta disciplina no se centra en supuestos sino en hechos, tiene un mayor alcance debido a que observa holísticamente la situación desde tiempos, costos, recursos y personal, hasta llegar en detalle a las actividades de los procesos y por último debido a la robustez de los algoritmos recopilados, ya que no solo son presentados como una propuesta sin aplicación sino que ya están en marcha en múltiples herramientas como ProM o Celonis, y otras más.

Por último, al concluir con las investigaciones encontramos el nexo entre ambas disciplinas la cual es *visual analytics*, más específico la ciencia de la psicología del color. Debido a que en el proceso de entendimiento los usuarios perciben los gráficos los factores percibidos son los elementos y los colores, como los elementos ya están previamente definidos y estandarizados, fue el color utilizado el factor que deshicimos utilizar para brindar la solución que vienen a ser los lineamientos en sí.

Al recopilar los objetivos y preguntas en un proyecto de *process mining*, así como los gráficos y sus propósitos, por consiguiente los colores y lo que transmiten logramos unificar

los 5 factores mencionados para brindar lineamientos que permiten al usuario final entender de manera más sencilla los análisis de *process mining*.

2.1.2 Student Outcome 2

“La capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas con consideración de salud pública, seguridad y bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos”.

Para el diseño de los lineamientos propuestos es necesario tomar en cuenta ciertos factores como el proceso de entendimiento de los usuarios finales, así como los objetivos o preguntas establecidas en el proceso de planificación de un proyecto de minería de proceso, además de los gráficos y sus propósitos, como también las herramientas o programas que se utilizan en la actualidad para brindar estos análisis y sus técnicas más utilizadas.

Al poder comprender estos factores pudimos diseñar los lineamientos para atender la necesidad de los usuarios no expertos de entender y aportar en los proyectos, brindando la oportunidad de ser involucrado en el proyecto y un sentido de pertenencia e importancia.

Para el desarrollo de estos lineamientos utilizamos dos (2) fuentes principales como estándares, la primera es un proyecto anterior que propone lineamientos de uso y diseño para las técnicas de *data visualization* (Tomamos la estructura de lineamientos y la adaptamos a nuestro caso) la segunda es un framework de *process mining* para diagramar gráficos. De dicha fuente se aportaron ciertos factores y nace la idea de mejorar la estructura.

2.1.3 Student Outcome 3

“Capacidad de comunicarse efectivamente con un rango de audiencias”.

Para el proyecto desarrollado existen varios stakeholders para los cuales nuestra comunicación es única y diferente de acuerdo con los mismos. Por ejemplo, para las reuniones semanales con nuestro gerente de proyecto el lenguaje no es tan formal, siempre manteniendo el profesionalismo y presentando el avance, inconvenientes o problemas que hubiéramos pasado durante la semana en el proyecto, para este primer caso estuvimos atentos y abiertos de mente a cualquier aporte que el profesor gerente pudiera hacernos debido a sus años de experiencia y experiencia en metodologías ágiles posee mayor conocimiento en resolución de problemas.

Otro fue el caso de nuestro cliente y el experto en *process mining* a quienes nuestro lenguaje de conversación siempre fue formal y dar cuentas con respecto al avance del proyecto, le comentábamos datos interesantes sobre la investigación y de igual manera estábamos atentos no solo a temas de resolución de problemas sino también conocimiento en la rama y las necesidades que el cliente deseaba colocar como requerimientos en el proyecto.

2.1.4 Student Outcome 4

“La capacidad de reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y hacer juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales”.

Para el desempeño del proyecto no solo se aplicó ética profesional en la citación de fuentes sino en el objetivo número tres (3) de validación al ser anónimo y no utilizar los resultados para otra cosa que no sea el proyecto.

Otro aspecto interesante en el proyecto fueron los tiempos establecidos ya que en nuestro caso por ser un proyecto de investigación por lo que el objetivo más largo y de mayor tiempo fue el diseño y el de investigación. Incluso podríamos decir que el proceso de investigación fue iterativo debido de que aun en la fase de diseño continuábamos investigando de acuerdo con lo que se realizaba a diario se descubrían nuevos factores o cruces entre factores que no concordaban lo que nos inducía a seguir investigando.

Sin embargo, a pesar de estas iteraciones en el proyecto, no se sufrió ningún desfase en tiempos de entregas de objetivos sino que fueron entregados en las fechas establecidas o de lo contrario negociadas con el cliente y gerente nuevas fechas de entrega.

Por último, el impacto social de este proyecto va enfocado a la sensación de integración y pertenecía de un colaborador experto en procesos que con los lineamientos se lograra incluir a estos usuarios finales en los proyectos de minería de procesos.

2.1.5 Student Outcome 5

“La capacidad de funcionar efectivamente en un equipo cuyos miembros juntos proporcionan liderazgo, crean un entorno de colaboración e inclusivo, establecen objetivos, planifican tareas y cumplen objetivos”.

El equipo de proyecto está conformado por dos (2) integrantes, Bryhan y Jimmy, quienes hemos aprendido a trabajar en conjunto, y nuestro accionar no solo fue en base a amistad,

sino también posee un sentido profesional. Debido a que ambos ya tenemos experiencia laboral no fue difícil establecer metas y objetivos de trabajo sin embargo nos costó más el tema de organización y delegación de responsabilidades ya que no contamos con los mismos horarios o ideas.

Al final del proyecto logramos consolidar un gran equipo de trabajo en el que nos desempeñamos orientados a los resultados y con compromiso de por medio de no solo pasar un curso sino de dar lo mejor de ambas partes para satisfacer las necesidades del cliente resolviendo el problema planteado del entendimiento a usuarios no expertos en *process mining*.

Por los perfiles que poseemos ambos decidimos subdividir las tareas en investigación de *process mining* e investigación de *data visualization*. Bryhan encargado de la investigación de *process mining* y Jimmy encargado de la investigación de *data visualization*, pero en la segunda mitad del ciclo los roles cambiaron y aprendimos a adaptarnos, Jimmy sería el Jefe de proyecto quien velaría por el resultado y culminación de este, en tiempo y costos estimados, y Bryhan pasaría a ser el jefe de investigación quien al final realizó el artículo científico que muestra lo elaborado en el proyecto. La comunicación entre ambos siempre fue fluida vía mensajería de texto o si involucraba a un asesor o cliente vía correo.

2.1.6 Student Outcome 6

“La capacidad de desarrollar y llevar a cabo la experimentación adecuada, analizar e interpretar datos, y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones”.

Para la validación del proyecto se realizó una encuesta para observar el juicio de los usuarios finales frente a los lineamientos propuestos, midiendo el grado de entendimiento, colores y elemento adecuados y percepción. Se seleccionaron usuarios finales como jefes de área, analistas senior y encargados de procesos, cada uno encargado de diferentes procesos y empresa esto debido a que deseamos que la validación sea lo más imparcial y se muestre que aplica para todo usuario final.

Por consiguiente, lo que nos dio a entender esta encuesta es que los lineamientos son bien recibidos frente a los usuarios final, pero, existe una variable que es relativamente aceptada pero es baja en porcentaje en relación con las demás. La variable de percepción que posee un 65% de afirmación.

Esto puede significar dos (2) cosas, que el gráfico presentado no se entiende y sería interesante evaluar su permanencia en los lineamientos o por otro lado mejorar la calidad del gráfico y preguntar en la encuesta.

De cualquiera de las (2) formas los lineamientos seguirán evolucionando y esperamos contar con más puntos de mejora para ello.

2.1.7 Student Outcome 7

La capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje apropiadas.

Para el desarrollo del proyecto era necesario realizar las investigaciones de las disciplinas de *process mining* y *data visualization*. Empezamos por entender el concepto de cada una de las disciplinas, así como los factores involucrados. Para *process mining* empezamos a analizar mediante papers, como es que esta disciplina ha evolucionado en su concepto y definición, así como los tipos de minería de procesos que existe (3) las cuales poseen inputs y outputs diferentes y empiezan manera única al plantear objetivos o preguntas que serán respondidas con el desenlace del proyecto. Por otro lado, la disciplina cuenta con una serie de técnicas o algoritmos diseñados para cada uno de los tipos de minería de procesos, estos algoritmos son utilizados por los desarrolladores de software para enriquecer los programas de *process mining*. Al observar la disciplina de *data visualization* comprendimos que no son solo un conjunto de técnicas sino que desde su creación ya poseen un propósito y en algunos casos su uso se ve sesgado por el tipo de información o datos que se intenta representar. Por ejemplo el gráfico de Petri nets no aplica para tablas simples de una base de datos sino exclusivamente para una tabla de registros con ciertos campos obligatorios como el timestamp o el personal involucrado en cierta acción.

Una vez logramos entender la profundidad de ambas disciplinas y sus factores relacionados aún era muy difícil realizar una integración debido a que no encontrábamos factores en común entre ambas disciplinas más que los datos utilizados. Es en ese momento en el que decidimos pensar fuera de la caja y observar no solo las disciplinas, sino convergencias en el tiempo entre ambas para lograr encontrar factores en común, este pensamiento nos llevó a conocer la disciplina de *visual analytics* que busca integrar los gráficos a metodologías o disciplinas de análisis para facilitar el análisis cognitivo de una persona.

El mismo proceso de investigación se repitió para esta disciplina para poder encontrar el proceso de entendimiento de los usuarios en el que observamos que los usuarios finales perciben dos (2) factores (Elementos de los gráficos y los colores). Al concluir en que los elementos de los gráficos ya están definidos optamos por agregar valor a las visualizaciones de datos mediante psicología del color ya que los mismos emiten una sensación que permite al usuario utilizar un análisis cognitivo sin poseer conocimientos en *process mining*.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los conceptos claves detrás de nuestra investigación. Estos conceptos permiten tener un panorama amplio de cada disciplina estudiada y de las relacionadas a estas también.

3.1 Process Mining

Según Van der Alts et al “la minería de procesos es una disciplina de investigación relativamente joven que se ubica entre la inteligencia computacional y la minería de datos, por una parte, y la modelación y análisis de procesos, por otra. La idea de la minería de procesos es descubrir, monitorear y mejorar los procesos reales (i.e., no los procesos supuestos) a través de la extracción de conocimiento de los registros de eventos ampliamente disponibles en los actuales sistemas (de información) (...) La minería de procesos incluye el descubrimiento (automático) de procesos (i.e., extraer modelos de procesos a partir de un registro de eventos), la verificación de conformidad (i.e., monitorear desviaciones al comparar el modelo y el registro de eventos), la minería de redes sociales/organizacionales, la construcción automática de modelos de simulación, la extensión de modelos, la reparación de modelos, la predicción de casos, y las recomendaciones basadas en historia.” [1]

Además, provee un puente importante entre la minería de datos y la modelación y análisis de procesos de negocio. Bajo el paraguas de la Inteligencia de Negocios (Business Intelligence, BI), se han introducido muchas palabras de moda para referirse a herramientas más bien simples para hacer reportería y paneles de control.

3.2 Business Process Intelligence

Según M. Castellanos “Business Process Intelligence (BPI) se refiere a la aplicación de técnicas de Business Intelligence a los procesos de negocios. En este contexto, BI se refiere a tecnologías, aplicaciones y prácticas para la recopilación, integración, análisis y presentación de información comercial y, en ocasiones, también a la información en sí. El propósito de BI es apoyar una mejor toma de decisiones de negocios (Power 2007). La fuente de datos para BI es un llamado almacén de datos, es decir, una base de datos especial donde una organización almacena datos históricos importantes. La mayoría de las veces, los datos se recopilan de diferentes sistemas de información que se utilizan en una organización. El análisis de datos y la minería de datos se pueden realizar utilizando estos datos. El objetivo es traducir los datos a información comercial útil que pueda respaldar el proceso de toma de decisiones de la organización. Si el almacén de datos también contiene información sobre los procesos dentro de una organización, se denomina almacén de datos de proceso (Casati et al., 2007) [5] y se puede utilizar como fuente para el análisis de BPI. BPI es un área emergente que está ganando interés rápidamente debido a la creciente presión que enfrentan las compañías para mejorar la eficiencia de sus procesos de negocios y reaccionar

rápida a los cambios del mercado para ser competitivos en esta era de Internet altamente dinámica. Además, la necesidad de cumplir con el cumplimiento normativo ha reforzado recientemente esta tendencia (por ejemplo, Sarbanes-Oxley (Sarbanes-Oxley Act 2002)). La gran cantidad de palabras de moda como Business Activity Monitoring (BAM), Business Operations Management (BOM), Business Process La inteligencia (BPI), la minería de procesos y la inteligencia de operaciones comerciales (BOI, por sus siglas en inglés) es una buena indicación del interés de los proveedores en monitorear y analizar las actividades comerciales para obtener información sobre el funcionamiento de su negocio y, en última instancia, sobre su efecto en los objetivos comerciales. En el pasado, las herramientas de flujo de trabajo se centraban principalmente en el modelado y la automatización de procesos. Sin embargo, en la actualidad, la mayoría de los proveedores de paquetes de gestión de procesos de negocios (BPM) han ampliado su cartera con funcionalidad BPI (por ejemplo, IBM, SAP, Tibco, Oracle, Pallas Athena, Lombardi, webMethods). Sistemas de información conscientes del proceso (PAIS) tales como los sistemas WFM, ERP, SCM y CRM están registrando eventos comerciales que ocurren durante la ejecución del proceso en registros de eventos (Dumas et al.,2005). Normalmente, los registros de eventos contienen información sobre el inicio y la finalización de las actividades y los recursos que las ejecutaron. En muchos casos, los datos relevantes (como los valores de los campos de datos vinculados a las tareas) también se registran. A veces, no hay, o solo un modelo de proceso muy primitivo disponible. Sin embargo, en muchas situaciones es posible recopilar información sobre los procesos a medida que se llevan a cabo. Por ejemplo, en muchos hospitales, la información sobre los diferentes tratamientos de un paciente se registra (fecha, hora, tratamiento, personal médico) por razones como la administración financiera. Este tipo de información en combinación con técnicas apropiadas (minería) también se puede utilizar para obtener más información sobre el proceso de atención médica.” [4]

BPI explota la información de este proceso al proporcionar los medios para analizarla y brindar a las empresas una mejor comprensión de cómo se ejecutan realmente sus procesos de negocios. Proporciona apoyo en el descubrimiento de fallas de funcionamiento y cuellos de botella y ayuda a identificar sus causas. Por lo tanto, BPI a menudo desencadena esfuerzos de mejora de procesos o reingeniería. El BPI no solo sirve como herramienta para mejorar el rendimiento de los procesos de negocios, sino que también fomenta los cambios al facilitar

la toma de decisiones. Además, BPI se utiliza para monitorear la alineación de los procesos de negocio operacionales con la estrategia

Objetivos de negocio y dar la visibilidad que exige el cumplimiento normativo. Además, el BPI no se limita al análisis de datos históricos, sino que también se puede utilizar para optimizar los esfuerzos futuros (por ejemplo, a través de la predicción de problemas futuros). Para proporcionar lo anterior, BPI comprende varias áreas de aplicación, que se detallan a continuación.

3.3 Metodologías de Process Mining

3.3.1 L* Life Cycle Model

Según Yaimara Céspedes et al en [6] esta metodología tiene como “enfoque principal la mejora de procesos estructurados (van der Aalst, 2011) [8], en los cuales se pueden utilizar las técnicas de minería de procesos. Sin embargo, este procedimiento no está orientado a procesos flexibles y no estructurados, en los cuales solamente se pueden aplicar las primeras tres de las cinco etapas de la propuesta y solamente un subconjunto de las técnicas de minería de procesos (van der Aalst, 2016) [9].

- **Planificación y justificación.** Los proyectos de minería de procesos deben iniciar con una planificación y justificación del proyecto. De este modo, se identifican los beneficios que pueden resultar del proyecto, antes de iniciar el análisis del proceso.
- **Extracción.** Se extrae el conjunto de registros de eventos. Para el caso de un proyecto guiado por objetivos, éstos deben ser formulados en esta etapa y deben expresarse en términos de indicadores. Para el caso de proyectos guiados por preguntas, éstas también deben formularse en esta etapa. Ambos casos se obtienen de reuniones con los interesados.
- **Creación del modelo de control de flujo.** El objetivo es obtener el modelo de control de flujo del proceso utilizando alguna técnica de descubrimiento. El modelo obtenido debe ser interpretado antes de ser utilizado.
- **Creación del modelo de proceso integrado.** El proceso es mejorado añadiendo otros aspectos al modelo de control de flujo, como análisis organizacional, de casos y de tiempo. El resultado es un modelo del proceso integrado que puede utilizarse como punto de partida para tomar acciones apropiadas.
- **Soporte operacional.** Comprende tres actividades de apoyo: detección, predicción y recomendación. Este análisis es una de las actividades más ambiciosas de la

minería de procesos, puesto que utiliza el conocimiento extraído para analizar los casos aún en ejecución.

A pesar de que este enfoque ha servido de punto de partida para otras propuestas, éste presenta limitaciones como (van Eck et al., 2015) [7]: a) sólo se utiliza para procesos estructurados, b) tiene como objetivo descubrir un único modelo del proceso integrado, y c) no aborda un análisis iterativo. Además, este proceso inicia con el modelo de control de flujo, lo cual no siempre sucede, puesto que existen otros análisis, como el organizacional y de casos (van der Heijden, 2012) [10]”.

3.3.2 PM²

Según Yaimara Céspedes et al en [6] “la metodología de proyectos de minería de procesos tiene como propósito orientar la planificación y ejecución de proyectos de este tipo, con el fin de mejorar el desempeño del proceso reduciendo tiempos y costos (van Eck et al., 2015) [7]. Este marco de trabajo está conformado por seis etapas, las cuales pueden aplicarse en procesos estructurados y no estructurados.

- **Planificación.** Se identifican los objetivos del proyecto y se elaboran las preguntas de investigación que guiarán el desarrollo del proyecto. Se selecciona el proceso de negocio objeto de análisis y se identifican los sistemas de información que soportan su ejecución. Además, se conforma el equipo de trabajo del proyecto, como: propietario del negocio, especialistas y analistas de procesos.
- **Extracción.** Se determina el alcance de la extracción de los datos, a partir de los sistemas de información asociados con el proceso objeto de análisis. Además, se realiza la transferencia de conocimiento de los especialistas hacia los analistas de procesos.
- **Procesamiento de datos.** Se obtiene un conjunto de eventos para aplicar las técnicas de minería de procesos. Para esto, se pueden agregar eventos, atributos y filtrar los datos para seleccionar un conjunto significativo de éstos.
- **Minería y análisis.** En esta etapa se pretende responder las preguntas de investigación previamente formuladas. Para esto se emplean determinadas técnicas para descubrir procesos, y hacer una verificación de conformidad, mejora y análisis de procesos.
- **Evaluación.** Se relacionan los resultados obtenidos y las acciones de mejora, de modo que se cumplan los objetivos iniciales del proyecto. La entrada son los

resultados obtenidos, que se utilizan para hacer propuestas y acciones de mejora, o plantear nuevas preguntas de investigación.

- **Mejora y soporte de procesos.** Se modifica la ejecución del proceso a partir de las ideas de mejora.

Por lo tanto, la entrada en esta etapa son las propuestas de mejora y la salida puede ser un proceso modificado y mejorado. Este procedimiento fue aplicado a un caso de estudio en IBM, corporación tecnológica con carácter multinacional. Como resultado se identificaron mejoras para el proceso de compra de repuestos. Una de las limitaciones de este procedimiento es que éste no cuenta con una guía detallada para los profesionales de minería de procesos, por ejemplo, cómo seleccionar los casos o instancias de procesos, cuándo utilizar un determinado algoritmo de minería de procesos”.

3.3.3 PMPM

Según Yaimara Céspedes et al “la metodología de proyectos de minería de procesos o PMPM (Process Mining Project Methodology) es una guía para desarrollar proyectos orientados al negocio y aplicable a diferentes tipos de procesos (van der Heijden, 2012) [10]. Esta propuesta, dividida en seis etapas fue validada mediante un caso de estudio en el departamento de Servicios Financieros de Rabobank de Holanda, entidad que engloba a 141 bancos locales.

- **Alcance.** Se hace la comprensión de los procesos, se desarrolla un plan del proyecto, se definen los objetivos, se hacen reflexiones sobre cuales herramientas utilizar y se definen las técnicas necesarias para llevar a cabo el proyecto de minería de procesos.
- **Comprensión de datos.** Consiste en localizar y analizar los datos almacenados sobre el proceso objeto de estudio; además, se examina si el conjunto de datos contiene los elementos necesarios y se verifican si son fiables. C
- **Crear el registro de eventos.** Comprende tres actividades, en la primera se seleccionan los datos, en la segunda se extraen los datos, y, por último, se preparan los datos con el fin de aplicar las técnicas de minería de procesos.
- **Minería de procesos.** Se genera conocimiento a partir del análisis de los datos con el objetivo de mejorar el proceso. Para esto se requiere comprender los datos y asegurarse que éstos estén estructurados para aplicar las técnicas de minería de procesos.

- **Evaluación.** Se evalúan los modelos obtenidos en la etapa anterior. Esta 118 evaluación se realiza mediante una verificación de conformidad del modelo obtenido y se analiza si los resultados cumplen con los objetivos del proyecto.
- **Despliegue.** Constituye la etapa final del proceso, donde el conocimiento adquirido debe transferirse a la organización. Esto incluye presentar a los interesados un resumen del proyecto.

Esta metodología tiene algunas limitaciones, como: a) no especifica cómo planificar el proyecto y cómo realizar la preparación y extracción de datos, b) no involucra a los usuarios en el análisis de requerimientos, y c) no profundiza en la fase de minería de procesos. Además, dada la complejidad del caso, esta metodología no proporciona apoyo para elegir la técnica de minería de procesos adecuada para realizar los análisis de datos (van der Heijden, 2012) [10], por lo que, el autor lo considera un tema interesante de abordar.”

3.3.4 PMMF

Según Yaimara Céspedes et al “esta propuesta parte de la hipótesis que para aplicar técnicas de minería de procesos se deben formular directrices sobre cómo desarrollar este tipo de proyectos (Weerdt et al., 2013) [11]. Nace así el marco metodológico para la minería de procesos o PMMF (Methodological Framework for Process Mining) basado en los trabajos de BPA aplicado en Salud (Rebuge y Ferreira, 2012) [12] y Diagnóstico de procesos (Bozkaya et al., 2009) [13]. Este enfoque reconoce la necesidad de realizar un análisis multifacético para analizar procesos flexibles y no estructurados. Son cuatro las etapas que conforman este marco metodológico.

- **Preparación de datos.** En esta etapa se determina el alcance del proceso. Este alcance puede ser analizado desde dos ámbitos: a) extraer una cantidad adecuada de datos, y b) definir un periodo adecuado (tiempo).
- **Exploración de datos.** Se hace un análisis estadístico de los datos. Se puede obtener también un modelo del proceso a través de alguna técnica de descubrimiento. Estos análisis pueden mejorar el alcance del proceso y el tiempo.
- **Análisis.** Después de tener un conjunto de datos acotados, en cuanto a tiempo y alcance, se puede realizar el análisis. Esta fase se divide en dos: a) análisis de descubrimiento básico, en el que se analiza el control de flujo, organizacional y de casos; y b) análisis detallado de cumplimiento y rendimiento, en el que se realiza una profunda evaluación.

- **Resultados.** Esta es la etapa de cierre, donde los resultados de los análisis previos son presentados a los interesados. Estos resultados son un punto de partida para mejorar o rediseñar los procesos, esto con el fin de optimizarlos.

Este procedimiento se aplicó en una empresa de seguros y se identificó como limitante la falta de una planeación adecuada del proyecto y, por lo tanto, no se orienta a las necesidades del negocio, lo cual le da un carácter exploratorio, orientado a los datos.”

3.3.5 Analysis guide for user-focused process mining

Según Yaimara Céspedes et al “UCD es un enfoque para desarrollar productos, sistemas y servicios que tiene como propósito lograr que estas soluciones sean realmente útiles, centrándose en los usuarios, sus necesidades y requerimientos. Orientarse al usuario no significa enfocarse en uno solo, sino se debe tomar en cuenta a todos los involucrados en el proyecto, considerando sus características (Martín, 2010) [14]. Se maneja el término de diseño centrado en el usuario para enfatizar la necesidad de contemplar los requerimientos de todas las partes interesadas y no limitarse a aquellos tradicionalmente considerados como usuarios (ISO, 2010) [15]. El empleo de este enfoque mejora la eficiencia de la solución y su capacidad de uso, así como: la productividad, experiencia y satisfacción del usuario. Un método para el diseño orientado en el usuario es la Norma ISO 9241-210:2010. Esta norma ofrece detalles sobre cómo planificar y gestionar el UCD. Para eso incluye un procedimiento del diseño centrado en el usuario, basado en seis principios de trabajo, el cual puede integrarse con otros marcos de trabajo (ISO, 2010) [15]:

- Desarrollar la solución basado en una comprensión explícita de los usuarios, tareas y entornos
- Involucrar a todos los actores en el diseño y desarrollo
- Mejorar la solución a través de la retroalimentación de los usuarios y otros interesados
- Lograr el diseño adecuado a través de iteraciones que ayuden a disminuir gradualmente la incertidumbre
- Diseñar la solución en correspondencia con la experiencia del usuario, sus necesidades, fortalezas, preferencias, limitaciones, y
- Crear un equipo de diseño multidisciplinario que contribuya con diferentes puntos de vistas y facilite la creatividad.”

3.4 Técnicas de Data Visualization

Según Nikos Bikakis (2018) en [16] “La visualización de datos es la presentación de datos en un formato gráfico, y una herramienta de visualización de datos es el software que genera esta presentación. La visualización de datos proporciona a los usuarios medios intuitivos para explorar y analizar datos de forma interactiva, lo que les permite identificar de manera efectiva los patrones interesantes, inferir correlaciones y causalidades, y respalda las actividades de creación de sentidos.”

A continuación, se presentan las técnicas que serán parte de nuestro modelo de interacción de lineamientos.

3.4.1 Scatter Plots

También conocido como el gráfico de X-Y plot es un gráfico bidimensional que permite mostrar las interacciones entre 2 variables u objetos de datos [17]. En el gráfico podemos apreciar lo que serían las observaciones o interacciones entre las 2 variables, estas pueden ser representadas como puntos, cuadrados o símbolo, la posición de este indica su valor.

Este gráfico también soporta el análisis estadístico y se le puede aplicar correlación o regresiones según convenga. Este gráfico brinda un sentido de cómo se podría extender la data o como está estrechamente relacionada. Por último, también se pueden detectar patrones a raíz de la distribución de la data.

Figura 2. Scatter Plots en [17]

3.4.2 Pie (Donut Chart)

El propósito de este gráfico es observar la parte de un todo, sin embargo, estos pueden ser difíciles de interpretar por el ojo humano debido a sus múltiples factores como los ángulos y las áreas coloreadas. Estos gráficos son efectivos cuando los componentes son limitados, la etiqueta de datos y/o los porcentajes están incluidos [17].

Añadir una leyenda al gráfico es imprescindible para no confundir al usuario con los diferentes colores que se muestren.

Este gráfico consta de un círculo o circunferencia que se va desagregando por partes, puede tener cantidades o porcentajes. Se maneja una variable y se divide por tipo o según sea más conveniente, se le puede dar una orientación de Pie o de Dona para dividirla por ángulos o arcos, tal como se ve en la figura.

Figura 3. Pie Chart en [17]

3.4.3 Line Charts

Dicho gráfico muestra la relación que existe entre variables. Usualmente, se utiliza para dar seguimiento a cambios u observar tendencias en el tiempo. Es también usado al realizar comparaciones entre distintos componentes en el mismo periodo de tiempo [8]. Aplicado en *process mining* podríamos comparar variables (perspectivas) como costos, tiempos, actividades a lo largo de la ejecución del proceso.

Los elementos de esta técnica son:

Los ejes verticales y horizontales, las líneas representativas, los puntos de intersección, títulos (vertical y horizontal), etiquetas de datos, tanto en los ejes como en los puntos de

intersección, agregar una leyenda es opcional y recomendado para identificar cuando se muestren múltiples líneas.

Figura 4. Line Charts en [17]

3.4.4 Bar Charts

Dicha técnica se utiliza en su mayoría para comparar las cantidades de diferentes categorías o grupos [17]. El gráfico posee ambos ejes (vertical y horizontal), nombres de las variables o categorías a comparar, etiqueta de datos para detallar la cantidad y barras que representan las cantidades.

Es decisión de la persona que diseña este gráfico la orientación que se le dará a las barras que pueden ser horizontales o verticales.

El gráfico enriquece en valor cuando las categorías se diferencian debido a sus cantidades respectivamente ya que permiten que esta información sea decepcionada por la vista, dando mayor entendimiento al usuario con un gráfico que con la etiqueta de datos que podríamos colocar opcionalmente.

Figura 5. Bar Charts en [17]

3.4.5 Bubble Plots

Esta representación es una variación del gráfico de dispersión o “Scatter Plot” en el cual los indicadores de integración o relación son cambiados por burbujas ahora más grandes [17]. Este gráfico tiene como propósito el de interrelacionar 3 medidas (2 en los 2 ejes y 1 por el tamaño de las burbujas). Cabe resaltar que este gráfico es muy usado cuando se desea representar un conjunto de datos con muchos valores.

Figura 6. Bubble Plots en [17]

3.4.6 Box Plot

Este gráfico, también conocido como el de “Cajas y bigotes”, es un gráfico estadístico que muestra el gran volumen de datos agrupados en rangos o Cuartiles, tomando la caja como los cuartiles en donde hay más de estos atributos, los bigotes como las variaciones que podrían darse y valores atípicos que pueden expresarse por fuera de los bigotes, tanto hacia arriba o abajo [17].

Usualmente se utiliza para entender y observar los valores atípicos, como los rangos en los que se encuentran la mayoría de los valores. Por otro lado, los elementos de este gráfico son los ejes (vertical y horizontal), el título, las cajas y los bigotes, opcionalmente de existir se colocan los valores atípicos a tomar en cuenta.

Figura 7. Box Plot en [17]

3.4.7 Network Diagrams

Esta técnica usualmente se utiliza para data semi-estructurada o no estructurada, permite observar relaciones entre nodos que representan actores individuales dentro de una red y vínculos entre los que puedes identificar tipos de relaciones [17].

Figura 8. Network Diagrams en [17]

3.4.8 Decision Trees

Este gráfico, también conocido como árbol de clasificación, permite analizar los problemas o predecir comportamientos que son influenciados por múltiples factores [8]. Presentan factores de influencia de manera incremental como serie de causas por las que se tomaron las decisiones evidenciadas en el gráfico.

Busca también encontrar una conexión entre los valores ingresados y los valores objetivos en un grupo de datos. Hay muchos elementos como la etiqueta de la decisión, los flujos de secuencia, así como también la pequeña tabla que registra los factores de influencia en orden descendente tal como lo apreciamos en el gráfico.

Figura 9. Decisions Trees en [17]

3.4.9 Gráfico Estructurado

El propósito de este gráfico es mostrar las relaciones que existen entre tablas de datos. En el ejemplo que brinda el artículo se ven los nodos (representando tablas) y uniones entre ellas como enlaces, adicionalmente un indicador que represente el peso o cantidad de relación entre tablas más tangible y medible [18].

Figura 10. Gráfico estructurado en [18]

3.4.10 Estructura de Árbol

Este gráfico representa cada tabla como un árbol, haciendo del nombre de la tabla el nodo principal con más jerarquía y dando lugar a sus atributos como los nodos secundarios del gráfico.

Dicho gráfico nos muestra en el primer nivel, el nombre de la tabla a la que nos referimos, luego, brinda los estados del atributo “Locked” en su segunda capa y por último en la capa final hace una división por tiempos de creación. Este gráfico tiene el propósito de evidenciar jerarquía y orden de datos [18].

Figura 11. Estructura de Árbol en [18]

3.4.11 Gráfico de Árbol

El gráfico de Árbol para la minería de datos tiene como misión el de mostrar relaciones no solo entre tablas, sino también entre datos y observar que la relación no solo es entre atributos de la tabla sino también entre atributos que pertenecen a otras tablas [18].

Figura 12. Gráfico de Árbol en [18]

3.4.12 Petri Nets

La notación de Petri Nets, conocido a si por su autor tiene como finalidad para esta disciplina de process mining, de mostrar el proceso en detalle, desde la acción que se llevó a cabo, seguido de las secuencias y atributos de entrada y de salidas que posee.

El gráfico consiste en transiciones representadas con rectángulos que significa una acción del sistema, círculos huecos refieren a atributos que generan las transiciones (pueden ser entradas como salidas de las transiciones) y por último arcos que interrelacionan las transiciones y los círculos [19].

Figura 13. Petri Nets en [19]

3.4.13 Tree Map

Dicho gráfico se utiliza para datos estructurados [20] y es de los gráficos que mejor se adaptan. Esta representación utiliza los espacios de relleno para mostrar la escala cuantitativa de la data y su jerarquía.

Figura 14. Tree Map en [20]

3.5 Visual Analytics

La visión general de visual analytics es convertir la sobrecarga de información en una oportunidad: así como la visualización de la información ha cambiado nuestra visión de las bases de datos, el objetivo de Visual Analytics es hacer que nuestra forma de procesar datos e información sea transparente para un discurso analítico. La visualización de estos procesos proporcionará los medios para comunicarse sobre ellos, en lugar de quedarse con los resultados. Visual Analytics fomentará la evaluación constructiva, la corrección y la mejora rápida de nuestros procesos y modelos y, en última instancia, la mejora de nuestro conocimiento y nuestras decisiones. A gran escala, las soluciones de análisis visual proporcionan tecnología que combina las fortalezas del procesamiento de datos humanos y electrónicos. La visualización se convierte en el medio de un proceso analítico semiautomático, donde los humanos y las máquinas cooperan utilizando sus respectivas capacidades para obtener los resultados más efectivos. [21]

3.6 Psicología del Color

Según la escuela de arte superior de Disseny de vic “La psicología clasifica sus percepciones adjudicándole significados, y atendiendo a las funciones que en él se aprecian, que, como dice J.C. Sanz, serían de adaptación y de oposición. Las funciones de adaptación desarrollarían respuestas activas, vivaces, animadas e intensas. Por el contrario, las funciones de oposición sugieren respuestas pasivas, depresivas y débiles. Las de adaptación son estimulantes y excitantes; las de oposición, sedantes y tranquilizadoras. Estas reacciones emocionales ante la percepción del color serían las que contribuirán a darles sus significados primarios. El color es capaz de estimular o deprimir, puede crear alegría o tristeza. Así mismo, determinados colores despiertan actitudes activas o por el contrario pasivas. Con colores se favorecen sensaciones térmicas de frío o de calor, y también podemos tener impresiones de orden o desorden. El color, por tanto, no sólo es sensación, sino que básica y principalmente es emoción. Sus atributos como significantes son apreciados no solamente por los artistas, sinó también por publicistas, diseñadores, decoradores, científicos, educadores, políticos y agentes sociales y laborales, entre otros”. [22]

CAPÍTULO 4: DESARROLLO DEL PROYECTO

Este apartado presenta el análisis de la evolución en el tiempo de *process mining* y *data visualization* de nuestro proyecto, que se realizó en la etapa de Inicio. El análisis realizado permite observar las necesidades y el estado en el tiempo de cada disciplina, así como incorporar técnicas, metodologías y herramientas para el futuro diseño del modelo de interacción de lineamientos.

4.1 Líneas de tiempo del proyecto

4.1.1 Línea de tiempo de *process mining*

Figura 15. Línea de tiempo de *process mining*

En la disciplina de *process mining* se han realizado un gran número de estudios para profundizar en sus beneficios y mejorar su aplicación en los proyectos relacionados a procesos dentro de las organizaciones.

En el 2004, van der Aalst W.M.P. & Weijters, A.J.M.M., acuñaron este término, *process mining*, como un conjunto de técnicas para el descubrimiento de procesos. Además, el estudio identifica once (11) retos que *process mining* debe superar para ser aplicado en diferentes contextos empresariales y mejorar los beneficios que conlleva aplicar este conjunto de técnicas. Algunos retos de los once (11) identificados son los siguientes:

- Minería de tareas ocultas: Este desafío hace referencia a tareas que son necesarias para el inicio o fin de tarea paralelas, es decir, si una Tarea B empieza al mismo tiempo que la Tarea C, y en el registro de eventos no existe una tarea anterior a estas, se debería de considerar una tarea previa (oculta o tácita) a estas tareas (Tarea B y C) para que el proceso descubierto sea el más cercano a la realidad y presente menos deficiencias.
- Minería de tareas duplicadas: Este desafío se refiere a tareas que siguen distintos flujos, pero que se tratan de una misma actividad. Solucionar este reto permitiría obtener un modelo simplificado que no redunde en actividades.

- Minería de bucles: Este desafío está ligado a la repetición de una tarea, es decir, que una tarea puede ser ejecutada tantas veces que sea necesario en proceso. Esta repetición es tomada como otro flujo, ocasionando que el modelo de proceso descubierto por técnicas de process mining sea un resultado que poco se pueda comprender.

Otros retos referidos a process mining se pueden consultar en [2].

En el 2009, surge una comunidad académica llamada “Task force on process mining” que nació para expandir y profundizar la doctrina de process mining. Para el 2011, esta comunidad académica publicó un manifiesto sobre process mining donde establecen 6 principios rectores:

- PR1: Los datos de eventos deberían ser tratados como ciudadanos de primera clase
- PR2: La extracción de registros de eventos debería ser impulsada por preguntas
- PR3: Se debería dar soporte a concurrencia, elección y otros conceptos básicos de control de flujo.
- PR4: Los eventos deberían estar relacionados a elementos del modelo
- PR5: Se debería tratar a los modelos como abstracciones útiles de la realidad
- PR6: La minería de procesos debería ser un proceso continuo

Además, se identificaron once (11) desafíos:

- D1: Encontrar, fusionar y limpiar datos de eventos
- D2: Lidar con registros de eventos complejos con diversas características
- D3: Crear puntos de referencia representativos
- D4: Lidar con el cambio de tendencia
- D5: Mejorar el sesgo representativo utilizado para el descubrimiento de procesos
- D6: Balancear criterios de calidad tales como Ajuste, Simplicidad, Precisión y Generalización
- D7: Minería Interorganizacional
- D8: Proporcionar soporte operacional
- D9: Combinar minería de procesos con otros tipos de análisis
- D10: Mejorar la usabilidad para los no expertos
- D11: Mejorar el entendimiento para los no expertos

Así mismo esta línea destaca por las metodologías desarrolladas en el tiempo como “Process Diagnostics Method” en el 2009, Método del ciclo de vida L* en el 2011 y la metodología PM2 en el 2015.

Un suceso más reciente nos indica que process mining se está fusionando con otras tecnologías como RPA para la automatización de procesos, donde process mining cumple un rol de alto impacto identificando los procesos reales potenciales a ser automatizados por presentar tareas repetitivas, y siendo RPA la tecnología que permite llevar esta automatización a la realidad.

4.1.2 Línea de tiempo de *data visualization*

Figura 16. Línea de tiempo de *data visualization*

El análisis para esta disciplina comenzó con el libro llamado la gramática de los gráficos que muestra que los gráficos son o deberían ser transversales a las disciplinas a las cuales se aplican, sea ciencias, estadística, computación entre otras [1]. Posteriormente en los posteriores años observamos como los datos evolucionan en tamaño, dimensiones y estructura por lo que las técnicas de visualización de datos presentan un avance frente a esta situación, en el 2014 observamos la utilización de gráficos de dispersión para datos multidimensionales, hablando ya de Business intelligence y los famosos cubos en donde aplican estos tipos de gráficos [2], en el mismo año un artículo busca implementar un análisis

textual mediante la técnica de wordcloud para grandes conjuntos de datos en forma de texto.[3] Luego en el 2017, dos (2) artículos que presentan nuevas técnicas, de nuevo por la evolución de los datos (no estructurados y multidimensionales) [4],[5] además en el mismo año se propone un estándar de técnicas y metodologías de visualización de la información, esto llevado a cabo por el método de crowdsourcing entre expertos en la materia se realizaron encuestas complejas y exhaustivas para llegar a resultados más precisos logrando estandarizar las técnicas de data visualization.[6]

Por último, en el 2018 se realiza una recopilación de herramientas de visualización de datos que aplican al Big Data logrando presentar por cada factor del Big data una serie de herramientas.

Al observar la línea de tiempo podemos inferir de que conforme los datos evolucionan, las técnicas de visualización también lo hacen, además de que ya existe un estándar de gráficos con respecto a sus elementos y propósitos. Por otro lado es indiferente a que se le aplique visualización de datos ya que es transversal a la disciplina o campo.

4.1.3 Línea de tiempo del acercamiento entre *process mining* y *data visualization*

Figura 17. Línea de tiempo del acercamiento entre *process mining* y *data visualization*

En el análisis de la literatura conjunta de ambas disciplinas empieza con un artículo interesante que selecciona únicamente las técnicas de *data visualization* que aplican a la

minería de datos, sabemos que la minería de datos y la de procesos no son lo mismo, sin embargo ambas disciplinas comparten ciertos algoritmos de análisis por lo que decidimos incluir este artículo en la línea evolutiva de ambas disciplinas [1], Luego en el 2012 aparece este concepto llamado visual analíticos que une a ambas disciplinas así como también *data mining* y otras disciplinas. En pocas palabras *visual analytics* se define como la ciencia del raciocinio analítico facilitado por interfaces visuales, ya no solo gráficos. [2] más tarde en el 2017 ya observamos un aumento en la relación de ambas disciplinas ya sea para crear, aportar o definir factores de la unión de ambas [3],[4],[5] y por último en el 2018 se creó un framework para el diseño de diagramas de procesos.

El patrón que observa en la unión de estas dos disciplinas es de establecimiento y crecimiento de una nueva disciplina llamada *visual analytics*, es esta disciplina o parte de ella la que utilizaremos como nexo entre *process mining* y *data visualization*. Deseamos aportar conocimientos a esta disciplina llamada *visual analytics* al cerrar el gap de la necesidad del proyecto la cual es el entendimiento de los usuarios no expertos.

4.1.4 Propuesta de Investigación

En este apartado se agrupan de ambas disciplinas las variables de integración que fueron utilizadas para diseñar el modelo de interacción propuesto, ya que son estas variables las que nos permiten unir ambas disciplinas y mejorar el entendimiento de los usuarios no expertos frente a los diagramas y análisis que process mining ofrece.

Como primera variable de integración se recopilaron tipos de gráficos o técnicas de la disciplina de visualización de datos las cuales pueden ser clasificadas según su propósito y de esta manera seleccionar el grafico más adecuado para mostrar los datos de manera que se conviertan en información valiosa para el usuario que la analiza.

Propósito del Gráfico	Tipos de Gráficos
Comparar un conjunto de valores	Bar Charts (Columnas)
Comparar un conjunto de valores	Bubble Plots: A Scatter Plot Variation
Comparar un conjunto de valores	Box Plot
Comparar un conjunto de valores	Area Chart
Demostrar relación	Scatter Plots
Demostrar relación	Network diagrams
Demostrar relación	Petri Nets
Demostrar relación	Traza alineada de eventos
Observar Parte de un todo	Pie Chart
Observar Parte de un todo	Tree Map
Seguir tendencias	Line Charts
Secuencia de decisiones	Decision Trees
Secuencia de decisiones	Estructura de Árbol
Secuencia de decisiones	Gráfico de Árbol
Secuencia de decisiones	Árbol de clasificación

Tabla 6. Propósito de cada tipo de gráfico en [27]

Wil van der Aalst en [1], presenta 3 tipos de proyectos de process mining: basado en datos, basado en preguntas y basado en objetivos. Los proyectos basados en datos son también llamados “exploratorios” debido a que no se parte de alguna pregunta u objetivo. Los proyectos basados en preguntas parten de una hipótesis o pregunta a ser comprobada o resuelta. Por último, los proyectos basados en objetivos están destinados a mejorar el desempeño de un proceso a partir de sus indicadores.

Algunos ejemplos de preguntas en proyectos de process mining los encontramos en:

Definición de variables usadas en la tabla 8.

Variable	Definición
“X”, “Y”, ...	Para hacer referencia a un proceso
“a”, “b”, “c”, ...	Para hacer referencia a una perspectiva de <i>control-flow</i> , <i>cases</i> , <i>resource</i> o <i>time</i> , dentro del registro de eventos.

Tabla 7. Elaboración propia

Dominio	Proceso	Pregunta	Artículo
No especifica	No especifica	<ul style="list-style-type: none"> “¿Por qué los casos manejados por el equipo “X” toman más tiempo que los casos tomados por el equipo “Y”?” “¿Por qué hay más desviaciones en/los “A”, “B”, “C”, etc.?” 	[9]
Tecnología	Compra de repuestos	<ul style="list-style-type: none"> “¿Cuál es el modelo del proceso de los eventos registrados?” “¿Qué sucedió durante las desviaciones de las ejecuciones del proceso “X” y por qué estas ejecuciones se llevaron a cabo?” “¿Cuáles son las diferencias entre los procesos (“X”, “Y”, etc.) de las/los “a”, “b”, “c”, etc.?” ¿Qué impulsa las diferencias de rendimiento para el proceso “X” e “Y” de las/los “A”, “B”, “C”, etc.? 	[7]
Manufactura	Planificación de la producción	<ul style="list-style-type: none"> “¿Hay patrones específicos en el proceso “X” que necesitan ser investigados más a fondo?” “¿Cómo está el proceso “X” conducido en la realidad?” “¿Cuáles son la frecuencia y magnitud de los cambios en el proceso “X”?” “¿Cómo los cambios en el proceso “X” influyen el proceso “Y”?” 	[28]
Medicina	No especifica	<ul style="list-style-type: none"> “¿Cuál es el típico día de trabajo del recurso “A”?” “¿Qué causó la larga lista de espera en el proceso “X”?” “¿Es probable que el recurso “A” se desvíe del plan del proceso “X”?” 	[23]

		<ul style="list-style-type: none"> • “¿Qué verificación debería realizarse primero para reducir el tiempo del proceso “X” o la(s) actividad(es) “a”, “b”, “c”, etc.?” 	
Retail	Ventas y Distribución	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la causa de la demora en los “A”, “B”, “C”, etc.?” 	[29]

Tabla 8. [7], [9], [23], [28] & [29]

Es cierto que muchas de las preguntas pueden estar escrito de diferente forma y guardar el mismo sentido. Sin embargo, lo que se desea es mostrar una colección de preguntas para guiar a los interesados en iniciar un proyecto de *process mining*.

En este sentido, con el fin de guiar a los interesados en las preguntas de un proyecto de *process mining*, en [23] se menciona lo siguiente:

- “¿Qué sucedió?”: Para identificar la necesidad de descubrir el proceso ejecutado y sus actividades.
- “¿Por qué sucedió?”: Para entender las actividades y las circunstancias características de la situación.
- “¿Qué sucederá?”: Para identificar las circunstancias de cuándo o cómo una actividad específica se llevará a cabo.
- “¿Qué es lo mejor que puede suceder?”: Para identificar los posibles pasos hacia mejoras específicas.

Por otro lado, al realizar la investigación que se presentara en detalle se descubre que en la unión de las disciplinas de *data visualization* y *process mining* existe un concepto que unifica a ambos, el cual es *visual analytics* que tiene como objetivo aprovechar la información y convertirla en una visualización de forma que nuestra manera de procesar información sea transparente y podamos tener oportunidad de analizar la información.

Al comprender el proceso de entendimiento del usuario final (Percibir – Entender - Predecir), observamos que existen dos (2) factores que los usuarios perciben que son los elementos de los gráficos y los colores utilizados en los gráficos de *process mining*. Después de estudiar los dos (2) grandes factores entendimos que los elementos de los gráficos ya están definidos, sin embargo, los colores que se utilizan en la representación de los análisis no tienen el

objetivo de aumentar el entendimiento de los usuarios, sino que utilizan los colores para que el gráfico se vea estético y agradable a la vista.

Es por ello por lo que llegamos a la conclusión que los colores pueden ser utilizados con el objetivo de generar una percepción clara del análisis según lo que cada color transmite, por lo que psicología del color, en este trabajo es el nexo que nos permite integrar correctamente la disciplina de *process mining* y *data visualization* con el objetivo de mejorar el entendimiento de los usuarios no expertos.

4.1.5 Psicología del Color

Al realizar los estudios para esta variable que influencia al mostrar el análisis de *process mining* bajo técnicas de data visualización [9], hace hincapié en la importancia del color y como esta tiene la función clave que permite al usuario recordar con mayor facilidad. Entendemos el color como un factor de impacto para este estudio ya que tiene la capacidad de transmitir no solo emociones, sino que también tiene la capacidad de facilitar el entendimiento. En [24], existen 2 grandes grupos de colores, en los que el primer grupo, conocido como los clasificadores intentan dar un mensaje al usuario muy sutilmente, mientras los que no son clasificadores tienen el propósito de mejorar y hacer la imagen o gráfico más llamativo. Al recolectar información nos encontramos con los siguientes colores más resaltantes y los detallamos a continuación:

Color	Significado	Su uso aporta	El exceso produce
BLANCO	Pureza, inocencia, optimismo	Purifica la mente a los más altos niveles	---
LAVANDA	Equilibrio	Ayuda a la curación espiritual	Cansado y desorientado
PLATA	Paz, tenacidad	Quita dolencias y enfermedades	---
GRIS	Estabilidad	Inspira la creatividad Simboliza el éxito	---
AMARILLO	Inteligencia, alentador, tibieza, precaución, innovación	Ayuda a la estimulación mental Aclara una mente confusa	Produce agotamiento Genera demasiada actividad mental
ORO	Fortaleza	Fortalece el cuerpo y el espíritu	Demasiado fuerte para muchas personas
NARANJA	Energía	Tiene un agradable efecto de tibieza Aumenta la inmunidad y la potencia	Aumenta la ansiedad
ROJO	Energía, vitalidad, poder, fuerza, apasionamiento, valor, agresividad, impulsivo	Usado para intensificar el metabolismo del cuerpo con efervescencia y apasionamiento Ayuda a superar la depresión	Ansiedad de aumentos, agitación, tensión

Color	Significado	Su uso aporta	El exceso produce
PÚRPURA	Serenidad	Útil para problemas mentales y nerviosos	Pensamientos negativos
AZUL	Verdad, serenidad, armonía, fidelidad, sinceridad, responsabilidad	Tranquiliza la mente Disipa temores	Depresión, aflicción, pesadumbre
AÑIL	Verdad	Ayuda a despejar el camino a la	Dolor de cabeza
		consciencia del yo espiritual	
VERDE	Ecuanimidad inexperta, acaudalado, celos, moderado, equilibrado, tradicional	Útil para el agotamiento nervioso Equilibra emociones Revitaliza el espíritu Estimula a sentir compasión	Crea energía negativa
NEGRO	Silencio, elegancia, poder	Paz. Silencio	Distante, intimidatorio

Figura 18. Propiedades de los colores en [24]

Color	Significados	
	Concreto	Abstracto
Rojo	Manzana, cereza, fuego, pez, rosas, bolsa sangre, libro, fresas, globo	Dictado, trabajar, calor, corazón, caliente, fiesta, amor, bonito, violento, letras.
Anaranjado	Sol, manzana, triángulo, cuadrado, naranja, libro, estampa, cabellos, leones, sombrero de mamá, playera de papá, blusa, flores, zapatos, mandarina, papaya	Mareo
Amarillo	Plátano, círculo, triángulo, sol, pato, paleta, fomi, letras, flores, limonada, limón, juguete, lápiz, mango,	Raro, ternura
Verde	Pasto, árboles, pera, árbol con peras, mesas, lápiz, tallo de la flor, naturaleza, arbustos, tomate, parque, limón, patines	
Azul	Nubes, cielo, tiburón, pelotas, balones, mar, mi cama, peces, mora, lago, falda, agua, botella	Lluvia, hermoso, relajante como el agua
Morado	Uvas, casa, chamarra, flor, pelotas, balones, pulseras, rosas, pinturas, ciruelas, pared, caja, papel	Corazón
Rosa	Caja, suéteres, trajes de baño, flor, vestido, zapato, puerquito, carne, niña, dibujo	Corazón, amor, bonito
Gris	Pelo, ventana, elefante, chamarra, letras, playera, pantalones, collares, aretes, nubes, calle, tierra, gatos, ratones, arañas, ruedas, lápiz, perrito	Nublado
Negro	Moño, pluma, bolsa, zapatillas, pato salvaje, vampiro, teléfono, caballo, pelota, piedras	Noche, oscuridad, miedo, infierno, fuerte
Blanco	Blusa, hojas para escribir, moños, conejito, pared, estufa, refrigerador, computadora, bombón, vestido, fantasma, queso, vaca, cielo, nubes, gato, perro	Enfermera, hospital

Tabla 9. Significado del color en [25]

El Desarrollo del proyecto culmina integrando todas las variables encontradas y abstrayéndolas en un modelo de interacción resumido que permite aumentar el entendimiento del usuario no experto frente a diagramas y análisis resultantes de un proyecto de process mining el cual se presenta en la Figura 19 y posteriormente se explica en mayor detalle en el siguiente capítulo.

Figura 19. Diseño del Modelo de Interacción de Lineamientos

CAPÍTULO 5: RESULTADOS DEL PROYECTO

En este apartado detallaremos los resultados del proyecto por cada objetivo específico definido.

5.1 Modelo de Interacción de Lineamientos

5.1.1 Aporte de Valor

Un modelo de interacción está definido como "una vista arquitectónica, catálogo o matriz que muestra un tipo particular de interacción" según [26]. Bajo esta definición, nuestra matriz de lineamientos está compuesta de las siguientes disciplinas: (1) *process mining* (tipos de proyectos), (2) técnicas de *data visualization* y (3) psicología del color.

El modelo de interacción se diseñó al recopilar toda la información provista de la investigación realizada, para ello consultamos técnicas de *data visualization* en [17], [18], [19], [20]. Se obtuvieron datos importantes de estas técnicas tales como “el propósito del gráfico” y “los elementos del gráfico”. Por otro lado, al investigar la disciplina de *process mining*, se observó la existencia de tipos de proyectos: basado en objetivos, basado en preguntas y basado en datos [1]. El tipo de proyecto basado en preguntas tiene como finalidad resolver las preguntas realizadas al inicio del proyecto, por su parte, el tipo de proyecto basado en objetivos tiene el propósito de descubrir, supervisar o mejorar el proceso a partir de los indicadores de éxitos del proceso. Por último, el tipo de proyecto basado en datos es exploratorio por lo que no tenemos un input en ese tipo de proyecto.

Por otro lado, en el área de psicología del color se extrajeron tablas de investigaciones ya realizadas en [9] y [10] que permiten observar los significados de los colores y como impactan estos en los usuarios, generando cierta sensación, al brindar un matiz y raciocinio respecto a la figura en la que se utilizan.

Finalmente, para identificar las relaciones, se identificaron 2 ámbitos a primer nivel el propósito de la pregunta u objetivo y el propósito del gráfico (Tabla. 6), de esa manera se identificaron las relaciones que se muestran a continuación:

tipos de process mining	Preguntas u Objetivos de process mining	Bar Charts	Bubble Plots:A Scatter Plot Variation	Box Plot	Area Chart	Scatter Plots	Network diagrams	Petri Nets	Pie Chart	Tree Map	Line Charts	Decision Trees
Descubrir	¿El proceso "e" cumple la normativa?							10				
Descubrir	¿Cuánto me cuesta el proceso "x"?	1		6		8						
Descubrir	¿Cuántos recursos están involucrados en el proceso "y"?	2							13	16		
Mejorar	¿Cómo puedo mejorar el proceso "z"?						9	11				
Mejorar	¿Cómo reduzco gastos en el flujo "y"?	3	5	7					14		18	
Mejorar	¿A qué recursos puedo delegar más funciones?	4							15	17		
Descubrir	Descubrir el modelo de flujo de control							24				
Descubrir	Analizar los actores involucrados		21							28		

Descubrir	Analizar la performance del proceso			22		23			27		29	
Descubrir	Corroborar la conformidad del proceso	19						25				
Mejorar	Mejorar	20						26				
Mejorar	“¿Cuál es el modelo del proceso de los eventos registrados?”							33				
Supervisar	“¿Cuáles son las diferencias entre los procesos (“X”, “Y”, etc.) de las/los “a”, “b”, “c”, etc.?”	30										
Supervisar	“¿Hay patrones específicos en el proceso “X” que necesitan ser investigados más a fondo?”										36	

Descubrir	“¿Cómo está el proceso “X” conducido en la realidad?”							34				
Descubrir	“¿Cuál es el típico día de trabajo del recurso “A”?”							35				37
Descubrir	“¿Qué causó la larga lista de espera en el proceso “X”?”	31			32							
Supervisar	“¿Es probable que el recurso “A” se desvíe del plan del proceso “X”?”											38

Tabla 10. Relación entre preguntas/objetivos en proyectos de *process mining* y técnicas de *data visualization*

Por otro lado, para ver las relaciones en un segundo nivel, se plasmaron lineamientos con respecto al propósito del gráfico, propósito de la pregunta u objetivo y se le añade el propósito o significado de colores junto con los elementos del gráfico.

Matriz de Lineamientos				
#	Gráfico Elegido	Colores a utilizar	Elementos del gráfico (representación)	Lineamientos
1	Bar Charts (Columnas)	Blanco, negro, verde oscuro y Rojo cálido	Series de datos (Barras), Eje vertical, eje Horizontal, etiqueta de datos, Leyenda	<ul style="list-style-type: none"> - Las instancias del proceso en el eje Horizontal (negro) - Costos en el eje Vertical (negro) - Series de datos sin fondo y con contorno negro - La instancia de menor costo (Verde oscuro) - La instancia de mayor costo (Rojo cálido) - leyenda con la explicación de los colores
2	Bar Charts (Columnas)	Blanco, negro, verde oscuro y Rojo cálido	Series de datos (Barras), Eje vertical, eje Horizontal, etiqueta de datos, Leyenda	<ul style="list-style-type: none"> - Las instancias del proceso en el eje Horizontal (negro) - Cantidad de recursos requeridos en el eje Vertical (negro) - Series de datos sin fondo y con contorno negro - La instancia de menor costo (Verde oscuro) - La instancia de mayor costo (Rojo cálido) - Es necesario la etiqueta de datos para saber con exactitud las cantidades de recursos involucrados

3	Bar Charts (Columnas)	Blanco, negro, Azul	Series de datos (Barras), Eje vertical, eje Horizontal, etiqueta de datos, Leyenda	<ul style="list-style-type: none"> - Las Actividades del proceso en el eje Horizontal (negro) - El costo generado en el eje Vertical (negro) - Series de datos (Azul) - Es necesario la etiqueta de datos para saber con exactitud los costos por cada actividad
4	Bar Charts (Columnas)	Blanco, negro, verde claro	Series de datos (Barras), Eje vertical, eje Horizontal, etiqueta de datos, Leyenda	<ul style="list-style-type: none"> - Los recursos del proceso en el eje Horizontal (negro) - El tiempo de duración en el eje Vertical (negro) - Series de datos sin fondo y con contorno negro - El recurso con menor tiempo de ejecución (verde claro)
5	Bubble Plots: A Scatter Plot Variation	negro, azul, rojo cálido y amarillo	Actividades (Burbujas), Eje vertical, eje Horizontal, Leyenda	<ul style="list-style-type: none"> - Las actividades del proceso en diferentes instancias en el eje Horizontal (Negro) - El costo generado en el eje Vertical (negro) - burbujas alineadas a costos y actividades según corresponda (Azul)
6	box plot	Azul, negro, rojo cálido y verde oscuro	instancia(caja), rangos de costos(bigotes), valores atípicos mayores, valores atípicos menores,	<ul style="list-style-type: none"> - Las actividades del proceso en diferentes instancias en el eje Horizontal (Negro) - El costo generado en el eje Vertical (negro) - Rango de costos por instancia en dicha actividad (Azul) - Valores atípicos mayores (Rojo cálido) - Valores atípicos menores (verde oscuro)

7	box plot	Azul, negro, rojo cálido	instancia(caja), rangos de costos(bigotes), valores atípicos mayores, valores atípicos menores,	<ul style="list-style-type: none"> - Las actividades del proceso en diferentes instancias en el eje Horizontal (Negro) - El costo generado en el eje Vertical (negro) - Rango de costos por instancia en dicha actividad (Azul) - Valores atípicos mayores (Rojo cálido)
8	Scatter Plots	Azul, negro, verde oscuro y blanco	Actividades (Burbujas), Eje vertical, eje Horizontal, Leyenda, línea de tendencia	<ul style="list-style-type: none"> - Las actividades del proceso en diferentes instancias en el eje Horizontal (Negro) - El costo generado en el eje Vertical (negro) - burbujas alineadas a costos y actividades según corresponda (Azul) - la línea de tendencia generada (verde oscuro)
9	Network diagrams	Azul, negro, Rojo cálido, Naranja Frio	Actividades (Círculos), Flujos de Union (Líneas)	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades del proceso (Azul) - Flujos Union (Negro) - Actividades que representan un cuello de botella (Rojo cálido) -Actividades no muy frecuentes (Naranja Frio)
10	Petri Nets	Azul, negro, Rojo cálido, Amarillo brillante	Actividades (Rectángulos), Flujos de secuencia (Flechas), Animación (Opcional)	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades del proceso que cumplen la normativa (Azul) - Flujos de secuencia que cumplen la normativa(negro) - Actividades que no cumplen la normativa (Rojo) - Flujos de secuencia que no cumplen la normativa(Amarillo)
11	Petri Nets	Azul, negro, Amarillo Opaco	Actividades (Rectángulos), Flujos de secuencia	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades del proceso que cumplen la normativa (Azul)

			(Flechas), Animación (Opcional)	<ul style="list-style-type: none"> - Flujos de secuencia que cumplen la normativa(negro) - Actividades y Flujos de secuencia que no cumplen la normativa (Amarillo Opaco)
12	Petri Nets	Azul, negro, verde oscuro	Actividades (Rectángulos), Flujos de secuencia (Flechas), Animación (Opcional)	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades del proceso que cumplen la normativa (Azul) - Flujos de secuencia que cumplen la normativa(negro) - Actividades y Flujos de secuencia que se requieren para certificarse en ISO (Verde Opaco)
13	Pie Chart	Tonalidades de azul, negro	Actividades (porciones del gráfico de pie), etiqueta de datos (cantidad de recursos)	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades divididas por tonalidades (Azul) - Cantidad de recursos por Actividad del proceso (negro) - Nombre del proceso (Titulo, negro) - Cantidad total de recursos Únicos (esquina inferior derecha, negro)
14	Pie Chart	Tonalidades de azul, negro, Amarillo Brillante	Actividades (porciones del gráfico de pie), etiqueta de datos (cantidad de recursos)	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades divididas por tonalidades (Azul) - Actividades con mayores costos (Amarillo Brillante, 3 más costosas) - Costo por Actividad del proceso (negro) - Nombre del proceso (Titulo, negro) - Costo total (esquina inferior derecha, negro)
15	Pie Chart	Tonalidades de azul, negro, verde claro	Rol del recurso(porciones del gráfico de pie), etiqueta de datos (cantidad de recursos)	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades divididas por tonalidades (Azul) - Actividades con mayores costos (Amarillo Brillante, 3 mas costosas) - Costo por Actividad

				del proceso (negro) - Nombre del proceso (Titulo, negro) - Costo total (esquina inferior derecha, negro)
16	Tree Map	Tonalidades de Verde, negro	Cuadrados dimensionados según parte todo	- Nombre del recurso (tonalidad de verde) - Contornos (negro) - Cantidad total a la mano derecha inferior del gráfico - Tamaño del recuadro (Según su participación en el proceso)
17	Tree Map	Tonalidades de Azul negro, verde claro	Cuadrados dimensionados según parte todo	- Nombre del recurso (tonalidad de Azul) - Contornos (negro) - Cantidad total a la mano derecha inferior del gráfico - Tamaño del recuadro (Según su participación en el proceso) - Los recursos con menor participación (Verde claro - últimos 3)
18	Line Charts	Azul, Verde, Rojo, negro	Líneas, eje vertical, eje horizontal, etiqueta de datos, leyenda, puntos de unión	- Las cantidades de los costos en el eje vertical (negro) - Las actividades en el eje horizontal (negro) - Cada línea reflejara las instancias del proceso a evaluar (Tonalidades de Azul) - La instancia con menor costo total (verde) - La instancia de mayor costo total (rojo) - Leyenda explicando cada color (nombres o tiempos de cada instancia)

19	Bar Charts (Columnas)	azul, verde, negro	Barras, eje vertical, eje horizontal, leyenda, etiquetas de datos	<ul style="list-style-type: none"> - En el eje vertical colocar el dato a comparar (costo, tiempo, etc - negro) - En el eje horizontal puedes varias 2 cosas, instancias o actividades (negro) - Barras a comparar (Proceso descubierto-azul, Proceso modelado-verde) - leyenda explicando los colores (ubicación: inferior derecha) - Titulo del gráfico
20	Bar Charts (Columnas)	azul, verde, negro, Amarillo	Barras, eje vertical, eje horizontal, leyenda, etiquetas de datos	<ul style="list-style-type: none"> - En el eje vertical colocar el dato a comparar (costo, tiempo, etc - negro) - En el eje horizontal puedes varias 2 cosas, instancias o actividades (negro) - Barras a comparar (Proceso descubierto-azul, Proceso modelado-verde, exceso de "campo" en amarillo) - leyenda explicando los colores (ubicación: inferior derecha) - Titulo del gráfico
21	Bubble Plots: A Scatter Plot Variation	Azul, negro, Amarillo	Eje vertical, eje horizontal, leyenda, burbujas	<ul style="list-style-type: none"> - El nombre de la actividad del proceso en el eje vertical(negro) - El tiempo que demoro el proceso (negro) - El nombre del recurso, en una burbuja que desarrollo la actividad en dicho tiempo (Azul)

22	box plot	Azul, negro, rojo cálido	instancia(caja), rangos de costos(bigotes), valores atípicos mayores, valores atípicos menores,	<ul style="list-style-type: none"> - Las actividades del proceso en diferentes instancias en el eje Horizontal (Negro) - la variable de performance a analizar en el eje Vertical (negro) - Rango de costos por instancia en dicha actividad (Azul) - Valores atípicos mayores (Rojo cálido)
23	Scatter Plots	negro, azul, amarillo	Eje vertical, eje horizontal, leyenda, burbujas, línea de tendencia	<ul style="list-style-type: none"> - Las actividades del proceso en diferentes instancias en el eje Horizontal (Negro) - La variable a evaluar por performance en el eje Vertical (negro) - burbujas alineadas a actividades según corresponda (Azul) - la línea de tendencia generada amarillo)
24	Petri Nets	Azul, negro, Amarillo brillante	Actividades (Rectángulos), Flujos de secuencia (Flechas), Animación (Opcional)	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades del proceso que cumplen la normativa (Azul) - Flujos de secuencia que cumplen la normativa(negro) - Tiempo de demora de la actividad (negro)
25	Petri Nets	Azul, negro, Rojo cálido, Amarillo brillante	Actividades (Rectángulos), Flujos de secuencia (Flechas), Animación (Opcional)	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades del proceso que cumplen la normativa (Azul) - Flujos de secuencia que cumplen la normativa(negro) - Actividades que no están en el modelo planteado (Rojo) - Flujos de secuencia que no son iguales a los del modelo planteado (Amarillo)
26	Petri Nets	Azul, negro, Amarillo Opaco	Actividades (Rectángulos), Flujos de secuencia	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades del proceso que cumplen la normativa (Azul)

			(Flechas), Animación (Opcional)	<ul style="list-style-type: none"> - Flujos de secuencia que cumplen la normativa (negro) - Actividades y Flujos de secuencia que no cumplen la normativa (Amarillo Opaco)
27	Pie Chart	Tonalidades de azul, negro, Amarillo Brillante	Rol del recurso (porciones del gráfico de pie), etiqueta de datos (cantidad de recursos)	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades divididas por tonalidades (Azul) - Actividades con mayores performances (Amarillo Brillante, 3 más altas) - Nombre del proceso (Titulo, negro)
28	Tree Map	Tonalidades de Verde, negro	Cuadrados dimensionados según parte todo	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre del recurso (tonalidad de verde) - Contornos (negro) - Cantidad total a la mano derecha inferior del gráfico - Tamaño del recuadro (Según su participación en el proceso)
29	Line Charts	Azul, Verde, Rojo, negro	Líneas, eje vertical, eje horizontal, etiqueta de datos, leyenda, puntos de unión	<ul style="list-style-type: none"> - Las cantidades de la variable de performance a analizar en el eje vertical (negro) - Las actividades en el eje horizontal (negro) - Cada línea reflejara las instancias del proceso a evaluar (Tonalidades de Azul) - La instancia con menor variable de performance a analizar (verde) - La instancia de mayor variable de performance a analizar (rojo) - Leyenda explicando cada color (nombres o tiempos de cada instancia)

30	Bar Charts (Columnas)	azul, verde, negro, Amarillo	Barras, eje vertical, eje horizontal, leyenda, etiquetas de datos	<ul style="list-style-type: none"> - En el eje vertical colocar el dato a comparar (costo, tiempo, etc - negro) - En el eje horizontal puedes varias 2 cosas, instancias o actividades (negro) - Barras a comparar (Proceso descubierto-azul, Proceso modelado-verde, exceso de "campo" en amarillo) - leyenda explicando los colores (ubicación: inferior derecha) - Título del gráfico
31	Bar Charts(Columnas)	azul, Rojo negro	Barras, eje vertical, eje horizontal, leyenda, etiquetas de datos	<ul style="list-style-type: none"> - En el eje vertical colocar el tiempo (negro) - En el eje horizontal las actividades (negro) - Barras a comparar (Azul) - Barra con mayor cantidad de tiempo (Rojo) - leyenda explicando los colores (ubicación: inferior derecha) - Título del gráfico
32	Area Chart	Azul, negro, Rojo	Líneas, eje vertical, eje horizontal, etiqueta de datos, leyenda, puntos de unión	<ul style="list-style-type: none"> - Las cantidades de tiempo eje vertical (negro) - Las actividades en el eje horizontal (negro) - puntos de Union (Tonalidades de Azul) - La actividad con mayor tiempo (Rojo) - Leyenda explicando cada color (nombres o tiempos de cada instancia)
33	Petri Nets	Azul, negro	Actividades (Rectángulos), Flujos de secuencia (Flechas),	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades del proceso Según los registros (Azul) - Flujos de secuencia

			Animación (Opcional)	Según los registros(negro)
34	Petri Nets	Azul, negro	Actividades (Rectángulos), Flujos de secuencia (Flechas), Animación (Opcional)	- Actividades del proceso que cumplen la normativa (Azul) - Flujos de secuencia que cumplen la normativa(negro)
35	Petri Nets	Azul, negro, Amarillo Opaco	Actividades (Rectángulos), Flujos de secuencia (Flechas), Animación (Opcional)	- Actividades del proceso que cumplen la normativa (Azul) - Flujos de secuencia que cumplen la normativa(negro) - Actividades y Flujos de secuencia que le pertenecen al actor seleccionado (Amarillo Opaco)
36	Line Charts	Tonalidades de azul, negro	Líneas, eje vertical, eje horizontal, etiqueta de datos, leyenda, puntos de unión	- Las cantidades de la variable a analizar en el eje vertical (negro) - Las actividades en el eje horizontal (negro) - Cada línea reflejara las diferentes variables del proceso a evaluar (Tonalidades de Azul) - Leyenda explicando cada color (nombres o tiempos de cada variable)
37	Decisión Trees	Negro, Azul y Verde	Nodos, flujos de decisión, cuadro de tendencia (opcional)	- Las actividades del recurso seleccionado en cada nodo (Negro) - Los flujos de decisión (Azul) - Las actividades tendencia (En un cuadro de barras ordenado de mayor a menor - color verde)
38	Decisión Trees	Negro, Azul y Amarillo	Nodos, flujos de decisión, cuadro de tendencia (opcional)	- Las actividades del recurso seleccionado en cada nodo (Negro) - Los flujos de decisión (Azul) - Las actividades

				menos frecuentes (En un cuadro de barras ordenado de mayor a menor) - Las actividades infrecuentes o de desviación (Amarillo Brillante)
--	--	--	--	--

Tabla 11. Modelo de Interacción de Lineamientos

5.1.2 Metodología extendida de implementación de proyectos de *process mining*

Nuestra propuesta es incluir nuestro modelo de interacción, matriz de lineamientos, a la metodología de proyectos de *process mining* llamada PM2, debido a que esta metodología posee un carácter de análisis iterativo que permite mejorar las preguntas y/o redefinir los objetivos para obtener mejores resultados. Esta metodología consta de 6 fases como se muestra en la Gráfico 14. Al incluir nuestro modelo de interacción contribuimos con el desafío número 11 del manifiesto de *process mining* [17], que está enfocado en el entendimiento del usuario no-experto en los resultados del análisis de *process mining*. El entendimiento de los resultados del análisis de *process mining* por parte de los usuarios es vital para que un proyecto de *process mining* sea exitoso.

Figura 20. Metodología PM² en [16]

Por ello, proponemos incluir nuestro modelo de interacción como una fase más en la metodología PM², entre la fase de (4) Mining & Analysis y (5) Evaluation. La presentación de los análisis de la fase (4) se alinearían a los lineamientos que ofrecemos en nuestro modelo de interacción, nueva fase (5) llamada Data visualization, para ofrecer una mejor interpretación y evaluación de los resultados en lo que sería la fase (6). En el Gráfico 15, podemos observar la extensión de la metodología de PM² con el modelo de interacción propuesto.

Figura 21. Extensión de la Metodología PM² en [16]

5.2 Validación Cualitativa del Proyecto

Este documento presenta la evaluación cualitativa del proyecto, que se realizó en la etapa de monitoreo y control. Esta evaluación permite evaluar la aplicación de la solución de nuestro proyecto en un caso hipotético, midiendo el impacto generado por los usuarios no expertos en análisis de resultados de *process mining*.

5.2.1 Metodología

La evaluación cualitativa del proyecto se realizó bajo el método Delphi. Este método nos permite realizar 4 etapas claves para conocer el impacto de la aplicación de nuestro modelo de interacción de lineamientos en un proyecto de *process mining*

Etapa del método	Descripción
1. Identificación del objetivo de encuesta	Identificar cual es el objetivo de aplicar la encuesta.
2. Definición del público objetivo	Definir los participantes en base a las características que exige nuestro proyecto.
3. Elaboración y lanzamiento de encuesta	Elaborar la encuesta en base al objetivo planteado y distribuirlo al público objetivo.
4. Explotación y análisis de resultados	Luego de la aplicación de la encuesta, pasaremos a explotar los resultados y analizar métricas como la mediana y la moda de los datos obtenidos.

Tabla 12. Método Delphi

5.2.2 Evaluación Cualitativa

5.2.2.1 Objetivo de la Encuesta

El objetivo de la encuesta es conocer el impacto de aplicar nuestra solución en un escenario de prueba.

5.2.2.2 Público objetivo o target

Nuestro público objetivo está destinado a roles que sean dueños de procesos con más de 1 años de experiencia. Roles como gerente, subgerente, jefes y analistas seniors.

5.2.2.3 Escenario

La encuesta se realizó sobre una plataforma virtual.

5.2.2.4 Elaboración de la encuesta: Escala de Likert, variables de entendimiento y lanzamiento

Enlace de la encuesta: <https://forms.gle/ZegvzYwPAEfG8hen7>

La encuesta está elaborada bajo la escala de Likert desde el valor 1: Totalmente en desacuerdo hasta el valor 10: Totalmente de acuerdo. En cuanto a la escala la definimos de la siguiente manera:

Escala	Significado
1, 2	Totalmente en desacuerdo
3, 4	En desacuerdo
5, 6	Indeciso
7, 8	De acuerdo
9, 10	Totalmente de acuerdo

Tabla 13. Escala de Likert

A continuación, mostraremos cada una de las preguntas que realizaremos en la encuesta, donde mostramos la relación con nuestro modelo de interacción de lineamientos y las variables que pretendemos evaluar.

Objetivo o Pregunta	Técnica	Escenario	Pregunta en la encuesta	Gráfico	Variable
¿Cuánto me cuesta	Bar Charts	El propósito de este gráfico es evidenciar la	Según el gráfico presentado, ¿se entiende que se indica la	Anexo: Gráfico 1	Grado de entendimiento

el proceso "X"?		actividad que supone el mayor costo en un proceso de negocio	actividad con mayor costo de un proceso?		
			Del gráfico anterior ¿Los elementos del gráfico fueron los adecuados? Califica del 1 al 10, siendo 1 en total desacuerdo y 10 en total acuerdo.		Elementos del gráfico
Analizar los actores involucrados	Bubble Plots	El propósito de este gráfico es evidenciar el tiempo que supone realizar ciertas actividades según un número de recursos en un proceso de negocio	Del siguiente gráfico, cuál cree que se sería el orden de "X", "Y" y "Z"	Anexo: Gráfico 2	Percepción
			Del gráfico anterior, considera que se utilizó el gráfico adecuado para representar el tiempo que toma realizar una actividad en función del número de recursos.		Gráfico adecuado
¿Cómo puedo mejorar el proceso "X"?	Petri Nets	El propósito de este gráfico es evidenciar los cuellos de botella en un proceso de negocio	Del gráfico anterior, qué actividades considera que presencian cuello de botella?	Anexo: Gráfico 3	Percepción
			¿Crees que se utilizaron adecuadamente los colores?		Colores adecuados
			¿Crees que se utilizó el gráfico adecuado?		Gráfico adecuado

Tabla 14. Estructura de la encuesta

5.2.2.5 Explotación y análisis de resultados

Según los resultados obtenidos vamos a analizar cada uno (1) de los tres (3) lineamientos evaluados en esta encuesta.

Objetivo o Pregunta	Técnica	Pregunta en la encuesta	Variable	Mediana	Moda
¿Cuánto me cuesta el proceso "X"?	Bar Charts	Según el gráfico presentado, ¿se entiende que se indica la actividad con mayor costo de un proceso?	Grado de entendimiento	10: Totalmente de acuerdo	10: Totalmente de acuerdo (60%)

		Del gráfico anterior ¿Los elementos del gráfico fueron los adecuados? Calificación del 1 al 10, siendo 1 en total desacuerdo y 10 en total acuerdo.	Elementos del gráfico	8.5: De acuerdo	10: Totalmente de acuerdo (40%)
Analizar los actores involucrados	Bubble Plots	Del siguiente gráfico, cuál cree que se sería el orden de "X", "Y" y "Z"	Percepción	Para este caso no se usó la escala de Likert	Para este caso no se usó la escala de Likert. Sin embargo, se obtuvo un 50% de respuestas correctas
		Del gráfico anterior, considera que se utilizó el gráfico adecuado para representar el tiempo que toma realizar una actividad en función del número de recursos.	Gráfico adecuado	7.5: De acuerdo	8: De acuerdo (40%)
¿Cómo puedo mejorar el proceso "X"?	Petri Nets	Del gráfico anterior, qué actividades considera que presencian cuello de botella?	Percepción	Para este caso no se usó la escala de Likert	Para este caso no se usó la escala de Likert. Sin embargo, se obtuvo un 80% de respuestas correctas

		¿Crees que se utilizaron adecuadamente los colores?	Colores adecuados	8: De acuerdo	10: Totalmente de acuerdo (40%)
		¿Crees que se utilizó el gráfico adecuado?	Gráfico adecuado	9.5: Totalmente de acuerdo	10: Totalmente de acuerdo (50%)

Tabla 15. Resultados de la validación

5.3 Roadmap de Proyectos

Este documento presenta la ruta del proyecto o roadmap de nuestra investigación. Realizando un análisis de la investigación inicial y las tendencias tecnológicas ahora existentes se proponen 6 nuevos proyectos en años futuros con gran impacto para la disciplina de *process mining*.

5.3.1 Proyectos

El roadmap realizado tiene como base de nuestro proyecto, se hizo una revisión de fases y actividades en la metodología de implementación del PM² para identificar gaps y problemas que se pueden solucionar con los proyectos propuestos.

Además también se observaron las tendencias actuales, tales como IOT, RPA y predictive process monitoring para su utilización debido a sus beneficios y estándares para añadir conocimiento y aportar resultados ante las necesidades observadas.

Figura 22. Roadmap de Proyectos

5.3.2 Objetivos Generales y Específicos

5.3.2.1 EISW001

5.3.2.1.1 Objetivo General

Implementar lineamientos entre *process mining* y *data visualization* para la optimización de procesos de negocios en el sector Retail.

5.3.2.1.2 Objetivo Específico 1

Analizar las diferentes herramientas existentes en *process mining*, así como las diferentes tecnologías de integración con las mismas.

5.3.2.1.3 Objetivo Específico 2

Diseñar una arquitectura que permita evidenciar lineamientos que integran la disciplina de *process mining* y *data visualization*.

5.3.2.1.4 Objetivo Específico 3

Validar la propuesta de lineamientos entre minería de procesos y visualización de datos en base a una simulación de un escenario real

5.3.2.1.5 Objetivo específico 4

Elaborar el plan de continuidad que permita de identificar mejoras y permita la sostenibilidad de los lineamientos implementados.

5.3.2.2 EISI003

5.3.2.2.1 Objetivo general

Implementar un modelo tecnológico que permita la extracción de registros soportado por RPA para la automatización de procesos.

5.3.2.2.2 Objetivo específico 1

Analizar técnicas y métodos de extracción de registros aplicados a la disciplina de *process mining*.

5.3.2.2.3 Objetivo específico 2

Diseñar un modelo tecnológico que permita automatizar la extracción de registros en un proyecto de *process mining*.

5.3.2.2.4 Objetivo específico 3

Validar el modelo tecnológico que permita automatizar la extracción de registros en un proyecto de *process mining* en un escenario real.

5.3.2.2.5 Objetivo específico 4

Elaborar el plan de continuidad que permita identificar mejoras en el modelo tecnológico asegurando su sostenibilidad.

5.3.2.3 EISI004

5.3.2.3.1 Objetivo general

Implementar un modelo de referencia para integrar *process mining* y RPA utilizado en la mejora de procesos normativos.

5.3.2.3.2 Objetivo específico 1

Analizar las técnicas, metodologías y herramientas de RPA, así como las metodologías para llevar a cabo un proyecto de *process mining* analizando sus puntos de convergencia.

5.3.2.3.3 Objetivo específico 2

Diseñar el modelo de referencia para integrar *process mining* y RPA utilizado en la mejora de procesos normativos

5.3.2.3.4 Objetivo específico 3

Validar el modelo de para integrar *process mining* y RPA utilizado en la mejora de procesos normativos en un escenario real

5.3.2.3.5 Objetivo específico 4

Elaborar el plan de continuidad del modelo de referencia para integrar *process mining* y RPA utilizado en la mejora de procesos normativos y asegurar su sostenibilidad.

5.3.2.4 EISI005

5.3.2.4.1 Objetivo general

Implementar una metodología de transformación digital soportado por *process mining* para el análisis del gap tecnológico.

5.3.2.4.2 Objetivo específico 1

Analizar las fases, entregables, herramientas y supuestos de un proyecto de transformación digital, así como herramientas, técnicas y casos de éxito de *process mining*.

5.3.2.4.3 Objetivo específico 2

Diseñar la metodología de transformación digital soportado por *process mining* para el análisis del gap tecnológico.

5.3.2.4.4 Objetivo específico 3

Validar la metodología de transformación digital soportado por *process mining* para el análisis del gap tecnológico.

5.3.2.4.5 Objetivo específico 4

Elaborar el plan de continuidad de la metodología de transformación digital soportado por *process mining* para el análisis del gap tecnológico.

5.3.2.5 EISI006

5.3.2.5.1 Objetivo general

Implementar un modelo de referencia para la mejora de procesos utilizando *process mining* y IOT aplicado en un proceso logístico de almacenamiento.

5.3.2.5.2 Objetivo específico 1

Analizar las técnicas, metodologías y herramientas de IOT, así como las metodologías para llevar a cabo un proyecto de *process mining* analizando sus puntos de convergencia.

5.3.2.5.3 Objetivo específico 2

Diseñar el modelo de referencia para la mejora de procesos utilizando *process mining* y IOT aplicado en un proceso logístico de almacenamiento.

5.3.2.5.4 Objetivo específico 3

Validar el modelo de para la mejora de procesos utilizando *process mining* y IOT aplicado en un proceso logístico de almacenamiento. en un escenario real

5.3.2.5.5 Objetivo específico 4

Elaborar el plan de continuidad del modelo de referencia para la mejora de procesos utilizando *process mining* y IOT aplicado en un proceso logístico de almacenamiento y asegurar su sostenibilidad.

5.3.2.6 EISI007

5.3.2.6.1 Objetivo general

Implementar un framework extendido para el desarrollo de predictive process monitoring para el proceso de compras.

5.3.2.6.2 Objetivo específico 1

Analizar las técnicas, metodologías y herramientas de IOT, así como las metodologías para llevar a cabo un proyecto de *process mining* analizando sus puntos de convergencia.

5.3.2.6.3 Objetivo específico 2

Diseñar el framework extendido para el desarrollo de predictive process monitoring para el proceso de compras.

5.3.2.6.4 Objetivo específico 3

Validar el framework extendido para el desarrollo de predictive process monitoring para el proceso de compras en un escenario real

5.3.2.6.5 Objetivo específico 4

Elaborar el plan de continuidad del framework extendido para el desarrollo de predictive process monitoring para el proceso de compras y asegurar su sostenibilidad.

CAPÍTULO 6: GESTIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se desarrolla ampliamente el plan de trabajo alrededor de nuestro proyecto de investigación.

6.1 EDT

A continuación mostramos todas las fases y sus actividades de todo el proyecto

Figura 23. EDT del Proyecto

6.2 Diccionario EDT

Nivel	Código de EDT	Nombre de Entregable
1	0.	Solución del Proyecto
2	1.	Gestión del Proyecto
3	1.1.	Iniciación
4	1.1.1.	Project Charter
4	1.1.2.	Alineamiento del proyecto a los outcomes de ABET
3	1.2.	Planificación
4	1.2.1.	EDT
4	1.2.2.	Diccionario EDT
4	1.2.3.	Matriz de trazabilidad de requerimientos
4	1.2.4.	Cronograma
4	1.2.5.	Plan de Gestión de RRHH
4	1.2.6.	Descripción de roles y responsabilidades

4	1.2.7.	Matriz de riesgos
4	1.2.8.	Matriz RAM
4	1.2.9.	Matriz de comunicaciones
3	1.3	Ejecución
4	1.3.1.	Dirección y gestión del trabajo del proyecto
4	1.3.2.	Gestión del conocimiento del proyecto
4	1.3.3.	Solicitudes de cambio
4	1.3.4.	Marco teórico
4	1.3.5.	Estado del arte
4	1.3.6.	Anexo Wasc
4	1.3.7.	Actualización de alineamiento del proyecto a los outcomes de ABET
3	1.4.	Monitoreo y control
4	1.4.1.	Contacto con experto en process mining
3	1.5.	Cierre
4	1.5.1.	Entrega de documentos finales
2	2.	Análisis
3	2.1.	Línea de tiempo de process mining
4	2.1.1.	Investigación de la literatura sobre process mining
4	2.1.2.	Creación de la línea de tiempo de process mining
4	2.1.3.	Revisión de la línea de tiempo de process mining
4	2.1.4.	Correcciones de la línea de tiempo de process mining
3	2.2.	Línea de tiempo de data visualization
4	2.2.1.	Investigación de la literatura sobre data visualization
4	2.2.2.	Creación de la línea de tiempo de data visualization
4	2.2.3.	Revisión de la línea de tiempo de data visualization
4	2.2.4.	Correcciones de la línea de tiempo de data visualization
3	2.3	Línea de tiempo del acercamiento de process mining y data visualization
4	2.3.1.	Investigación de la literatura entre process mining y data visualization
4	2.3.2.	Creación de la línea de tiempo entre process mining y data visualization
4	2.3.3.	Revisión de la línea de tiempo de entre process mining y data visualization
4	2.3.4.	Correcciones de la línea de tiempo de process mining y data visualization
2	3.	Diseño
3	3.1.	Diseño del modelo de interacción de lineamientos
4	3.1.1.	Definición de variables de integración del modelo de interacción de lineamientos
4	3.1.2.	Creación del diseño del modelo de interacción de lineamientos
4	3.1.3.	Revisión del diseño del modelo de interacción de lineamientos

4	3.1.4.	Correcciones del diseño del modelo de interacción de lineamientos
4	3.1.5.	Documentación del modelo (matriz) de interacción de lineamientos
4	3.1.6.	Revisión del modelo (matriz) de interacción de lineamientos
4	3.1.7.	Correcciones en el modelo (matriz) de interacción de lineamientos
2	4.	Validación
3	4.1.	Encuesta de validación cualitativa
4	4.1.1.	Definición del objetivo de la encuesta
4	4.1.2.	Definición del público objetivo
4	4.1.3.	Elaboración y lanzamiento de la encuesta
4	4.1.4.	Explotación y análisis de resultados
4	4.1.5.	Documentación de la validación del proyecto
4	4.1.6.	Revisión de la validación del proyecto
4	4.1.7.	Correcciones de la validación del proyecto
2	5.	Cartera de proyectos
3	5.1.	Elaboración de la cartera de proyectos
4	5.1.1.	Definición de las fases de la cartera de proyectos
4	5.1.2.	Investigación de otras disciplinas y/o tecnologías relacionadas a process mining y data visualization
4	5.1.3.	Creación de la cartera de proyectos
4	5.1.4.	Revisión de la cartera de proyectos
4	5.1.5.	Correcciones de la cartera de proyectos

Tabla 16. Diccionario EDT

Descripción de entregables

Código del Entregable	1.1.1.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Project Charter		
Descripción del Trabajo			
Definir los puntos más relevantes del proyecto: problema, causas, objetivos, indicadores, alcance, cronograma, recursos, riesgos, restricciones y suposiciones.			
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)			Fecha
Elaborar			20/08/2018
Revisar			24/08/2018
Aprobar			27/08/2018

Duración	10 horas	Fecha Inicio	20/08/2018	Fecha Fin	26/08/2018
Requerimientos de Calidad					
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>					
El Project charter deberá ser entregado el 27 de Agosto del 2018.					
Criterios de Aceptación					
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>					
El cliente del proyecto deberá aprobar el Project charter para darlo como válido ante el comité de proyecto.					
Referencias Técnicas					
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>					
Se deberá incluir información de base de datos como Scopus, IEEEExplorer, Springer, para argumentar ciertos puntos del Project charter.					
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)					
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>					
- No aplica					
ESTADO DEL ENTREGABLE					FECHA
Activo					27/08/2018
Cancelado					Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido					Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	1.1.2.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Documento de los alineamientos del proyecto a los outcomes de ABET		
Descripción del Trabajo			
Desarrollar un documento con los alineamientos que sustenten el cumplimiento de las competencias (outcomes) de ABET.			

Hitos <i>(No deben exceder las 2 semanas)</i>					Fecha
Elaborar					31/08/2018
Revisar					27/08/2018
Aprobar					31/08/2018
Duración	4 horas	Fecha Inicio	21/08/2018	Fecha Fin	27/08/2018
Requerimientos de Calidad					
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>					
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.					
Criterios de Aceptación					
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>					
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.					
Referencias Técnicas					
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>					
Artículos y otras fuentes científicas que sustente cada competencia de ABET.					
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)					
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>					
- No aplica.					
ESTADO DEL ENTREGABLE					FECHA
Activo					31/08/2018
Cancelado					Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido					Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	1.2.1.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Matriz de trazabilidad de requerimientos		
Descripción del Trabajo			

Desarrollar una matriz con los requerimientos sobre cada entregable del proyecto que permitan alcanzar cada uno de los objetivos.

Hitos <i>(No deben exceder las 2 semanas)</i>					Fecha
Elaborar					31/08/2018
Revisar					27/06/2019
Aprobar					27/06/2019
Duración	4 horas	Fecha Inicio	26/03/2019	Fecha Fin	27/06/2019

Requerimientos de Calidad

Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)

El documento debe ser revisado por el gerente del aula.

Criterios de Aceptación

Criterios que serán usados para aceptar este entregable.

El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.

Referencias Técnicas

Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable

Conocimiento del proyecto.

Consideraciones Contractuales (Si Aplica)

En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable

- No aplica.

ESTADO DEL ENTREGABLE	FECHA
Activo	25/06/2019
Cancelado	Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	1.2.2.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
------------------------------	--------	-----------------------------------	---------

Nombre del Entregable	EDT – Estructura de Descomposición del Trabajo				
Descripción del Trabajo					
Elaborar la EDT con las actividades a realizar en cada etapa del proyecto durante los dos ciclos académicos.					
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)					Fecha
Elaborar					31/08/2018
Revisar					27/06/2019
Aprobar					27/06/2019
Duración	4 horas	Fecha Inicio	26/03/2019	Fecha Fin	27/06/2019
Requerimientos de Calidad					
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>					
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.					
Criterios de Aceptación					
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>					
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.					
Referencias Técnicas					
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>					
Conocimiento del proyecto.					
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)					
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>					
- No aplica.					
ESTADO DEL ENTREGABLE					FECHA
Activo					25/06/2019
Cancelado					Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido					Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	1.2.3.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Diccionario EDT		
Descripción del Trabajo			
Elaborar el detalle de cada paquete de la EDT a realizar en cada etapa del proyecto durante los dos ciclos académicos.			
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)			Fecha
Elaborar			31/08/2018
Revisar			27/06/2019
Aprobar			27/06/2019
Duración	4 horas	Fecha Inicio	Fecha Fin
		26/03/2019	27/06/2019
Requerimientos de Calidad			
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>			
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.			
Criterios de Aceptación			
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>			
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.			
Referencias Técnicas			
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>			
Conocimiento del proyecto.			
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)			
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>			
- No aplica.			
ESTADO DEL ENTREGABLE			FECHA
Activo			25/06/2019
Cancelado			Haga clic aquí para escribir una fecha.

Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.
------------	---

Código del Entregable	1.2.4.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00	
Nombre del Entregable	Cronograma			
Descripción del Trabajo				
Secuenciar las actividades del proyecto y establecer las fechas para cada una de ellas.				
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)				Fecha
Elaborar				31/08/2018
Revisar				27/06/2019
Aprobar				27/06/2019
Duración	4 horas	Fecha Inicio	26/03/2019	Fecha Fin
			19	27/06/2019
Requerimientos de Calidad				
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>				
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.				
Criterios de Aceptación				
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>				
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.				
Referencias Técnicas				
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>				
Conocimiento del proyecto.				
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)				
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>				
- No aplica.				
ESTADO DEL ENTREGABLE				FECHA
Activo				25/06/2019

Cancelado	Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	1.2.5.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Plan de Gestión de RR.HH.		
Descripción del Trabajo			
Reconocer la estructura organizativa del proyecto, sus funciones y el tiempo dedicado a las actividades del proyecto.			
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)			Fecha
Elaborar			31/08/2018
Revisar			27/06/2019
Aprobar			27/06/2019
Duración	4 horas	Fecha Inicio	26/03/2019
		Fecha Fin	27/06/2019
Requerimientos de Calidad			
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>			
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.			
Criterios de Aceptación			
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>			
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.			
Referencias Técnicas			
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>			
Conocimiento del proyecto.			
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)			
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>			
- No aplica.			

ESTADO DEL ENTREGABLE	FECHA
Activo	25/06/2019
Cancelado	Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	1.2.6.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Descripción de roles y responsabilidad		
Descripción del Trabajo			
Detallar cada función de los integrantes del proyecto a fin de cumplir con el principal objetivo.			
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)			Fecha
Elaborar			31/08/2018
Revisar			27/06/2019
Aprobar			27/06/2019
Duración	4 horas	Fecha Inicio	26/03/2019
		Fecha Fin	27/06/2019
Requerimientos de Calidad			
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>			
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.			
Criterios de Aceptación			
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>			
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.			
Referencias Técnicas			
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>			
Conocimiento del proyecto.			
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)			

En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable

- No aplica.

ESTADO DEL ENTREGABLE	FECHA
Activo	25/06/2019
Cancelado	Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	1.2.7.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Descripción de roles y responsabilidad		
Descripción del Trabajo			
Detallar cada función de los integrantes del proyecto a fin de cumplir con el principal objetivo.			
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)			Fecha
Elaborar			31/08/2018
Revisar			27/06/2019
Aprobar			27/06/2019
Duración	4 horas	Fecha Inicio	26/03/2019
		Fecha Fin	27/06/2019
Requerimientos de Calidad			
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>			
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.			
Criterios de Aceptación			
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>			
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.			
Referencias Técnicas			
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>			
Conocimiento del proyecto.			

Consideraciones Contractuales (Si Aplica)	
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>	
- No aplica.	
ESTADO DEL ENTREGABLE	FECHA
Activo	25/06/2019
Cancelado	Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	1.2.8.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00		
Nombre del Entregable	Matriz RAM				
Descripción del Trabajo					
Definir las responsabilidades sobre las actividades del proyecto					
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)			Fecha		
Elaborar			31/08/2018		
Revisar			27/06/2019		
Aprobar			27/06/2019		
Duración	4 horas	Fecha Inicio	26/03/2019	Fecha Fin	27/06/2019
Requerimientos de Calidad					
Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)					
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.					
Criterios de Aceptación					
Criterios que serán usados para aceptar este entregable.					
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.					
Referencias Técnicas					

<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>	
Conocimiento del proyecto.	
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)	
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>	
- No aplica.	
ESTADO DEL ENTREGABLE	FECHA
Activo	25/06/2019
Cancelado	Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	1.2.9.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00		
Nombre del Entregable	Matriz de comunicaciones				
Descripción del Trabajo					
Establecer los medios de comunicación por donde se mantendrá contacto entre el equipo del proyecto, el cliente, el gerente, la PMO y otros participantes.					
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)			Fecha		
Elaborar			31/08/2018		
Revisar			27/06/2019		
Aprobar			27/06/2019		
Duración	4 horas	Fecha Inicio	26/03/2019	Fecha Fin	27/06/2019
Requerimientos de Calidad					
Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)					
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.					
Criterios de Aceptación					
Criterios que serán usados para aceptar este entregable.					
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.					

Referencias Técnicas	
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>	
Conocimiento del proyecto.	
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)	
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>	
- No aplica.	
ESTADO DEL ENTREGABLE	FECHA
Activo	25/06/2019
Cancelado	Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	1.3.4.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Marco teórico		
Descripción del Trabajo			
Documentar los conceptos principales del proyecto que permitan comprender el estudio realizado.			
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)			Fecha
Elaborar			31/08/2018
Revisar			27/06/2019
Aprobar			27/06/2019
Duración	12 horas	Fecha Inicio	26/03/2019
		Fecha Fin	27/06/2019
Requerimientos de Calidad			
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>			
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.			

Criterios de Aceptación	
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>	
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.	
Referencias Técnicas	
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>	
Conocimiento del proyecto.	
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)	
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>	
- No aplica.	
ESTADO DEL ENTREGABLE	FECHA
Activo	25/06/2019
Cancelado	Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	1.3.5.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Estado del arte		
Descripción del Trabajo			
Revisión de la literatura que será la base de nuestra solución.			
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)			Fecha
Elaborar			31/08/2018
Revisar			27/06/2019
Aprobar			27/06/2019
Duración	12 horas	Fecha Inicio	26/03/2019
		Fecha Fin	27/06/2019
Requerimientos de Calidad			

Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)

El documento debe ser revisado por el gerente del aula.

Criterios de Aceptación

Criterios que serán usados para aceptar este entregable.

El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.

Referencias Técnicas

Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable

Conocimiento del proyecto.

Consideraciones Contractuales (Si Aplica)

En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable

- No aplica.

ESTADO DEL ENTREGABLE	FECHA
Activo	25/06/2019
Cancelado	Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	1.3.6.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Anexo A: WASC		
Descripción del Trabajo			
Documentar la relación entre los fundamentos de nuestro proyecto con las competencias que exige el WASC.			
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)			Fecha
Elaborar			31/08/2018
Revisar			27/06/2019
Aprobar			27/06/2019

Duración	6 horas	Fecha Inicio	26/03/2019	Fecha Fin	27/06/2019
Requerimientos de Calidad					
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>					
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.					
Criterios de Aceptación					
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>					
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.					
Referencias Técnicas					
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>					
Conocimiento del proyecto y las competencias del WASC otorgadas por la PMO.					
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)					
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>					
- No aplica.					
ESTADO DEL ENTREGABLE					FECHA
Activo					25/06/2019
Cancelado					Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido					Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	2.1.2.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Creación de la línea de tiempo de process mining		
Descripción del Trabajo			
Creación de la línea de tiempo donde se da a conocer los acontecimientos más relevantes en la disciplina de process mining.			
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)			Fecha

Elaborar					03/09/2018
Revisar					13/09/2018
Aprobar					14/09/2018
Duración	20 horas	Fecha Inicio	03/09/2018	Fecha Fin	14/09/2018
Requerimientos de Calidad					
Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)					
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.					
Criterios de Aceptación					
Criterios que serán usados para aceptar este entregable.					
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.					
Referencias Técnicas					
Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable					
Bases de datos: Scopus, IEEEExplore, Springer, EmeraldInsight y otras fuentes.					
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)					
En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable					
- No aplica.					
ESTADO DEL ENTREGABLE					FECHA
Activo					25/06/2019
Cancelado					Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido					Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	2.2.2.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Creación de la línea de tiempo de data visualization		
Descripción del Trabajo			
Creación de la línea de tiempo donde se da a conocer los acontecimientos más relevantes en la disciplina de data visualization			

Hitos <i>(No deben exceder las 2 semanas)</i>						Fecha
Elaborar						03/09/2018
Revisar						13/09/2018
Aprobar						14/09/2018
Duración	20 horas	Fecha Inicio	03/09/2018	Fecha Fin	14/09/2018	
Requerimientos de Calidad						
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>						
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.						
Criterios de Aceptación						
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>						
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.						
Referencias Técnicas						
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>						
Bases de datos: Scopus, IEEEExplore, Springer, EmeraldInsight y otras fuentes.						
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)						
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>						
- No aplica.						
ESTADO DEL ENTREGABLE						FECHA
Activo						25/06/2019
Cancelado						Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido						Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	2.3.2.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Creación de la línea de tiempo de data visualization		
Descripción del Trabajo			

Creación de la línea de tiempo donde se da a conocer estudios que relacionan process mining y data visualization.

Hitos (No deben exceder las 2 semanas)					Fecha
Elaborar					03/09/2018
Revisar					13/09/2018
Aprobar					14/09/2018
Duración	20 horas	Fecha Inicio	03/09/2018	Fecha Fin	14/09/2018

Requerimientos de Calidad

Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)

El documento debe ser revisado por el gerente del aula.

Criterios de Aceptación

Criterios que serán usados para aceptar este entregable.

El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.

Referencias Técnicas

Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable

Bases de datos: Scopus, IEEEExplore, Springer, EmeraldInsight y otras fuentes.

Consideraciones Contractuales (Si Aplica)

En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable

- No aplica.

ESTADO DEL ENTREGABLE		FECHA
Activo		25/06/2019
Cancelado		Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido		Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	3.1.2.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
------------------------------	--------	-----------------------------------	---------

Nombre del Entregable	Creación del diseño del modelo de interacción de lineamientos				
Descripción del Trabajo					
Diseñar el modelo de interacción de lineamientos resaltando las disciplinas investigadas.					
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)					Fecha
Elaborar					03/09/2018
Revisar					13/09/2018
Aprobar					14/09/2018
Duración	20 horas	Fecha Inicio	03/09/2018	Fecha Fin	14/09/2018
Requerimientos de Calidad					
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>					
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.					
Criterios de Aceptación					
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>					
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.					
Referencias Técnicas					
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>					
Bases de datos: Scopus, IEEEExplore, Springer, EmeraldInsight y otras fuentes.					
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)					
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>					
- No aplica.					
ESTADO DEL ENTREGABLE					FECHA
Activo					25/06/2019
Cancelado					Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido					Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	3.1.5.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00
Nombre del Entregable	Creación del diseño del modelo de interacción de lineamientos		
Descripción del Trabajo			
Documentar los lineamientos del modelo de interacción con las variables de interacción encontradas en el estado del arte.			
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)			Fecha
Elaborar			03/09/2018
Revisar			13/09/2018
Aprobar			14/09/2018
Duración	20 horas	Fecha Inicio	Fecha Fin
		03/09/2018	14/09/2018
Requerimientos de Calidad			
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>			
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.			
Criterios de Aceptación			
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>			
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.			
Referencias Técnicas			
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>			
Bases de datos: Scopus, IEEEExplore, Springer, EmeraldInsight y otras fuentes.			
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)			
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>			
- No aplica.			
ESTADO DEL ENTREGABLE			FECHA
Activo			25/06/2019
Cancelado			Haga clic aquí para escribir una fecha.

Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.
------------	---

Código del Entregable	4.1.5.	Costo del Entregable (S/.)		S/ 0.00	
Nombre del Entregable	Documentación de la validación del proyecto				
Descripción del Trabajo					
Documentar la validación realizada con los usuarios no expertos en process mining para evaluar el impacto de nuestra solución.					
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)				Fecha	
Elaborar				03/09/2018	
Revisar				13/09/2018	
Aprobar				14/09/2018	
Duración	20 horas	Fecha Inicio	03/09/2018	Fecha Fin	14/09/2018
Requerimientos de Calidad					
Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)					
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.					
Criterios de Aceptación					
Criterios que serán usados para aceptar este entregable.					
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.					
Referencias Técnicas					
Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable					
Bases de datos: Scopus, IEEEExplore, Springer, EmeraldInsight y otras fuentes. Herramientas para formularios como Google forms.					
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)					
En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable					
- No aplica.					
ESTADO DEL ENTREGABLE					FECHA
Activo					25/06/2019

Cancelado	Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.

Código del Entregable	5.1.3.	Costo del Entregable (S/.)	S/ 0.00	
Nombre del Entregable	Creación de la cartera de proyectos			
Descripción del Trabajo				
Creación de la propuesta de cartera de proyectos relacionados a process mining y data visualization en los próximos años.				
Hitos (No deben exceder las 2 semanas)				Fecha
Elaborar				03/09/2018
Revisar				13/09/2018
Aprobar				14/09/2018
Duración	20 horas	Fecha Inicio	03/09/2018	Fecha Fin
			14	14/09/2018
Requerimientos de Calidad				
<i>Métricas de calidad a ser usadas para verificar el entregable (normas, características, etc.)</i>				
El documento debe ser revisado por el gerente del aula.				
Criterios de Aceptación				
<i>Criterios que serán usados para aceptar este entregable.</i>				
El documento debe ser aprobado por el gerente del aula.				
Referencias Técnicas				
<i>Referencias o fuentes de documentación técnica referida al entregable</i>				
Bases de datos: Scopus, IEEEExplore, Springer, EmeraldInsight y otras fuentes.				
Consideraciones Contractuales (Si Aplica)				
<i>En caso aplicase, qué condiciones, requerimientos o restricciones establece el contrato para el presente entregable</i>				
- No aplica.				

ESTADO DEL ENTREGABLE	FECHA
Activo	25/06/2019
Cancelado	Haga clic aquí para escribir una fecha.
Suspendido	Haga clic aquí para escribir una fecha.

Tabla 17. Descripción de actividades

6.3 Matriz de Trazabilidad de Requerimientos

ID	Requerimiento	Justificación	Prioridad/Categoría	Propósitos u Objetivos del proyecto	Código ED T	Método de Revisión	Verificación de Alcance / Validación	Estado Actual	Fecha
RQ001	Evaluar la literatura de process mining	Identificar los acontecimientos más relevantes en process mining	Alta	OE1: Analizar metodologías de process mining y otras disciplinas de procesos que permitan optimizar los procesos de negocio utilizando técnicas de data visualization y la psicología del color.	2.1.2.	Presencial	Cumplido	Aprobado	12/10/2018

RQ002	Identificar preguntas y/o objetivos en casos de estudios	Uno de los dos componentes del modelo de interacción de lineamientos son las preguntas y/o objetivos en proyectos de process mining	Alta	OE2: Diseñar un modelo de interacción de lineamientos que permita la integración de process mining y data visualization.	3.1.5 .	Presencial	Cumplido	Aprobado	23/11/2018
RQ003	Evaluar la literatura de data visualization	Identificar los acontecimientos más relevantes en data visualization	Alta	OE1: Analizar metodologías de process mining y otras disciplinas de procesos que permitan optimizar los procesos de negocio utilizando técnicas de data visualization y la psicología del color.	2.2.2 .	Presencial	Cumplido	Agregado	12/10/2018
RQ004	Identificar las técnicas de data	Uno de los dos componentes del modelo de	Alta	OE2: Diseñar un modelo de	3.1.5 .	Presencial	Cumplido	Agregado	23/11/2018

	visualización	interacción de lineamientos son las técnicas de data visualización		interacción de lineamientos que permita la integración de process mining y data visualization.					
RQ005	Identificar el acercamiento entre process mining y data visualización	Justificar la integración entre la disciplina de process mining y data visualización	Alta	OE2: Diseñar un modelo de interacción de lineamientos que permita la integración de process mining y data visualization.	2.3.2	Presencial	Cumplido	Agregado	12/10/2018
RQ006	Identificar las variables de integración	Las variables de integración nos permitirán desarrollar el modelo de interacción de lineamientos	Alta	OE2: Diseñar un modelo de interacción de lineamientos que permita la integración de process mining y data visualization.	3.1.5	Presencial	Cumplido	Agregado	23/11/2018

RQ007	Preparar una encuesta que permita evaluar el impacto de la solución del proyecto	Desarrollar una encuesta cualitativa que permita evaluar el impacto de la solución en un escenario de pruebas	Alta	OE3: Validar el modelo de interacción de lineamientos a través de una encuesta cualitativa con el apoyo de un experto en process mining y el cliente del proyecto.	4.1.5.	Presencial	Cumplido	Agregado	06/05/2019
RQ008	Evaluar el proyecto con la participación de un experto en process mining	La participación del experto nos permitirá mejorar los entregables del proyecto	Alta	OE2: Diseñar un modelo de interacción de lineamientos que permita la integración de process mining y data visualization.	3.1.2 y 3.1.5	Presencial	Cumplido	Agregado	14/06/2019
RQ009	Identificar proyectos relacionados a la disciplina de process	Identificar proyectos a futuro que sustenten la	Alta	OE4: Proponer una cartera de proyecto	4.1.5.	Presencial	Cumplido	Agregado	06/05/2019

	mining y data visualización	continuidad del proyecto en el tiempo		s que facilite la aplicación de la modelo de interacción de lineamientos en nuevas tecnologías y/o disciplinas.					
--	-----------------------------	---------------------------------------	--	---	--	--	--	--	--

Tabla 18. Matriz de Trazabilidad de Requerimientos

6.4 Descripción de roles y responsabilidades

Código de Rol	R00001
Nombre del Rol	Asesor/Cliente

Funciones Generales	Funciones Específicas
<ul style="list-style-type: none"> Cumplir el rol de Product Manager en los proyectos profesionales que tiene asignados. Realizar cualquier actividad que sea solicitada por su Portfolio Manager, el Senior Portfolio Manager, el Director de la PMO y por el Comité de Proyectos de la Escuela. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporcionar, los insumos necesarios, al Project Manager y al Portfolio Manager para el desarrollo del Project Charter del proyecto profesional. Todo esto siguiendo los lineamientos del Comité de Proyectos para la definición de: la problemática, los objetivos generales y específicos, y los indicadores del proyecto para cada carrera. Definir, adecuadamente, cada uno de los requerimientos que son entregados a su Project Manager, especificando el Definition of Done (DoD) esperado. Asistir, presencialmente, al 100% de reuniones planificadas con sus Project Managers. Mantener una constante y adecuada comunicación con el Project Manager y con el Portfolio Manager a

	<p>fin de que todos conozcan: la visión del producto a implementar y el actual estado de este.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar y controlar la calidad del producto que se viene desarrollando, así como cada uno de los entregables relacionados al mismo. • Aprobar, formalmente, el cumplimiento de cada uno de los objetivos e indicadores del proyecto profesional. • Asegurarse que el alcance de desarrollo del paper se encuentre dentro del alcance del producto desarrollado en el proyecto profesional. • Entregar, oportunamente, los informes semanales de supervisión de los alumnos asignados al proyecto profesional. • Apoyar, constantemente, en la mejora de las habilidades de comunicación (oral y escrita), apoyándose en los continuos consejos y observaciones dados por su Portfolio Manager. • Proponer una cartera válida de proyectos profesionales viables para el siguiente ciclo. • Escalar cualquier problema o incidente que no pueda resolver.
--	--

Tabla 19. Rol de Asesor/Cliente

Código de Rol	R00002
Nombre del Rol	Jefe de Proyecto

Funciones Generales	Funciones Específicas
<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar, según el Project Management Body Of Knowledge, su proyecto profesional, siguiendo los lineamientos de la Dirección de Proyectos durante todos sus procesos: Inicio, Planificación, Ejecución, Seguimiento y Control, y Cierre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar, en conjunto con el Portfolio Manager asignado, el Project Charter de su proyecto profesional siguiendo los lineamientos del Comité de Proyectos para la definición de: la problemática, los objetivos generales y específicos, y los indicadores del proyecto para cada carrera.

<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar, adecuadamente, las metodologías ágiles en el proceso de ejecución de su proyecto (cualquiera sea su naturaleza). • Administrar, eficientemente, todos los recursos asignados a su cargo. • Realizar cualquier actividad que pudiese ser solicitada por su Portfolio Manager, por el Senior Portfolio Manager, por el Director de la PMO y por el Comité de Proyectos de la Escuela. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar, adecuadamente, cada uno de los requerimientos que son solicitados por su asesor/cliente especificando claramente el Definition of Done (DoD). • Trabajar, coordinadamente, con su compañero de tesis (cualquiera que sea el rol que realice) a fin de asegurar el éxito del proyecto. • Asegurar y controlar la calidad de todos y cada uno de los entregables de su proyecto profesional, de su tesis y del conjunto de artefactos que se entregan cada fin de ciclo (todos los capítulos y anexos solicitados al alumno, inclusive el poster). • Asegurar el cumplimiento de: los procesos, actividades, tareas, roles y responsabilidades de su proyecto profesional. • Asistir, presencialmente, al 100% de reuniones planificadas con su asesor/cliente. • Asistir, presencialmente, al 100% de reuniones de seguimiento solicitadas por su Portfolio Manager. • Asistir siempre a las reuniones y a clases, con los elementos necesarios para el desarrollo de las mismas: laptops, USB, artefactos anteriores, impresiones, etc. • Mantener una constante y adecuada comunicación con todos los stakeholders de su proyecto a fin de que todos conozcan la visión y el actual estado de este. • Entregar, oportunamente, los informes semanales de gestión de su proyecto. • Consolidar todos los entregables del proyecto en el repositorio definido por el Director de la PMO. • Mejorar, constantemente, sus habilidades de comunicación (oral y escrita), apoyándose en los continuos consejos y observaciones dados por su Portfolio Manager.
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener una adecuada imagen en todos los aspectos: forma de vestimenta (ropa y zapatos), peinado, corte de cabello, corte de uñas, afeitado y llevado de la barba (si aplica). • Proponer una cartera válida de proyectos profesionales para el siguiente ciclo. • Solicitar, oportunamente, a su Portfolio Manager los recursos necesarios de software y hardware que pudiesen requerir dentro del alcance de su proyecto profesional. • Solicitar, oportunamente, a su Portfolio Manager los recursos humanos que su proyecto pudiese necesitar. • Escalar cualquier problema o incidente que no pueda resolver.
--	---

Tabla 20. Rol de Jefe de Proyecto

Código de Rol	R00003
Nombre del Rol	Portfolio Manager

<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar, coordinar y controlar los proyectos, y las diferentes actividades que tiene asignadas dentro de su portafolio. • Administrar, eficientemente, los recursos asignados a su cargo. • Velar por el adecuado cumplimiento de los proyectos sin afectar la calidad esperada de los mismos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participar del proceso de creación del Project Charter definiendo, en conjunto con los Project Managers: la problemática, los objetivos generales y específicos, y los indicadores de cada proyecto, consensuando su contenido con el asesor/cliente y/o, si lo considerase necesario, con el Coordinador de Carrera. • Facilitar la gestión de los proyectos a cargo apoyando constantemente a los Project Managers. • Responsabilizarse por la calidad de los documentos de gestión que generan los Project Managers. • Entregar, oportunamente, los informes semanales de gestión que están a su cargo por cada proyecto profesional.
---	---

<ul style="list-style-type: none"> • Resolver, adecuadamente, cualquier incidente que esté dentro de su ámbito sin afectar los intereses ni la imagen de la Escuela. • Realizar cualquier actividad que pudiera ser solicitada por el Director de la PMO y por el Comité de proyectos de la Escuela. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurarse que el 100% de los entregables del proyecto se encuentren en el repositorio definido por el Director de la PMO. • Mantener una continua comunicación con los asesores/clientes para conocer el status y el feedback de los proyectos. • Apoyar en la preparación de las presentaciones parciales y finales de los alumnos otorgando el feedback necesario para generar una adecuada presentación. Todo esto teniendo en cuenta aspectos como estructura, contenido y estética. • Enseñar, adecuadamente, la forma cómo un Project Manager debe expresarse durante el desarrollo de las exposiciones y reuniones con su asesor/cliente. • Apoyar, durante las exposiciones parciales y finales con el Comité, al Project Manager en la defensa de su proyecto. Así como consensuar con el Comité qué observaciones son válidas y cuáles no. • Corregir la presentación personal de los Project Managers: forma de vestimenta (ropa y zapatos), peinado, corte de cabello, corte de uñas, afeitado y llevado de la barba (si aplica). • Supervisar, revisar y consolidar una cartera válida de proyectos que todos los Project Managers de TP2 deben entregar a fin de ciclo. • Formar y evaluar: el compromiso, la iniciativa, la capacidad para resolver problemas y la proactividad de los Project Managers. • Solicitar, de manera consolidada y con las áreas respectivas, los recursos necesarios de software y hardware que pudiesen requerir sus Project Managers. • Solicitar, de manera consolidada, los recursos humanos que los proyectos a su cargo pudieran necesitar. • Coordinar, en el caso que sus Project Managers lo necesiten, las reuniones con otros Portfolio Managers o Gerentes de las Empresas de Servicio.
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Escalar cualquier problema o incidente que no pueda resolver. • Entregar un texto descriptivo de media hoja acerca del contenido de cada uno de sus proyectos, a ser publicado en el WebSite de Investigación de la EISC. • Coordinar con el Asistente de Audiovisuales de la Escuela para la toma de fotos y filmaciones respectivas de cada proyecto profesional que amerite formar parte del video anual de la Escuela. Si el Director de la PMO lo solicita, la coordinación y dirección de un video promocional por cada proyecto destacado. • Asegurar la calidad de todos los entregables que conforman la tesis del alumno, así como el conjunto de artefactos que entregan cada fin de ciclo (todos los capítulos y anexos solicitados al alumno, inclusive el poster
--	---

Tabla 21. Rol de Portfolio Manager

6.5 Matriz RAM

Código EDT	Entregable	Jefe de Proyecto	Jefe de Investigación	Cliente	Recurso de IT Services	Portfolio Manager
1.1.1.	Project Charter	R, F	R, F	A		V
1.1.2.	Alineamiento del proyecto a los outcomes de ABET	R	P			V, A
1.2.1.	EDT	P	R			V, A
1.2.2.	Diccionario EDT	P	R			V, A
1.2.3.	Matriz de trazabilidad de requerimientos	P	R			V, A
1.2.4.	Cronograma	P	R			V, A
1.2.5.	Plan de Gestión de RRHH	P	R			V, A
1.2.6.	Descripción de roles y responsabilidades	P	R			V, A
1.2.7.	Matriz de riesgos	P	R			V, A
1.2.8.	Matriz RAM	P	R			V, A
1.2.9.	Matriz de comunicaciones	P	R			V, A
1.3.4.	Marco teórico	R	R	A		V, A
1.3.5.	Estado del arte	R	R	V, A		

1.3.6.	Anexo Wasc	R	R			V, A
1.3.7.	Actualización de alineamiento del proyecto a los outcomes de ABET	R	P			V, A
1.4.1.	Contacto con experto en process mining	R	R	R, V, A		
1.5.1.	Entrega de documentos finales	R	R	V		A
2.1.1.	Investigación de la literatura sobre process mining	P	R	V	P	
2.1.2.	Creación de la línea de tiempo de process mini ng	P	R	V, A		
2.1.3.	Revisión de la línea de tiempo de process mini ng	P	P	R		
2.1.4.	Correcciones de la línea de tiempo de process mining	P	R	V, A		
2.2.1.	Investigación de la literatura sobre data visualization	R	P	V	P	
2.2.2.	Creación de la línea de tiempo de data visualization	R	P	V, A		
2.2.3.	Revisión de la línea de tiempo de data visualization	P	P	R		
2.2.4.	Correcciones de la línea de tiempo de data visualization	R	P	V, A		
2.3.1.	Investigación de la literatura entre process mining y data visualiza tion	R	P	V		
2.3.2.	Creación de la línea de tiempo entre process m ining y data visualizati on	R	P	V, A		
2.3.3.	Revisión de la línea de tiempo de entre process minin g y data visualization	P	P	R		

2.3.4.	Correcciones de la línea de tiempo de process mining y data visualization	R	P	V, A		
3.1.1.	Definición de variables de integración del modelo de interacción de lineamientos	R	R	V		V
3.1.2.	Creación del diseño del modelo de interacción de lineamientos	R	R	V, A		
3.1.3.	Revisión del diseño del modelo de interacción de lineamientos	P	P	R		
3.1.4.	Correcciones del diseño del modelo de interacción de lineamientos	R	R	V, A		
3.1.5.	Documentación del modelo (matriz) de interacción de lineamientos	R	R	V, A, F		
3.1.6.	Revisión del modelo (matriz) de interacción de lineamientos	P	P	V, A		
3.1.7.	Correcciones en el modelo (matriz) de interacción de lineamientos	R	R	V, A		
4.1.1.	Definición del objetivo de la encuesta	R	R	V		
4.1.2.	Definición del público objetivo	R	R	V		
4.1.3.	Elaboración y lanzamiento de la encuesta	R	R	V		
4.1.4.	Explotación y análisis de resultados	R	R	V		
4.1.5.	Documentación de la validación del proyecto	R	R	V, A, F		
4.1.6.	Revisión de la validación del proyecto	P	P	R		
4.1.7.	Correcciones de la validación del proyecto	R	R	V, A		

5.1.1.	Definición de las fases de la cartera de proyectos	R	P	V		V
5.1.2.	Investigación de otras disciplinas y/o tecnologías relacionadas a process mining y data visualization	R	P	V		V
5.1.3.	Creación de la cartera de proyectos	R	P	V, A		V
5.1.4.	Revisión de la cartera de proyectos	P	P	R		
5.1.5.	Correcciones de la cartera de proyectos	R	P	V, A		V

Tabla 22. Matriz RAM

CONCLUSIONES

La disciplina de *process mining* se sigue desarrollando y aún tiene muchos puntos de mejora que podemos suplir con herramientas o técnicas dependiendo del punto de mejora observado. Es necesario comprender el entorno tanto los actores, las disciplinas, fases, técnicas entre otros factores involucrados para poder proponer una solución, en nuestro caso hubiera sido imposible poder proponer los lineamientos y el modelo extendido de no haber entendido las disciplinas, el concepto de *visual analytics* además del proceso de entendimiento del usuario y de poder encontrar este factor que no estaba siendo utilizado, pero posee gran potencial para agregar valor a la disciplina.

Por último, que *visual analytics* posee un gran aporte no solo para *process mining* sino que puede ser muy bien utilizado en cualquier disciplina de análisis como *data mining* o *business intelligence* presentando una propuesta interesante frente a problemas de entendimiento o representaciones para los usuarios finales.

El impacto de aplicar nuestra solución en un escenario de prueba ha sido positivo para la mayoría de los lineamientos aplicados. El grado de entendimiento para el primer lineamiento tuvo una mediana de 10 (Totalmente de acuerdo) en la escala de *Likert* que nos ayuda a interpretar que la mitad (5) de participantes entienden el gráfico propuesto. Además, identificamos una moda del 60% de 10 (Totalmente de acuerdo) en la escala de *Likert* que refuerza el entendimiento de los gráficos en los participantes. Por otro lado, en términos de los elementos del gráfico, obtuvimos una moda del 40% de 10 (Totalmente de acuerdo) en la escala de *Likert*, que con una mediana de 8.5 (De acuerdo) nos permite entender que la mitad de los participantes considera que los elementos utilizados son los adecuados.

En el caso del segundo lineamiento evaluado, la primera pregunta no fue realizada bajo la escala de *Likert*. Sin embargo, se obtuvo un 50% de respuestas correctas que es un buen resultado para un gráfico donde se pretendió que el usuario lograra identificar las variables del proceso en un gráfico.

Por último, en el tercer lineamiento, se obtuvo un mejor resultado de respuestas correctas (80%) al solicitar al usuario identificar actividades que presenciaban cuello de botella. Así mismo, obtener una moda del 40% de 10 (Totalmente de acuerdo) y una mediana de 8 (De acuerdo) al evaluar los colores utilizados; una moda del 50% de 10 (Totalmente de acuerdo)

y una mediana de 9.5 (Totalmente de acuerdo), podemos interpretar que el gráfico es más adecuado que los colores que se utilizaron.

RECOMENDACIONES

Como primera recomendación podríamos añadir que al proyecto que hemos realizado podría mejorar llevando a un ámbito práctico y aplicable tal como sería la creación de una librería o componente tecnológico como plug-in para las herramientas que ya realizan análisis de minería de procesos para que dichos análisis muestren los resultados con las mejoras propuestas.

Es importante recalcar la importancia del entendimiento de los usuarios frente a estos análisis que mejoraran los procesos a los que sean aplicados, debido a que, si se mejora el entendimiento de estos, se pueden obtener mejoras y optimización más enriquecedoras. De forma que en esta tesis hemos evaluado ciertos desafíos expuestos en el manifiesto de minería de procesos, invitamos a los futuros profesionales y estudiantes de la carrera a que analicen estos desafíos y retos para brindar una solución a los mismos para mejorar los análisis de minería de procesos sabiendo de que esto impactara en cambios revolucionarios a las industrias a las que sean aplicadas.

Como última recomendación expresamos nuestra idea de aplicar esta tesis a sectores médicos, de ventas y tecnológicos. Esto debido a que los análisis se basan en los registros de los sistemas y son estos sectores los que más desarrollo tienen en los mismos, aplicar este modelo de interacción para mejorar el entendimiento de análisis para la mejora de sus procesos resultara en un cambio sustancial para mejor en las empresas y procesos.

GLOSARIO

Data Visualization: Representación gráfica de un conjunto de datos

Process Mining: Disciplina que realiza análisis de descubrimiento, monitoreo y mejora de procesos a partir de los registros de eventos disponibles en los sistemas de información de una organización.

Visual Analytics: Es una disciplina que combina el análisis con las técnicas de visualización de datos de forma dinámica.

REFERENCIAS

- [1] van der Aalst, W.M.P., et al. (2012). Process Mining Manifesto. Business Process Management Workshops, vol. 99, pp. 169-194. 2019, mayo 19, De Springer Base de datos. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-28108-2_19
- [2] W.M.P. van der Aalst, A.J.M.M. Weijters, Process mining: a research agenda, Computers in Industry, Volume 53, Issue 3, 2004, Pages 231-244, ISSN 0166-3615, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2003.10.001>.
- [3] BPTrends. (2018). The State of Business Process Management 2018. Recuperado de: <https://www.redhat.com/cms/managed-files/mi-bptrends-state-of-bpm-2018-survey-analyst-paper-201803-en.pdf>
- [4] Castellanos, M. et al. (2004). Business Process Intelligence. Computers in Industry, vol. 53, pp. 321 - 343. 2019, mayo 17, De ScienceDirect Base de datos.
- [5] Casati, F., Castellanos, M., Dayal, U., & Salazar, N. (2007). A generic solution for warehousing business process data. In C. Koch, J. Gehrke, M.N. Garofalakis, D. Srivastava, K. Aberer, A. Deshpande, D. Florescu, C.Y. Chan, V. Ganti, C.-C. Kanne, W. Klas, & E.J. Neuhold (Eds.), Proceedings of the 33rd International Conference on Very Large Data Bases, University of Vienna, Austria, September 23-27, 2007, (pp. 1128–1137). ACM, 2007. ISBN 978-1-59593-649-3.
- [6] Céspedes-González, Y., Valdes, J.J., Molero-Castillo, G., & Arieta-Melgarejo, P. (2019). Design of an Analysis Guide for User-Centered Process Mining Projects. Advances in Information and Communication, vol. 69, pp. 667-682. 2019, mayo 06, De Scopus Base de datos. doi: [10.1007/978-3-030-12388-8_47](https://doi.org/10.1007/978-3-030-12388-8_47)
- [7] van Eck, M., Lu, X., Leemans, S., van der Aalst, W. (2015). PM2: a process mining project methodology. In: International Conference on Advanced Information Systems Engineering, pp. 297–313. Springer.
- [8] van der Aalst, W. (2011). Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes, 1st edn. Springer, Heidelberg
- [9] van der Aalst, W. (2016). Process Mining: Data Science in Action, 2nd edn. Springer, Heidelberg

- [10] van der Heijden, T. (2012). Process mining project methodology: developing a general approach to apply process mining in practice. Master of Science in Operations Management and Logistics, School of Industrial Engineering, Eindhoven University of Technology
- [11] de Weerd, J., Schupp, A., Vanderloock, A., Baesens, B. (2013). Process mining for the multi-faceted analysis of business processes - a case study in a financial services organization. *Comput. Ind.* 64(1), 57–67
- [12] Rebugue, A., Ferreira, D. (2012). Business process analysis in healthcare environments: a methodology based on process mining. *Inf. Syst.* 37(2), 99–116
- [13] Bozkaya, M., Gabriels, J., van der Werf, J. (2009). Process diagnostics: a method based on process mining. In: *International Conference on Information, Process and Knowledge Management*, pp. 22–27. IEEE
- [14] Martín, A. (2010). MPIu+a Ágil: El modelo de proceso centrado en el usuario como metodología ágil, Thesis, Escola Politècnica Superior, Universitat de Lleida
- [15] ISO 9241-210:2010. (2010). Ergonomics of human system Interaction-Part 210: human-centred design for interactive systems. International Standardization Organization
- [16] Bikakis, N. (2018). Big Data Visualization Tools. *Encyclopedia of Big Data Technologies*, 1–6. doi:10.1007/978-3-319-63962-8_109-1
- [17] SAS Visual Analytics. (2018). Data Visualization Techniques from Basics to Big Data. 05/06/2018, de SAS Sitio web: https://www.sas.com/content/dam/SAS/en_us/doc/whitepaper1/data-visualization-techniques-106006.pdf
- [18] Liu, Qin & Guo, Xiaowei & Fan, Hongfei & Zhu, Hongming. (2017). A novel data visualization approach and scheme for supporting heterogeneous data. 1259-1263. 10.1109/ITNEC.2017.8284978.
- [19] García-Bañuelos, Luciano & Beest, Nick & Dumas, Marlon & La Rosa, Marcello & Mertens, Willem. (2017). Complete and Interpretable Conformance Checking of Business Processes. *IEEE Transactions on Software Engineering*. PP. 1-1. 10.1109/TSE.2017.2668418.

- [20] Soukup, Tom & Davidson, Ian. (2019). Visual Data Mining: Techniques and Tools for Data Visualization and Mining
- [21] Keim D., Andrienko G., Fekete JD., Görg C., Kohlhammer J., Melançon G. (2008) Visual Analytics: Definition, Process, and Challenges. In: Kerren A., Stasko J.T., Fekete JD., North C. (eds) Information Visualization. Lecture Notes in Computer Science, vol 4950. Springer, Berlin, Heidelberg
- [22] Psicología del color. Disponible en: <http://www.eartvic.net/~mbaurierc/materials/20%20Selectivitat/Psicologia%20del%20color.pdf>
- [23] Rojas, E., Munoz-Gama, J., Sepúlveda, M., & Capurro, D. (2016). Process mining in healthcare: A literature review. Journal of Biomedical Informatics, vol. 61, pp. 224-236. 2019, mayo 06, De Elsevier Base de datos. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.04.007>
- [24] Sandra Cuervo Diez, Aránzazu Sulé Alonso. (2012). EL PODER DEL COLOR LA INFLUENCIA DE LOS COLORES EN EL CONSUMIDOR. Universidad de León, 1, 1-134
- [25] Georgina Ortiz Hernández, Martha Cuevas Abad. (01/06/2011). IMPACTO DEL COLOR EN LA MEMORIA DE LOS NIÑOS PREESCOLARES. Universidad Nacional Autónoma de México, 7, 1-17
- [26] The Open Group. (2011). Togaf version 9.1 (Consulta: 09/05/2019)
- [27] Greitzer, Frank L., Noonan, Christine F., & Franklin, Lyndsey. Cognitive Foundations for Visual Analytics. United States. doi:10.2172/1013936.
- [28] ER, M., Arsad, N., Maria, H., Pradina, R., & Atmajaningtyas, R. (2018). Analysis of production planning in a global manufacturing company with process mining. Journal of Enterprise Information Management, vol. 31, pp. 317-337. 2019, mayo 05, De Emerald Insight Base de datos. <https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2017-0003>.
- [29] Aguirre, S., & Rincón, N. (2015). Process mining: desarrollo, aplicaciones y factores críticos. Cuadernos de Administración, vol. 28, pp. 137-157. 2019, mayo 06, De Pontificia Universidad Javeriana Base de datos. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cao28-50.mpda>