

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS  
SANTIAGO – CHILE



**“DISEÑO DE PLAN ESTRATÉGICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE PROCESS MINING EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE  
PRODUCTOS EN THE NOTCOMPANY”**

**SEBASTIÁN ANDRÉS BRICEÑO POBLETE**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PROFESORA GUÍA: JAIME RUBIN DE CELIS  
PROFESOR CORREFERENTE: JAVIER SCAVIA

Agosto 2023

# Agradecimientos

Primero, quiero agradecer a mis compañeros de NotCo que se involucraron en mi proceso de titulación apoyándome y colaborando con todos sus conocimientos para poder realizar este estudio, también su buena disposición y ambiente laboral para que resultara de la mejor manera posible.

A mis amigos de la universidad que tantas horas pasamos estudiando y dándonos ánimos cuando más lo necesitábamos, ellos bien saben todas las emociones y sentimientos encontrados que hubo durante estos años de carrera universitaria.

Finalmente, y más importante, a mi familia que confió en mí desde el primer día que ingresé en la universidad, con su apoyo incondicional, consejos y el tiempo para escuchar cada una de mis caídas, frustraciones y problemas que fueron surgiendo en el camino, pero siempre estuvieron ahí para contenerme, apoyarme y entregarme herramientas emocionales que hicieron que lograra este importante sueño personal.

# Resumen

En la actualidad, el creciente interés por consolidar y analizar diferentes tipos de datos ha impulsado el desarrollo de diversas disciplinas y herramientas. Entre ellas, destaca la minería de procesos, una técnica que se enfoca en el estudio de datos e información de procesos provenientes de diversas fuentes. En este documento, se presenta un diseño de plan estratégico para la futura implementación de un sistema de gestión de procesos basado en la técnica de minería de procesos en la empresa The NotCompany. El enfoque principal del plan es evaluar la idoneidad de esta técnica para este modelo de negocio propuesto por la organización. Además, se realizará una comparación entre proyectos con características similares para analizar el uso eficiente de los recursos temporales y de costo durante la fase inicial de desarrollo de productos a base de plantas. Durante la investigación, se han identificado desafíos en relación con la calidad y disponibilidad de los datos, así como limitaciones actuales que presenta el proceso bajo estudio. Sin embargo, se presentan recomendaciones dirigidas a la organización para asegurar un análisis completo mediante la técnica en un futuro. Estas recomendaciones incluyen la migración hacia un sistema de información transversal, respaldado por una gobernanza de datos sólida, que permita la estandarización, confiabilidad y disponibilidad de los datos internos manejados por la empresa.

**Palabras Clave:** a base de plantas, desarrollo de productos, metodología, modelo de proceso, registro de evento, minería de procesos.

# Abstract

Currently, the growing interest in consolidating and analyzing different types of data has driven the development of various disciplines and tools. Among them, process mining stands out as a technique that focuses on studying data and process information from diverse sources. This document presents a strategic plan design for the future implementation of a process management system based on process mining technique in The NotCompany. The main focus of the plan is to evaluate the suitability of this technique for the proposed business model of the organization. Additionally, a comparison will be conducted among projects with similar characteristics to analyze the efficient utilization of temporal and cost resources during the initial phase of plant-based product development. During the research, challenges have been identified regarding the quality and availability of data, as well as current limitations presented by the process under study. However, recommendations are presented to the organization to ensure a comprehensive analysis through the technique in the future. These recommendations include migrating to a cross-functional information system, supported by a robust data governance framework, enabling standardization, reliability, and availability of internally managed data by the company.

**Keywords:** plant-based, product development, methodology, process model, event log, process mining.

# Índice de Contenidos

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Problema de Investigación.....</b>               | <b>1</b>  |
| <b>2. Objetivos .....</b>                              | <b>3</b>  |
| 2.1. Objetivo General .....                            | 3         |
| 2.2. Objetivos Específicos.....                        | 3         |
| <b>3. Marco Teórico .....</b>                          | <b>4</b>  |
| 3.1. Estado del Arte .....                             | 4         |
| 3.2. <i>Data Science</i> .....                         | 5         |
| 3.3. <i>Data Mining</i> .....                          | 6         |
| 3.3.1. Técnicas.....                                   | 7         |
| 3.3.2. Metodologías.....                               | 10        |
| 3.3.3. Herramientas .....                              | 16        |
| 3.4. <i>Process Science</i> .....                      | 17        |
| 3.4.1. <i>Business Process Improvement (BPI)</i> ..... | 18        |
| 3.5. <i>Process Mining</i> .....                       | 27        |
| 3.5.1. Fases de <i>Process Mining</i> .....            | 31        |
| 3.5.2. Metodología .....                               | 32        |
| 3.5.3. Herramientas .....                              | 35        |
| <b>4. Antecedentes Generales .....</b>                 | <b>37</b> |
| 4.1. Industria de Alimentos <i>Plant-Based</i> .....   | 37        |
| 4.2. Análisis PEST(A).....                             | 38        |
| 4.2.1. Factores Políticos .....                        | 38        |
| 4.2.2. Factores Económicos.....                        | 39        |
| 4.2.3. Factores Sociales .....                         | 40        |
| 4.2.4. Factores Tecnológicos.....                      | 40        |
| 4.2.5. Factores Ambientales .....                      | 42        |
| 4.3. Las Cinco Fuerzas de Porter.....                  | 42        |
| 4.3.1. Amenaza de los Nuevos Competidores.....         | 43        |
| 4.3.2. Poder de Negociación de los Proveedores .....   | 43        |

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| 4.3.3. Poder de Negociación de los Compradores..... | 44        |
| 4.3.4. Amenaza de los Sustitutos.....               | 45        |
| 4.3.5. Rivalidad entre Competidores.....            | 45        |
| 4.4. Internacionalización .....                     | 48        |
| <b>5. Desarrollo.....</b>                           | <b>51</b> |
| 5.1. Etapas para el Diseño de la Metodología .....  | 51        |
| 5.1.1. <i>Planning</i> .....                        | 52        |
| 5.1.2. <i>Extraction</i> .....                      | 53        |
| 5.1.3. <i>Data Processing</i> .....                 | 58        |
| 5.1.4. <i>Mining and Analysis</i> .....             | 62        |
| 5.1.5. <i>Evaluation</i> .....                      | 66        |
| 5.1.6. <i>Process Improvement and Support</i> ..... | 68        |
| <b>6. Resultados .....</b>                          | <b>71</b> |
| <b>7. Conclusiones .....</b>                        | <b>81</b> |
| <b>Referencias Bibliográficas .....</b>             | <b>87</b> |

# Índice de Tablas

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>TABLA 3.1:</b> EJEMPLIFICACIÓN DE EVENT LOG CON SUS DIFERENTES COMPONENTES.....                                                                                                | 30 |
| <b>TABLA 4.1:</b> ÍNDICE DE HERFINDAHL-HIRSCHMANN Y COEFICIENTE DE GINI CALCULADOS PARA CADA CATEGORÍA DE PRODUCTOS COMERCIALIZADOS POR LA FIRMA. ....                            | 47 |
| <b>TABLA 6.1:</b> COMPARACIÓN DE KNOWLEDGE TRANSFER ENTRE PROYECTOS MEAT REPLACEMENT 1 Y MEAT REPLACEMENT 3, EN TÉRMINOS DE TIEMPO Y COSTO EN LA ETAPA INICIAL. ....              | 74 |
| <b>TABLA 6.2:</b> COMPARACIÓN DE TIME MARGINS ENTRE PROYECTOS MEAT REPLACEMENT 1 Y MEAT REPLACEMENT 2, EN TÉRMINOS DE TIEMPO Y COSTO EN LA ETAPA INICIAL. ....                    | 76 |
| <b>TABLA 6.3:</b> COMPARACIÓN DE MULTIDISCIPLINARY TEAM ENTRE PROYECTOS MEAT REPLACEMENT 1 Y MEAT REPLACEMENT 2, EN TÉRMINOS DE TIEMPO Y COSTO EN LA ETAPA INICIAL. ....          | 77 |
| <b>TABLA 6.4:</b> COMPARACIÓN DEL USO DE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ENTRE PROYECTOS MEAT REPLACEMENT 1 Y MEAT REPLACEMENT 2, EN TÉRMINOS DE TIEMPO Y COSTO EN LA ETAPA INICIAL. .... | 79 |

# Índice de Figuras

|                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>FIGURA 3.1:</b> DATA SCIENCE Y SUS EXTENSIONES. ....                                                                                                                                | 6  |
| <b>FIGURA 3.2:</b> CICLO DE VIDA DE LAS FASES DE LA METODOLOGÍA CRISP-DM. (FUENTE: CRISP-DM 1.0: STEP-BY STEP DATA MINING GUIDE) .....                                                 | 11 |
| <b>FIGURA 3.3:</b> VISTA GENERAL DE ETAPAS QUE COMPONEN LA METODOLOGÍA KDD. (FUENTE: FROM DATA MINING TO KNOWLEDGE DISCOVERY IN DATABASES).....                                        | 13 |
| <b>FIGURA 3.4:</b> MODELO REPRESENTATIVO DE LA METODOLOGÍA SEMMA (FUENTE: INTRODUCTION TO SEMMA) .....                                                                                 | 15 |
| <b>FIGURA 3.5:</b> PASOS QUE COMPONEN LA METODOLOGÍA DE SIX SIGMA. (FUENTE: SIX SIGMA AND BUSINESS ANALYTICS: LEAN SIX SIGMA ANALYTICS).....                                           | 18 |
| <b>FIGURA 3.6:</b> LOS OCHO PRINCIPIOS ASOCIADOS AL TOTAL QUALITY MANAGEMENT. ....                                                                                                     | 20 |
| <b>FIGURA 3.7:</b> CÍRCULOS PERTENECIENTES A LA NOTACIÓN BPMN CON DIFERENTES FUNCIONALIDADES. ....                                                                                     | 24 |
| <b>FIGURA 3.8:</b> RECTÁNGULOS PERTENECIENTES A LA NOTACIÓN BPMN CON DIFERENTES FUNCIONALIDADES..                                                                                      | 24 |
| <b>FIGURA 3.9:</b> DIAMANTES O ROMBOS PERTENECIENTES A LA NOTACIÓN BPMN CON DIFERENTES FUNCIONALIDADES. ....                                                                           | 25 |
| <b>FIGURA 3.10:</b> SIMBOLIZA LA CONEXIÓN SECUENCIAL DE UN FLUJO PERTENECIENTE A LA NOTACIÓN BPMN..                                                                                    | 25 |
| <b>FIGURA 3.11:</b> SIMBOLIZA QUE LOS MENSAJES SE INTERCAMBIAN EN UN FLUJO PERTENECIENTE A LA NOTACIÓN BPMN. ....                                                                      | 26 |
| <b>FIGURA 3.12:</b> SIMBOLIZA LA DESCRIPCIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE ELEMENTOS DE UN FLUJO PERTENECIENTE A LA NOTACIÓN BPMN. ....                                                         | 26 |
| <b>FIGURA 3.13:</b> REPRESENTACIÓN DE CÓMO INTERACTÚAN DIFERENTES DEPARTAMENTOS DE UNA EMPRESA EN UN FLUJO PERTENECIENTE A LA NOTACIÓN BPMN.....                                       | 26 |
| <b>FIGURA 3.14:</b> REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS ARTEFACTOS DESCRITOS RESPECTIVAMENTE EN UN FLUJO PERTENECIENTE A LA NOTACIÓN BPMN. ....                                              | 27 |
| <b>FIGURA 3.15:</b> PROCESS MINING COMO EL PUENTE ENTRE DATA SCIENCE Y PROCESS SCIENCE. (FUENTE: PROCESS MINING, DATA SCIENCE IN ACTION) .....                                         | 28 |
| <b>FIGURA 3.16:</b> TRES FASES DE PROCESS MINING: (A) DISCOVERY, (B) CONFORMANCE (C) ENHANCEMENT, EXPLICADOS EN TÉRMINOS DE INPUTS Y OUTPUTS. (FUENTE: PROCESS MINING MANIFESTO).....  | 30 |
| <b>FIGURA 3.17:</b> RED DE PETRI QUE DESCRIBE LA SOLICITUD DE INDEMNIZACIÓN. (FUENTE: PROCESS MINING, DATA SCIENCE IN ACTION) .....                                                    | 31 |
| <b>FIGURA 3.18:</b> OVERVIEW DE LA METODOLOGÍA PM <sup>2</sup> . (FUENTE: PM <sup>2</sup> : A PROCESS MINING PROJECT METHODOLOGY) .....                                                | 33 |
| <b>FIGURA 5.1:</b> DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ETAPA INICIAL KITCHEN SCALE, MODELADO A TRAVÉS DE LUCIDCHART. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....                                             | 61 |
| <b>FIGURA 5.2:</b> DIAGRAMA DE FLUJO MODELADO POR DISCO MEDIANTE LA EXTRACCIÓN DE DATOS DEL EVENT LOG PERTENECIENTE AL PROYECTO MEAT REPLACEMENT 1. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA) .     | 63 |
| <b>FIGURA 5.3:</b> DIAGRAMA DE FLUJO MODELADO POR DISCO MEDIANTE LA EXTRACCIÓN DE DATOS DEL EVENT LOG PERTENECIENTE AL PROYECTO MEAT REPLACEMENT 2. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA) ..... | 64 |
| <b>FIGURA 5.4:</b> DIAGRAMA DE FLUJO MODELADO POR DISCO MEDIANTE LA EXTRACCIÓN DE DATOS DEL EVENT LOG PERTENECIENTE AL PROYECTO MEAT REPLACEMENT 3. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA) .     | 65 |
| <b>FIGURA 6.1:</b> INTERFAZ PRINCIPAL DE LA PLATAFORMA INTERNA LLAMADA “GIUSEPPE ACADEMY”. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA) .....                                                          | 73 |

# 1. Problema de Investigación

En un contexto en el cuál las empresas deben adaptarse a diversos mercados, tanto nacionales como internacionales, estas se encuentran expuestas a diversos cambios promovidos por fuerzas económicas, políticas, jurídicas, sociales y principalmente tecnológicas. Muchas de estas fuerzas del entorno empresarial pueden tener intensidad y dirección convergente o divergentes, y las organizaciones deben ser capaces de desarrollar capacidades dinámicas para identificar los cambios, estructurar sus procesos y satisfacer las demandas peculiares de los distintos entornos empresariales mundiales (Contractor, Yong y Gaur, 2016).

En relación con el párrafo anterior, el momento actual de la industria global demuestra que las *startups* están preparadas para captar los cambios del entorno empresarial y convertir esa adaptación en productos y servicios que satisfagan a las necesidades del mercado mediante innovaciones y reestructuraciones que ofrezcan resultados exponenciales y ágiles (Spender et al., 2017).

En ese sentido, The NotCompany es una *startup* que ha tenido que adaptarse rápidamente a las crecientes volatilidades del mercado y reestructurar sus procesos, tanto internos como externos, con el fin de analizar y controlar de manera más efectiva la información generada por los procesos de negocio. Sin embargo, surgen las siguientes interrogantes: ¿Qué es una *startup*? ¿Cuáles son los principales problemas o barreras que las llevan a fracasar? Según la conocida definición de Steve Blank (2010) una *startup* es una empresa, sociedad u organización temporal diseñada para buscar un modelo de negocio repetible y escalable. Por otra parte, Eric Ries (2011) define una *startup* como una institución humana, no solo un producto, diseñada para crear nuevos servicios y productos en condiciones inciertas, además, estas requieren un nuevo tipo de gestión específicamente adaptada a su contexto de extrema incertidumbre.

Eric Ries (2011) expone los dos siguientes problemas principales para las empresas emergentes:

- ◆ El primero problema es el atractivo de un buen plan, una estrategia sólida y una investigación de mercado exhaustiva. En épocas anteriores, estas cosas eran indicadores de un éxito probable. La abrumadora tentación es aplicarlos también a las *startups*, pero esto no funciona, porque las *startups* operan con demasiada incertidumbre. A medida que el mundo se vuelve más incierto, se vuelve más y más difícil predecir el futuro. Los viejos métodos de gestión no están a la altura. La planificación y el pronóstico sólo son precisos cuando se basan en un historial operativo largo y estable y en un entorno relativamente estático. Las *startups* no tienen un entorno de este estilo.
- ◆ El segundo problema es que después de ver que la gestión tradicional no logra resolver este problema, algunos empresarios e inversionistas se han dado por vencidos y han adoptado el “Just Do It”. Es la escuela de las *startups*. Sin embargo, esta aproximación también presenta limitaciones y no garantiza el éxito.

A partir de lo mencionado anteriormente, se evidencia que las *startups* enfrentan desafíos relacionados con la falta de conocimientos en la administración, gestión y planteamiento de estrategias. Debido a esto, es necesario buscar herramientas que permitan una mejor gestión del modelo de negocio en el futuro, basada en datos recopilados y así tomar mejores decisiones y generar propuestas de gestión estratégica que provoquen ventajas competitivas en el corto y largo plazo.

Por lo tanto, surge la pregunta ¿Es la técnica *process mining* la solución óptima en términos de disponibilidad de datos y nivel de madurez actual de la *startup* The NotCompany para mejorar de manera eficiente el proceso central de la organización? Para ello, se planteará un plan de diseño para la aplicación posterior de la herramienta de *process mining*, con el fin de obtener información del proceso *core* de la firma, evaluar la idoneidad de la herramienta en la actualidad y finalmente, analizar el funcionamiento de los involucrados en el proceso de desarrollo de productos de los proyectos bajo estudio.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Diseñar un plan estratégico para una futura implementación de un sistema de gestión de procesos a través de la técnica de *process mining* que permita identificar las principales problemáticas pertenecientes al proceso de desarrollo de productos en una *startup* perteneciente a la industria *FoodTech*, apuntando a mejorar el modelo de negocio y sus sistemas.

### 2.2. Objetivos Específicos

- ◆ Establecer etapas concretas que conforman el plan para la metodología propuesta, indicando en que se sustentan, con el fin de tener una guía completa de cómo implementar el sistema de gestión de procesos en proyectos futuros.
- ◆ Realizar un levantamiento de información con las áreas involucradas en el desarrollo de productos que permita conocer las condiciones actuales del proceso.
- ◆ Diseñar y modelar diagramas de flujo a través de entrevistas y reuniones que proporcionen un entendimiento gráfico y amplio del modelo de negocio aplicado en la empresa.
- ◆ Construir diagramas de flujo a partir de un registro de eventos que explique el comportamiento real registrado, para luego compararlo con el modelo levantado previamente y encontrar las desviaciones.
- ◆ Analizar proyectos con características en común y que se le aplicaron diferentes herramientas y estrategias para su progreso mediante el *software* Disco de *process mining*. Este análisis será principalmente en base a los tiempos, costos y recursos empleados en los proyectos.

## 3. Marco Teórico

### 3.1. Estado del Arte

El crecimiento y avance en el universo digital, específicamente en la cantidad de datos almacenados e intercambiados a nivel electrónico, han generado un impacto positivo en la toma de decisiones en las diferentes firmas que consultan y se apoyan a partir de un histórico, o simplemente información entregada por los usuarios. Es por lo que muchas firmas han integrado de manera simultánea los diferentes sistemas de información que almacenan datos útiles y predictivos.

El universo digital, al estar cada vez más alineado con los procesos de una organización, permite grabar y analizar los diferentes eventos que describen las actividades de la firma. El desafío para los sistemas de información consiste en recopilar los datos de eventos para proporcionar información, identificar cuellos de botella, anticiparse a las problemáticas, recomendar contramedidas y hacer más eficientes los procesos (Van der Aalst, 2011, p.5).

*Process mining* busca contrastar los datos de eventos, es decir, el comportamiento observado, con los modelos de procesos, ya sean hechos a mano o descubiertos automáticamente. Sin embargo, los principales enfoques de la ciencia de datos no suelen tener en cuenta los procesos. Las técnicas de minería de datos, estadística y aprendizaje automático no consideran los modelos de procesos de extremo a extremo. Por otro lado, aunque los enfoques de la ciencia de procesos se centran en los procesos, a menudo se enfocan más en el modelado que en el aprendizaje a partir de los datos de eventos. (Van der Aalst, 2011, p.17). El sistema de gestión de procesos y las herramientas propuestas por *process mining* se nutren de estas dos disciplinas científicas complementarias. Por tanto, es importante abordar ambas áreas antes de adentrarse en la metodología que se propone en este documento.

### 3.2. Data Science

Según Forbes (2013) y David Dohono (2017), la definición de *data science* ha ido evolucionando a través del tiempo. En términos de la investigación que se está llevando a cabo en este documento, se propone la siguiente definición: *Data science* es un campo interdisciplinario cuyo principal objetivo es poder convertir los datos en valor real. Estos datos pueden estar en formatos estructurados o no, grandes o pequeños, dinámicos o estáticos. El valor puede ser obtenido a través de predicciones, decisiones automatizadas o cualquier tipo de visualización de datos que permita analizar información. Esta ciencia también cuenta con la extracción, preparación, exploración, transformación, almacenamiento, recuperación de datos y explotación de resultados considerando aspectos éticos, sociales, legales y de negocios.

Además, a nivel general *data science* es un conjunto de principios fundamentales que sustentan y guían la extracción de información y conocimientos que se pueden obtener a partir de los datos recopilados, donde posiblemente, el concepto más cercano relacionado a esto sea *data mining* y la extracción de conocimientos de datos mediante tecnologías que incorporan estos principios y fundamentos (Provost y Fawcett, 2013).

Van der Aalst (2011, p.10) expone que la generación de valor a través de los datos que reúnen los *data scientists*, permite responder una variedad de preguntas basadas en la información que contienen estos datos, y éstas se pueden agrupar en cuatro categorías:

- (Reporte) ¿Qué pasó?
- (Diagnóstico) ¿Por qué pasó?
- (Predicción) ¿Qué podría pasar?
- (Recomendación) ¿Qué es lo mejor que puede pasar?

*Data science* se puede simbolizar como una figura que posee muchas extensiones de diferentes tamaños que representan las subdisciplinas, y que se solapan entre sí. La [figura 3.1](#) muestra cuáles son las principales subdisciplinas que nacen a partir de *data science*. A modo de ejemplo, la diferencia entre *data mining* y *machine learning* es que *data mining* surge de

la base de datos, en cambio, *machine learning* nace de la inteligencia artificial. A pesar de la diferencias en sus raíces, estas se solapan.

En este documento, el enfoque principal se centra en la multifacética subdisciplina *process mining*. Esta disciplina representa una interesante intersección de los campos de *data science* y *process science*, y ambos serán explorados profundamente con el fin de comprender de mejor manera esta disciplina. A través de esta exploración, el objetivo es arrojar luz

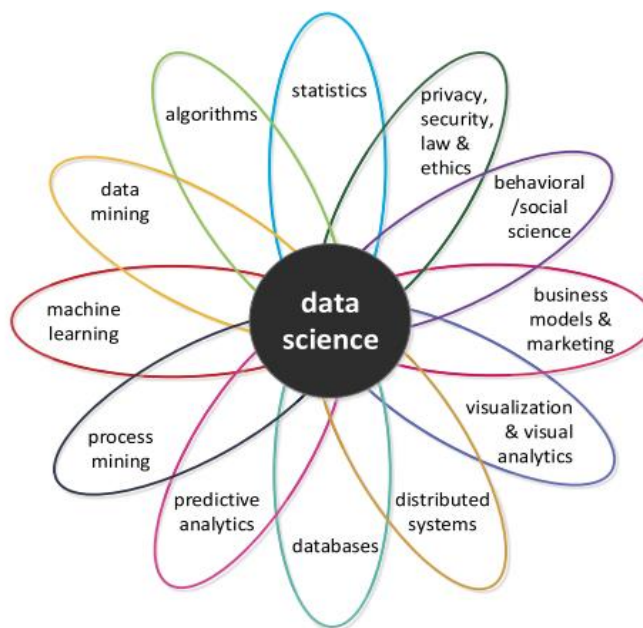


**Figura 3.1:** *Data science* y sus extensiones.  
(Fuente: *Process Mining, Data Science in Action*)

sobre las diferentes facetas del *process mining* y como contribuye a los avances en el ámbito del análisis de datos y la mejora de procesos. Al adentrarnos en las raíces de estas subdisciplinas, se busca proporcionar una comprensión más profunda de los principios, metodologías y herramientas subyacentes que impulsan el *process mining*.

### 3.3. *Data Mining*

*Data mining* se puede definir como el análisis de grandes conjuntos de datos para encontrar relaciones, estructuras y resumir los datos de forma novedosa de tal forma que permitan ser comprendidos y útiles, generando valor para el propietario de los datos analizados. Los datos de entrada suelen presentarse en forma de tabla, y los resultados del análisis, adoptan formas del tipo *clusters*, reglas, estructuras de árbol, gráficos, consultas y otros patrones (Hand et al., 2011).

*Data mining* es una disciplina que tiene como objetivo obtener nuevos conocimientos en grandes conjuntos de datos, apoyándose con las diferentes ramas del estudio de datos, como la estadística, inteligencia artificial y el *machine learning* (Witten, 2017). Además, está compuesta por muchas técnicas y metodologías, las que permiten un uso estandarizado y

eficiente en un esquema bien definido. La estructura que presenta las diferentes etapas, por lo general son similares, comenzando con el entendimiento del problema y de los datos, procesamiento, modelado y evaluación.

*Data mining* es una técnica ampliamente utilizada en diversos campos. En el sector comercial, se emplea para identificar patrones de compra de los clientes en grandes almacenes y para evaluar la viabilidad de un crédito para los clientes de un banco. En el ámbito científico, se usa para analizar redes genéticas y prevén la aparición de enfermedades, entre otras aplicaciones.

Uno de los rasgos distintivos de *data mining* es su énfasis en la escalabilidad y aplicaciones prácticas. Mientras que herramientas y enfoques estadísticos suelen ser limitados en términos de capacidad de datos, de lo contrario, las herramientas de *data mining* se centran en la producción de conocimientos prácticos, en lugar de sólo resultados teóricos.

Las técnicas de *data mining* se dividen en tres categorías: descriptivas, predictivas y prescriptivas. Las técnicas descriptivas buscan resumir y caracterizar los datos, mientras que las técnicas predictivas se utilizan para hacer predicciones y proyecciones basadas en los datos, y finalmente, las prescriptivas recopilan datos, recomiendan acciones y prevén el impacto que tendrán, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

En resumen, *data mining* es una herramienta valiosa que permite a las empresas y organizaciones en una amplia gama de sectores obtener información útil a partir de grandes conjuntos de datos. La capacidad de analizar y comprender gracias a las técnicas y metodologías empleadas en estos datos puede ofrecer una ventaja competitiva y ayudar a tomar decisiones informadas y eficaces.

### **3.3.1. Técnicas**

Las técnicas utilizadas en esta rama de la ciencia se presentan en esta sección, basadas en la descripción de Coppola (2022).

### **3.3.1.1. Técnicas Descriptivas**

Tal como se explicó previamente, existen técnicas descriptivas que permiten detectar patrones mediante el análisis de conjuntos de datos en intervalos regulares. Estas técnicas resultan muy útiles para conocer, por ejemplo, cuáles son los productos más demandados en determinadas épocas del año. Con este tipo de información, se pueden tomar decisiones más informadas y ajustar la estrategia comercial en consecuencia.

#### **3.3.1.1.1. Técnica de Asociación**

El objetivo de esta tarea es identificar nuevos eventos o atributos relevantes en comparación con los ya existentes en el negocio. Por ejemplo, al observar el comportamiento de los clientes al adquirir un artículo específico, es posible descubrir patrones que muestran que los usuarios tienden a comprar otros productos o servicios relacionados con su primera compra. Al conocer estos patrones, se pueden tomar medidas para fomentar estas compras adicionales y mejorar la satisfacción del cliente, lo que a su vez puede generar un aumento en las ventas.

#### **3.3.1.1.2. Técnica de Agrupamiento**

Después de que los algoritmos detectan patrones en los datos y pueden asociarlos, se hace más fácil llevar a cabo un proceso de agrupamiento que reúna todos los resultados con un comportamiento, valor o relevancia similar. Al aplicar una técnica de agrupamiento a los datos, éstos se organizan en grupos con similitudes particulares, lo que los hace más fáciles de comprender y analizar. Esta tarea de agrupamiento puede ser de gran utilidad para la toma de decisiones y para la identificación de oportunidades en el negocio, ya que permite observar de manera clara y estructurada las características comunes de diferentes conjuntos de datos.

### **3.3.1.2. Técnicas Predictivas**

*Data mining* es una herramienta valiosa para las empresas, ya que cuenta con técnicas que permiten proyectar cómo se podría ver cierta información en el futuro, lo que puede ser utilizado para hacer predicciones comerciales o estratégicas. Estas técnicas pueden ayudar a las empresas a identificar tendencias y patrones de comportamiento en función de sus datos

pasados, lo que a su vez puede proporcionar información valiosa para la toma de decisiones informadas. Al anticipar posibles resultados futuros, las empresas pueden estar mejor preparadas para adaptarse y tomar medidas para aprovechar oportunidades o mitigar riesgos.

#### **3.3.1.2.1. Técnica de Clasificación**

Esta función recopila y organiza atributos relevantes para una empresa. Permite categorizar a los clientes según su grado de lealtad y conocimiento de los productos o servicios. Así podrás identificar a los clientes más fieles, quienes podrían ser una oportunidad para aumentar su preferencia y fidelidad, así como a aquellos que se encuentran en una primera instancia de su relación con la empresa.

#### **3.3.1.2.2. Técnica de Regresión**

La regresión permite identificar relaciones y calcular probabilidades a partir de datos, lo que la convierte en una herramienta valiosa para predecir valores numéricos, como el flujo de clientes potenciales en una plataforma. En este contexto, la regresión puede ser utilizada para filtrar con eficiencia a los internautas que representan un prospecto comercial (1) de aquellos que no lo son (0). Estas técnicas categorizan los valores en función de variables numéricas y toman decisiones basadas en códigos binarios.

#### **3.3.1.2.3. Técnica de Detección de Anomalías**

*Data mining* tiene la habilidad de detectar valores atípicos mediante el rastreo y clasificación de información. En ocasiones, los algoritmos pueden identificar irregularidades y prever sus resultados o consecuencias gracias al conocimiento previo adquirido de casos similares. Aunque estas técnicas son probabilísticas, requieren de la intervención humana para tomar la decisión final.

#### **3.3.1.3. Técnicas Prescriptivas**

En *data mining*, las últimas técnicas empleadas consisten en algoritmos de toma de decisión que operan de forma prescriptiva, es decir, proporcionan recomendaciones o

acciones óptimas para lograr un resultado deseado. Buscan responder preguntas como ¿Qué se debe hacer? ¿Cuáles son las mejores decisiones para tomar? Consideran múltiples variables, restricciones y objetivos para generar soluciones óptimas.

#### **3.3.1.3.1. Técnica de Automatización**

Los árboles de decisión son una herramienta fundamental en el campo del aprendizaje automático y la predicción, ya que permiten delegar la resolución de ciertos problemas a la tecnología. Estos modelos generan respuestas precisas y confiables, brindando soluciones efectivas en un amplio espectro de aplicaciones.

#### **3.3.1.3.2. Técnica de Optimización**

Las técnicas de optimización son una herramienta imprescindible en la toma de decisiones, ya que permiten simular diferentes escenarios y proponer planes de acción basados en la analítica de datos previos. De esta manera, se logra obtener una respuesta más precisa y eficaz, sustentada en experiencias previas y adaptada a las condiciones actuales. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la optimización es solo una propuesta, y su éxito dependerá de la correcta implementación de la estrategia y la constante evaluación y ajuste del proceso.

### **3.3.2. Metodologías**

En vista de la gran variedad de formas en que se puede aplicar *data mining* y la urgente necesidad de estructurar, racionalizar y enriquecer el estudio de *data mining*, ha surgido una variedad de marcos de trabajo que proponen diversas pautas para llevar a cabo proyectos en esta disciplina. Es por lo que en el siguiente apartado se describen las metodologías más destacadas en la materia, a fin de proporcionar una comprensión más detallada y completa de los enfoques más efectivos para llevar a cabo proyectos de *data mining*.

### 3.3.3.1. Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)

La primera metodología presentada frente al tópico de *data mining*, consta de seis fases. En la [figura 3.2](#) se ilustran las distintas fases del proceso asociado a la metodología CRISP-DM, las cuales no deben ser consideradas como rígidas o estructuradas de manera inflexible en todo momento. Es esencial avanzar de una fase a otra en función de los resultados obtenidos en cada tarea o etapa, a fin de determinar cuál será la siguiente fase por ejecutar. Las flechas presentes en el diagrama indican las relaciones más fuertes o dependencias entre las distintas fases, y el círculo exterior representa la naturaleza cíclica de la metodología, evidenciando la necesidad de iterar sobre ciertas fases a medida que se avanza en el proceso de *data mining*.

A nivel general, para *data mining*, no existe una finalización del proceso tras la implementación de la solución, puesto a que después de esto, surgen lecciones que pueden generar nuevas preguntas relacionadas con el proceso. Gracias a esto, los nuevos proyectos que apliquen pasos de extracción de datos y *data mining*, se beneficiarán de las experiencias anteriores (Chapman et al., 2000). Se describe cada fase a continuación:

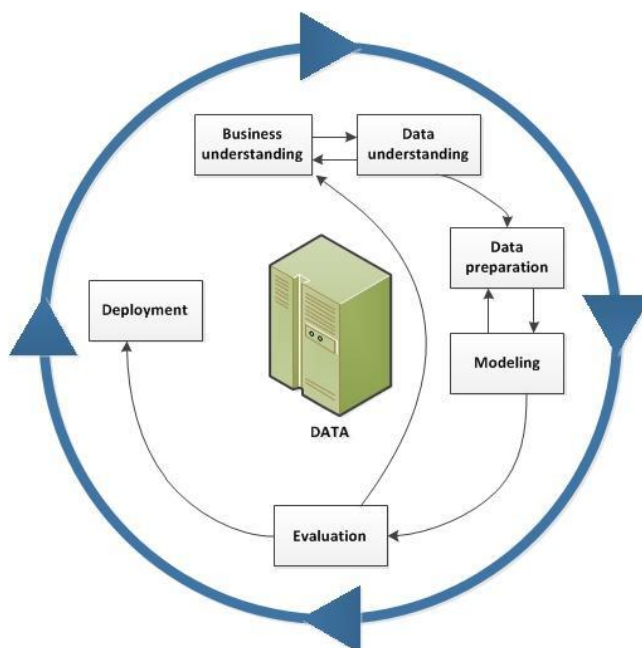


**Figura 3.2:** Ciclo de vida de las fases de la metodología *CRISP-DM*.  
(Fuente: *CRISP-DM 1.0: Step-by step data mining guide*)

## **1. Entendimiento del Negocio**

La fase inicial del proyecto se enfoca en la comprensión exhaustiva de los objetivos y requisitos empresariales, con el propósito de convertir este conocimiento en una definición detallada del problema de *data mining*, así como la elaboración de un plan preliminar para alcanzar los objetivos establecidos.

## **2. Comprensión de los Datos**

La fase de comprensión de los datos se inicia con la recopilación inicial de los mismos, seguida por una serie de actividades diseñadas para familiarizarse con los datos, identificar problemas de calidad, descubrir las primeras percepciones de estos y detectar subconjuntos de interés que permitan formular hipótesis acerca de la información oculta.

## **3. Preparación de Datos**

La etapa de preparación de datos engloba todas las actividades necesarias para generar un conjunto de datos final, es decir, aquellos que serán utilizados en la(s) herramienta(s) de modelización. Es común que las tareas involucradas en esta etapa se lleven a cabo en varias ocasiones y sin un orden específico. Entre las tareas que se realizan se encuentran la selección de tablas, registros y atributos, así como la transformación y limpieza de los datos para adaptarlos a las herramientas de modelización.

## **4. Modelamiento**

En esta fase se exploran y aplican diversas técnicas de modelización, ajustando sus parámetros hasta alcanzar valores óptimos. Por lo general, existen múltiples técnicas disponibles para resolver un mismo problema de *data mining*. Sin embargo, algunas de estas técnicas pueden requerir un formato de datos específico, por lo que es posible que sea necesario volver a la etapa de preparación de datos. En este sentido, es común que se realicen varias iteraciones entre estas dos fases, hasta encontrar la técnica más adecuada y el conjunto de datos óptimo para abordar el problema en cuestión.

## **5. Evaluación**

En esta fase del proyecto se ha construido un modelo (o modelos) de alta calidad en análisis de datos. Antes de proceder con el despliegue final, es importante evaluar y revisar

los pasos ejecutados para asegurarse de que cumple con los objetivos empresariales. Es esencial identificar cuestiones importantes que puedan haber sido omitidas. Al final de esta fase, se tomará una decisión sobre el uso de los resultados obtenidos de *data mining*.

## 6. Implementación

Tras crear el modelo, es clave organizar y presentar los conocimientos adquiridos para su uso. Esto implica aplicar modelos "vivos" en los procesos de toma de decisiones, desde personalización de páginas web hasta puntuación de bases de datos de marketing en tiempo real. El despliegue puede ser tan simple como un informe o tan complejo como un proceso repetible en toda la empresa. Aunque es el cliente quien suele llevar a cabo los pasos de despliegue, es esencial que comprenda los pasos necesarios para utilizar los modelos.

### 3.3.3.2. Knowledge Discovery in Databases (KDD)

El proceso KDD se centra en transformar datos complejos y voluminosos en formatos más útiles, ya sea un

informe breve, un modelo descriptivo o predictivo. Esto se logra mediante la aplicación de métodos específicos de minería de datos que permiten el descubrimiento y la

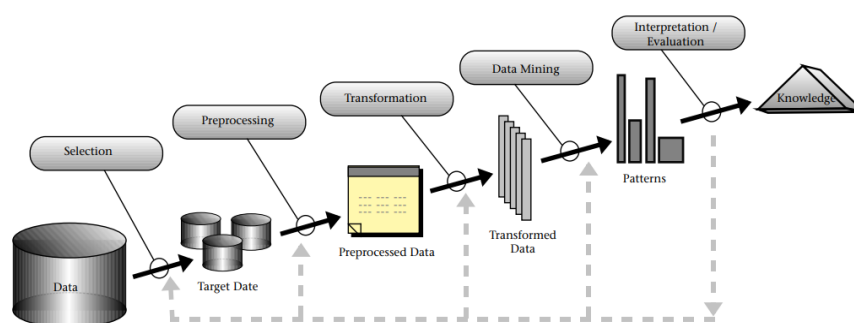


**Figura 3.3:** Vista general de etapas que componen la metodología KDD.  
(Fuente: *From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases*)

extracción de patrones significativos (Fayyad et al., 1996).

En la [figura 3.3](#) se presentan las diferentes etapas asociadas al KDD, las cuales serán descritas a continuación para una mayor profundidad y entendimiento de la metodología perteneciente a *data mining*:

## **1. Selección**

En la fase inicial del proceso, se identifican las fuentes de datos y se seleccionan aquellas que sean pertinentes para obtener el conocimiento deseado. Es fundamental comprender con claridad qué tipo de conocimiento se desea obtener, ya que esto permitirá una selección adecuada de los datos y evitará el análisis de información irrelevante.

## **2. Preprocesamiento**

Es necesario preparar los datos seleccionados mediante la limpieza, corrección de inconsistencias y la determinación de cómo tratar los valores faltantes. Esto asegura una estructura de registros estandarizada.

## **3. Transformación**

Antes de la generación de modelos, es común aplicar una serie de técnicas de preprocesamiento de datos para mejorar su calidad y prepararlos para el análisis. Estas técnicas pueden incluir la creación de nuevas variables, la agregación de datos, la normalización de valores y la detección y eliminación de valores atípicos, entre otras acciones.

## **4. Minería de Datos**

En esta etapa, se aplican técnicas específicas para extraer patrones y modelos que permitan obtener conocimiento valioso a partir de los datos.

## **5. Interpretación y Evaluación**

Para finalizar, se evalúan y validan los modelos generados para determinar su eficacia y relevancia en la solución del problema. Se utilizan técnicas de evaluación de modelos, como la precisión y la exhaustividad, para determinar la calidad de los resultados obtenidos.

### **3.3.3.3. *Sample, Explore, Modify, Model Asses (SEMMA)***

*Data mining* se refiere a una metodología que implica el proceso exhaustivo de muestreo, exploración, modificación, modelización y evaluación (SEMMA) de grandes conjuntos de información, como se puede visualizar en la [figura 3.4](#), con el objetivo de

descubrir patrones desconocidos previamente, los cuales podrían ser utilizados para obtener una ventaja competitiva en el ámbito empresarial (SAS Institute Inc., s.f.).

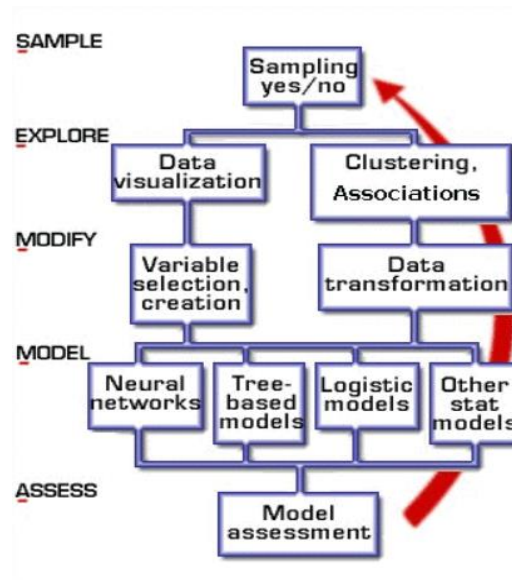


**Figura 3.4:** Modelo representativo de la metodología SEMMA  
(Fuente: *Introduction to SEMMA*)

## 1. Muestreo

En esta fase inicial de selección de muestra, se procede a rescatar un conjunto representativo de datos que captura fielmente las características de la población de interés, cumpliendo con especificaciones predefinidas y asegurando la validez de los resultados obtenidos.

## 2. Exploración

Durante esta fase crítica, es imprescindible llevar a cabo una inspección exhaustiva de los datos, identificando posibles anomalías tales como registros incompletos o erróneos. Para ello, es posible emplear diversas técnicas, incluyendo el uso de *software* especializado, herramientas visuales, técnicas estadísticas y cualquier otra metodología que facilite la exploración y análisis de los datos.

### **3. Modificación**

Se procede a modificar o incluso generar nuevos datos, siempre y cuando sea necesario, a fin de poder aplicar los modelos requeridos y obtener resultados de alta calidad. Este proceso de preparación de datos es crucial para garantizar la precisión y validez de los modelos utilizados en el análisis de los datos.

### **4. Modelado**

Durante esta fase crucial, se aplican diversas técnicas avanzadas con el objetivo de desarrollar modelos robustos capaces de proporcionar una comprensión clara y completa de las problemáticas planteadas en el proyecto inicial.

### **5. Evaluación**

Se lleva a cabo una evaluación rigurosa y exhaustiva de los resultados obtenidos a través del modelado, utilizando diversas técnicas para estimar la calidad y fiabilidad de estos. Este proceso de evaluación es fundamental para asegurar que los resultados obtenidos sean precisos, confiables y relevantes, y para garantizar que se cumplan con los objetivos y requisitos establecidos en el proyecto inicial.

#### **3.3.3. Herramientas**

Gracias a las técnicas empleadas en el área de *data mining*, se ha demostrado el apoyo en ámbitos organizacionales en los cuales puede aportar, desde la toma de decisiones hasta predicciones del futuro a través del entendimiento de los datos y registros. Por lo tanto, existen diferentes aplicaciones y *softwares* que permiten poner en práctica esta disciplina, tanto comerciales como código que realizan consultas en bases de datos. Existen dos grupos de herramientas que se pueden mencionar, las pagadas y las no pagadas. Dentro de las herramientas con licencias pagadas se tiene: IBM SPSS Modeler, SAS, entre otras. Mientras que con licencias libres se mencionan Orange, Rapidminer, WEKA y KNIME, entre otras.

Cada vez las herramientas van evolucionando en la dirección de tener una mejor experiencia para los usuarios y una interfaz más simple para una mayor comprensión, con el fin de que cualquier persona pueda utilizarlos y sacarles provecho. Finalmente, se tienen los

lenguajes de programación que permiten consultar y analizar los datos que se han almacenado, como, por ejemplo: Python, JAVA, R.

La tarea de elegir una de las herramientas mencionadas puede ser un desafío, pero es esencial que se base en el objetivo del proyecto. Para lograr esto, es necesario identificar el conocimiento deseado y seleccionar la técnica adecuada, además de elegir una aplicación compatible con el algoritmo requerido.

### **3.4. *Process Science***

En el estudio de Van der Aalst y Damiani (2015) y con una perspectiva informática, el término *process science* se define como una amplia combinación de conocimientos en tecnología de la información y ciencias de la gestión, cuyo objetivo principal es mejorar y ejecutar de manera eficiente los procesos operativos de una organización. Con un enfoque en la optimización de los flujos de trabajo y la utilización de tecnologías avanzadas, se busca maximizar la productividad y la eficiencia, lo que puede llevar a una ventaja competitiva en el mercado. En resumen, esta disciplina es esencial para cualquier organización que busque alcanzar sus objetivos de negocio y mantenerse a la vanguardia en su industria.

*Process science* es un campo científico innovador que se enfoca en reunir diferentes disciplinas, como la informática, la ciencia de la gestión y los sistemas de información, con el fin de comprender y desarrollar mejor los procesos. Esta ciencia sigue una concepción amplia de los procesos que es agnóstica con respecto a las distintas disciplinas, con el objetivo de ser inclusiva. Finalmente, los procesos se definen como una serie coherente de cambios que evolucionan a través del tiempo, generando a varios niveles y constituyendo fenómenos de interés empresarial (vom Brocke et al., 2021).

Dentro de las distintas disciplinas relacionadas con este tema, se abordarán aquellas más relevantes para esta investigación con el objetivo de introducir la herramienta que se aplicará posteriormente junto a su metodología específica. El enfoque se centrará en optimizar los procesos organizacionales de la empresa en cuestión, planteando los aspectos críticos para mejorar su eficiencia.

### 3.4.1. Business Process Improvement (BPI)

*Business process improvement* es una práctica esencial en la que los líderes empresariales analizan cuidadosamente sus procesos internos para identificar áreas donde pueden aumentar la precisión, eficacia y eficiencia. Luego, realizan cambios en los procesos para convertir estas mejoras en realidad. *BPI* implica identificar operaciones clave, habilidades de los empleados y tecnologías que pueden ser mejoradas o agregadas para simplificar los procedimientos, optimizar el flujo de trabajo y fomentar el crecimiento general de la empresa (Pratt, s.f.).

Lograr una mejora en los procesos empresariales requiere de una gestión y administración adecuadas, así como de diversos recursos. Para alcanzar el éxito, es fundamental seguir una metodología específica que guíe a la empresa a través de los pasos necesarios. A continuación, se presentarán las metodologías de *business process improvement* más populares, probadas y eficaces en múltiples empresas.

#### 3.4.1.1. Six Sigma

*Six Sigma* se basa en una metodología de cinco pasos como se muestra en la [figura 3.5](#), los cuales son: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Su objetivo es aumentar la capacidad de los procesos para generar solo 3,4 defectos por millón de oportunidades, lo que hace que los errores sean prácticamente imperceptibles para el cliente (Antony, Kumar y Madu, 2005).



**Figura 3.5:** Pasos que componen la metodología de Six Sigma.  
(Fuente: *Six sigma and business analytics: Lean six sigma Analytics*)

Esta metodología se enfoca en la excelencia operativa, y se ha demostrado que puede aumentar la eficiencia, reducir costos y mejorar la satisfacción del cliente. El proceso para abordar esta metodología por sus siglas en inglés (DMAIC) presenta los siguientes pasos:

### **1. Definir**

Identifica el perfil requerido para el cliente, con el fin de incluir lo que quiere y necesita específicamente. Aquí también se revisan los objetivos del proyecto para tener una visión completa del trabajo a realizar.

### **2. Medir**

Ya con los objetivos establecidos en el paso anterior, se establece el punto de partida de los procesos consecutivos y usando la data recolectada para informar cómo quieres abordar y optimizar el proyecto.

### **3. Analizar**

En este paso, se determinan las causas raíz de los problemas y se identifican cómo pueden ocurrir estas desviaciones o variaciones en el proceso.

### **4. Mejorar**

Tras realizar el análisis necesario, se genera un proceso nuevo. Es decir, crear una muestra del proceso mejorado y modificado, con el fin de poder probarlo en un entorno separado para ver cómo funciona esta solución.

### **5. Controlar**

Si los resultados obtenidos en el paso anterior se encuentran a la altura de los requerimientos establecidos, se implementa y cambia este nuevo proceso en el flujo de trabajo actual. Finalmente, se debe probar y controlar con la mayor cantidad de posibilidades, mediante un control estadístico o la mejora continua de procesos.

### 3.4.1.2. Total Quality Management (TQM)

*Total quality management* es una metodología compuesta por principios y prácticas que tienen como objetivo mejorar la calidad de los bienes y servicios de una organización. Para ello, se enfoca en la satisfacción y superación continuas de las necesidades del cliente de manera altamente competitiva. *TQM* se centra en lograr la excelencia en la calidad del producto o servicio, enfocándose en la mejora continua y en la involucración de todo el personal de la empresa en el proceso. Al hacerlo, la organización puede aumentar la satisfacción del cliente, fomentar la lealtad de este y lograr una ventaja competitiva en el mercado (Gunasekaran y McGaughey, 2003).

Al igual que con la mayoría de los métodos y técnicas de gestión, la aplicación y el éxito de la *total quality management* puede variar de una empresa a otra. Aunque no existe una única solución que funcione para todas las organizaciones, la definición más común de esta metodología incluye ocho principios fundamentales que se han demostrado efectivos en la mejora de la calidad de los bienes y servicios.

A continuación, se definirán los ocho principios empleados en este tipo de herramienta (Lucidchart, s.f.). Estos principios fueron mencionados anteriormente y pueden ser visualizados en la [figura 3.6](#).



**Figura 3.6:** Los ocho principios asociados al *Total Quality Management*.

## **1. Enfoque al Cliente**

El primer principio se enfoca en las personas que compran su producto o requieren de su servicio. Donde los clientes determinan el nivel de calidad del producto. Los clientes serán conscientes de que han gastado su dinero en algo de calidad si es que este producto satisface las necesidades y dura más de lo esperado.

## **2. Compromiso total de los Empleados**

Los procesos o ventas dependen directamente de la productividad de los empleados. Estos deben entender la visión y objetivos que se les ha transmitido, de manera de estar dispuestos a disponer de los recursos necesarios para completar tareas y comprometerse con los objetivos a través del tiempo.

## **3. Enfoque del Proceso**

El cumplimiento y seguimiento de los procesos es fundamental en la gestión de calidad. Estos garantizan que se generen los pasos adecuados en el momento preciso, con el fin de asegurar la coherencia y acelerar la producción.

## **4. Sistema Integrado**

Generalmente, las empresas están constituidas por varios departamentos, con funciones y propósitos diferentes. Estos departamentos deben estar interconectados con procesos de manera horizontal, centrándose en la gestión de calidad para los clientes.

## **5. Enfoque Estratégico y Sistemático**

Se debe identificar, comprender y gestionar los procesos interrelacionados, entendiéndose como un sistema que contribuye a la eficacia y eficiencia de la organización en la búsqueda de las metas y objetivos establecidos.

## **6. Mejora Continua**

La empresa se debe mantener en un constante estado de búsqueda en mejorar los procesos y adaptar sus productos y servicios a medida que cambien las necesidades de los

clientes. Como se mencionó en los principios anteriormente, la gestión de calidad total debe mantener la vista en la mejora continua de sus atributos.

## **7. Toma de Decisiones basada en Hechos**

El análisis de los datos y su recopilación, permiten tomar decisiones más informadas y con respaldo de los hechos disponibles. Por lo tanto, tomar decisiones con conocimiento de causa, permite una comprensión y entendimiento más profundo de los clientes y el mercado en estudio.

## **8. Comunicaciones**

Todos los colaboradores de la compañía deben conocer y entender los planes, estrategias y métodos que se utilizarán para poder alcanzar las metas y objetivos. Por otra parte, si no se tiene claridad, el riesgo de fracasar es mayor por una mala comunicación.

### **3.4.1.3. Business Process Management (BPM)**

*Business Process Management* es tanto un arte como una ciencia que consiste en supervisar cómo se ejecuta el trabajo dentro de una organización, con el objetivo de garantizar resultados coherentes y aprovechar las oportunidades de mejora. En este contexto, el término “mejora” puede adoptar diversos significados en función de los objetivos de la organización. Estos objetivos pueden incluir la reducción de costos, la minimización de los tiempos de ejecución y la reducción al mínimo de las tasas de error, así como la obtención de una ventaja competitiva a través de prácticas innovadoras. Mediante la implantación de *BPM*, las organizaciones pueden optimizar sus procesos y lograr los resultados deseados de forma sistemática y eficiente (Dumas et al., 2018).

La gestión de procesos empresariales se fundamenta en la premisa de que cada producto que una empresa ofrece al mercado es el resultado de una serie de actividades interdependientes. Para organizar y optimizar estas actividades, se utilizan los procesos empresariales, que permiten comprender y mejorar su interrelación. Estos procesos son esenciales para alcanzar una ejecución eficiente y efectiva de las actividades necesarias para ofrecer productos o servicios de calidad (Weske, 2007).

En la actualidad, es común encontrar una brecha entre los aspectos organizativos de las empresas y la tecnología de la información que utilizan. Esta desconexión puede perjudicar la competitividad de las empresas en los mercados dinámicos de hoy en día, en los que la oferta de productos mejores y más específicos es un gran tema constante para satisfacer las necesidades cambiantes de los clientes. Entonces, es esencial reducir esta brecha entre la organización y la tecnología de la información, a través de la estandarización de notaciones gráficas, de tal manera que se comuniquen y presenten los procesos de las organizaciones de una manera más clara y concisa, con un entendimiento efectivo a nivel global por parte de los *stakeholders*, y esta notación se llama *Business Process Management Notation*.

#### **3.4.1.3.1. Business Process Management Notation (BPMN)**

El propósito fundamental de *business process management notation* radica en entregar una notación altamente comprensible para los usuarios de negocio, que abarca desde los analistas de negocio encargados de esbozar los primeros borradores de los procesos, hasta los desarrolladores técnicos responsables de su implementación, y finalmente, el personal de la empresa encargado de desplegar y supervisar dichos procesos (Object Management Group Inc., s.f.). En otras palabras, *BPMN* se enfoca en lograr una comunicación efectiva y sin obstáculos entre los distintos miembros del equipo involucrados en el ciclo de vida de los procesos empresariales.

*BPMN* ofrece a las empresas un modelo y notación estándar que les permite comprender de manera gráfica sus procesos internos de negocio, y comunicarse de forma homogénea y clara en su organización. Además, la notación gráfica simplifica la comprensión de las interacciones de rendimiento y transacciones empresariales entre distintas organizaciones. En otras palabras, *BPMN* promueve una comunicación efectiva, tanto interna como externa, y establece una base sólida para mejorar la eficiencia y la calidad en los procesos empresariales (Chinosi y Trombetta, 2012).

Por lo general, los diagramas *BPMN* se dibujan de izquierda a derecha, aunque también es posible crear versiones verticales. Un diagrama perteneciente a este tópico consta de elementos básicos que se agrupan en cuatro categorías: *Flow objects*, *connecting objects*,

*swimlanes* y *artifacts*. Cada categoría incluye símbolos que representan diferentes acciones (Lucidchart, s.f.). A continuación, se detalla cada uno de estos términos y se muestra cómo se utilizan en un diagrama *BPMN*.

### 1. *Flow Objects*

Son elementos que se conectan y forman un flujo de procesos, representando todas las acciones que pueden suceder dentro de un proceso de negocio, determinando su comportamiento. Estos pueden ser *events*, *activities* y *gateways*.

**Events:** Representados en forma de círculos, estos elementos visuales simbolizan diversos eventos. En el interior de cada círculo se suelen incluir íconos que indican el tipo de suceso. Por ejemplo, si observas un sobre en el centro del círculo, significa que se trata de un mensaje. Además, los círculos con bordes sólidos se consideran interrupciones, mientras que los que tienen líneas punteadas indican que no son interrupciones. Si el círculo presenta una línea doble, corresponde a un evento intermedio, mientras que, si la línea es gruesa y negra, significa que se trata del final del evento.



**Figura 3.7:** Círculos pertenecientes a la notación *BPMN* con diferentes funcionalidades.

**Activities:** Los procesos de negocio implica varias tareas y actividades, como “generar un informe”. Estas actividades suelen representarse en un diagrama *BPMN* como rectángulos de esquinas redondeadas. Las actividades también pueden contener tareas y múltiples subprocesos, lo que añade más complejidad al proceso global.



**Figura 3.8:** Rectángulos pertenecientes a la notación *BPMN* con diferentes funcionalidades.

**Gateways:** Cuando una actividad requiere múltiples flujos de procesos de negocio, debe indicarse en el diagrama dibujando una pasarela en forma de diamante. Se conecta la actividad a la pasarela y, a partir de ahí, se ramifica en dos direcciones diferentes para conectarse con otras actividades del flujo del proceso.



**Figura 3.9:** Diamantes o Rombos pertenecientes a la notación *BPMN* con diferentes funcionalidades.

## 2. *Connecting Objects*

Estos símbolos sirven para ilustrar las conexiones entre objetos y cómo se relacionan entre sí dentro de un flujo de procesos. Representan el movimiento de varios elementos a través de un proceso y ayudan a aclarar cómo interactúan los distintos componentes y contribuyen al resultado global. A continuación, se mencionan los objetos de conexión que pueden ser: *sequence flow*, *message flow*, *association*.

**Sequence Flow:** Este símbolo utiliza una línea continua y una punta de flecha para indicar el orden secuencial de las actividades dentro de un flujo de procesos.



**Figura 3.10:** Simboliza la conexión secuencial de un flujo perteneciente a la notación *BPMN*.

**Message Flow:** Estos símbolos se representan como una línea discontinua con un círculo abierto al principio y una punta de flecha abierta al final. Indican

qué mensajes se intercambian entre los distintos elementos de un flujo de procesos.



**Figura 3.11:** Simboliza que los mensajes se intercambian en un flujo perteneciente a la notación *BPMN*.

**Association:** Este símbolo, representado como una línea de puntos, describe las relaciones entre texto, artefactos, datos y objetos de flujo dentro de un flujo de proceso.



**Figura 3.12:** Simboliza la descripción de la relación entre elementos de un flujo perteneciente a la notación *BPMN*.

### 3. Swimlanes

Los organigramas interfuncionales organizan varios aspectos de un proceso empresarial y muestran cómo los distintos departamentos o funciones colaboran para alcanzar un objetivo común. Estos organigramas suelen utilizar rectángulos anchos para representar cada función o departamento, ilustrando claramente cómo se relacionan entre sí y dónde se producen los traspasos.

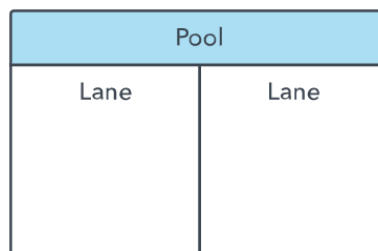


**Figura 3.13:** Representación de cómo interactúan diferentes departamentos de una empresa en un flujo perteneciente a la notación *BPMN*.

#### 4. *Artifacts*

Elementos gráficos que proporcionan información complementaria sobre un proceso. Estos pueden incluir *data object*, *group* y *text annotation*, entre otros elementos. Los artefactos ayudan a clarificar el flujo del proceso y proporcionan contexto para las actividades y otros elementos del diagrama.

**Data Object:** Los datos necesarios para un proceso se representan mediante un objeto similar a un papel con la esquina superior derecha doblada.

**Group:** Se utiliza un rectángulo redondeado con líneas discontinuas para agrupar varias actividades.

**Text Annotation:** Contenido textual que ofrece detalles o aclaraciones adicionales.



**Figura 3.14:** Representación gráfica de los artefactos descritos respectivamente en un flujo perteneciente a la notación *BPMN*.

### 3.5. *Process Mining*

Según la investigación realizada por Hilbert y López (2011), se ha producido una rápida transformación en el funcionamiento de la sociedad, que ha pasado de un modo de funcionamiento “analógico” a otro más “digital”. Este cambio se ha producido en el transcurso de unos pocos años, lo que pone de relieve el profundo impacto que los avances tecnológicos han tenido en nuestra vida cotidiana.

La imparable evolución de los sistemas informáticos y otros sistemas basados en la computación ha sido magníficamente descrita por la ley de Moore. En su artículo clásico de 1965, Gordon Moore, uno de los cofundadores de Intel, predijo que el número de componentes en los circuitos integrados se duplicaría cada año (Moore, 1965). Aunque el crecimiento ha sido exponencial en los últimos cincuenta años, ha sido a un ritmo ligeramente más lento. Sin embargo, estos avances han llevado a un aumento espectacular en el “universo

digital” (es decir, todos los datos almacenados y/o intercambiados electrónicamente), y a una creciente alineación entre el universo digital y el universo real.

La expansión del universo digital, estrechamente vinculada a los procesos de las organizaciones, ha permitido un registro y análisis sin precedentes de los acontecimientos, lo que ha generado una demanda cada vez mayor de las empresas para extraer y utilizar esta información digital en apoyo a la toma de decisiones. En consecuencia, herramientas avanzadas de análisis de datos han evolucionado para satisfacer las necesidades de mejora continua de los procesos empresariales. Un ejemplo claro de ello es la metodología *Process Mining*, que se ha convertido en una herramienta fundamental para las organizaciones que buscan optimizar sus procesos y obtener una ventaja competitiva.

Pero ¿Qué es *Process Mining*? ¿Qué fases contiene? ¿Qué metodologías y herramientas existen? Para responder estas y más preguntas, esta investigación se basará en los estudios realizados y publicados por un gran exponente del tópico, Wil Van der Aalst.

*Process mining* se puede representar como un puente crucial entre los campos de *data science* y *process science*. Mientras que los enfoques de *data science* suelen centrarse en el análisis de grandes cantidades de datos, a menudo pasan por alto los procesos que generan esos datos. Por otra parte, los enfoques de la *process science* tienden a depender en gran medida de los modelos sin considerar plenamente la evidencia del mundo real que se oculta dentro de los datos (Van der Aalst, 2011, p.15).

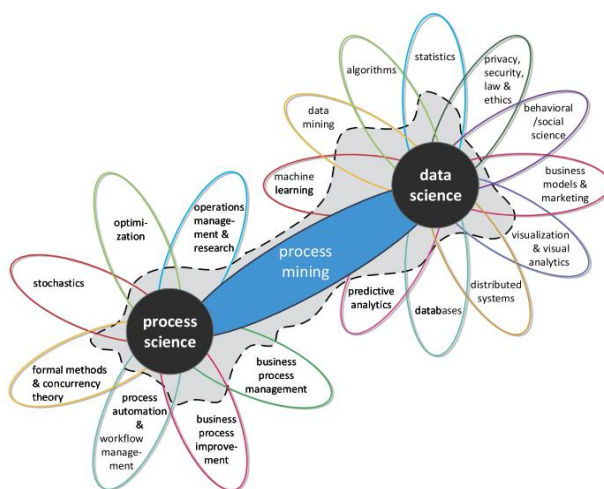


**Figura 3.15:** *Process Mining* como el puente entre *data science* y *process science*.  
(Fuente: *Process Mining, Data Science in Action*)

La técnica correspondiente a *process mining* tiene como objetivo descubrir, supervisar y mejorar los procesos reales, es decir, aquellos que ocurren en la práctica y no son meramente supuestos. Esta técnica se basa en la extracción de conocimientos a partir del *event log* disponibles en los sistemas de información.

En el ámbito de *process mining*, resulta fundamental establecer una conexión sólida entre el modelo de proceso y la "realidad" plasmada en el *event log*. Van der Aalst (2011) introduce los conceptos de *Play-Out*, *Play-In* y *Replay*, los cuales permiten reflejar dicha relación de manera precisa.

### **1. *Play-Out***

Hace referencia a la ejecución de un modelo de proceso diseñado a partir del levantamiento de información en una organización. El objetivo principal es verificar si el modelo es capaz de reproducir los eventos reales registrados en el pasado y comprobar su validez y utilidad para la gestión del proceso de negocio.

### **2. *Play-In***

Consiste en la fase de registro inicial de los eventos que se producen en un proceso de negocio, con el fin de construir un modelo de proceso que refleja fielmente su realidad. Es decir, se trata de capturar y almacenar información empírica sobre cómo se lleva a cabo el proceso en la práctica.

### **3. *Replay***

Es la simulación del modelo de proceso a través de diferentes escenarios con el objetivo de identificar posibles problemas u oportunidades de mejora. Se utiliza el *event log* y el modelo construido a partir de él para probar la eficacia del modelo en distintas situaciones y detectar posibles errores o ineficiencias.

Estos conceptos son fundamentales en *process mining*, ya que permiten establecer la conexión entre la realidad capturada por el *event log* y el modelo de proceso. Sin dejar de mencionar que con esto se puede construir modelos de proceso más precisos y útiles para la gestión empresarial.

Para llevar a cabo esta extracción de conocimientos, es necesario contar con un *event log* secuencial en el que cada evento se refiera a una actividad específica, es decir, un paso bien definido en el proceso, y esté relacionada con una instancia del proceso en la cual se busca administrar los recursos involucrados (Arias, M. y Rojas, E., 2014). Los *event log* están compuestos principalmente por información categorizada, como el *case id* (identificación única del evento), *resource* (quien ejecuta o inicia la actividad), *activity name*, *time stamp* (tiempo involucrado) y *other data* (información que no califica con las categorías mencionadas anteriormente) las cuales se pueden visualizar en la [tabla 3.1](#).

**Tabla 3.1:** Ejemplificación de *event log* con sus diferentes componentes.

| Case id | Event id | Properties       |                    |          |      |     |
|---------|----------|------------------|--------------------|----------|------|-----|
|         |          | Timestamp        | Activity           | Resource | Cost | ... |
| 1       | 35654423 | 30-12-2010:11.02 | register request   | Pete     | 50   | ... |
|         | 35654424 | 31-12-2010:10.06 | examine thoroughly | Sue      | 400  | ... |
|         | 35654425 | 05-01-2011:15.12 | check ticket       | Mike     | 100  | ... |
|         | 35654426 | 06-01-2011:11.18 | decide             | Sara     | 200  | ... |
|         | 35654427 | 07-01-2011:14.24 | reject request     | Pete     | 200  | ... |

Los *event log* pueden utilizarse para llevar a cabo las tres fases de *process mining*, los cuales se muestran en la [figura 3.16](#). Estas fases de *process mining* serán explicados en la siguiente sección del documento.

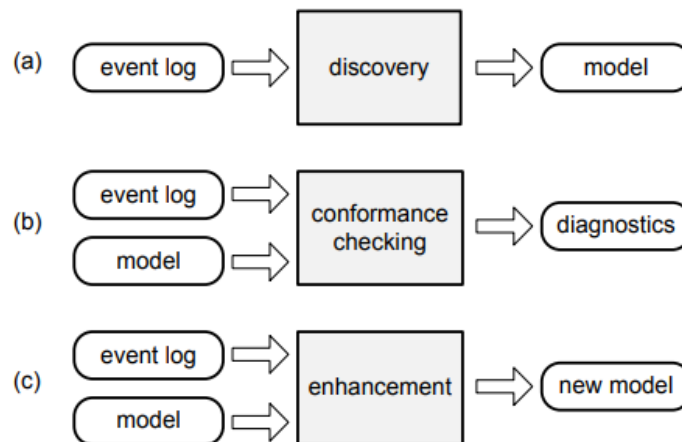


**Figura 3.16:** Tres fases de *process mining*: (a) *Discovery*, (b) *Conformance* (c) *Enhancement*, explicados en términos de *inputs* y *outputs*.  
(Fuente: *Process Mining Manifesto*)

### 3.5.1. Fases de *Process Mining*

#### 3.5.1.1. *Discovery*

*Discovery* es la primera fase de *process mining*. Esta fase permite construir un modelo sin utilizar información a-priori, a partir de un *event log*. El algoritmo utilizado en este proceso se encarga de analizar el registro de eventos y producir, generalmente, una red de Petri que explica el comportamiento registrado, como se muestra en la [figura 3.17](#).

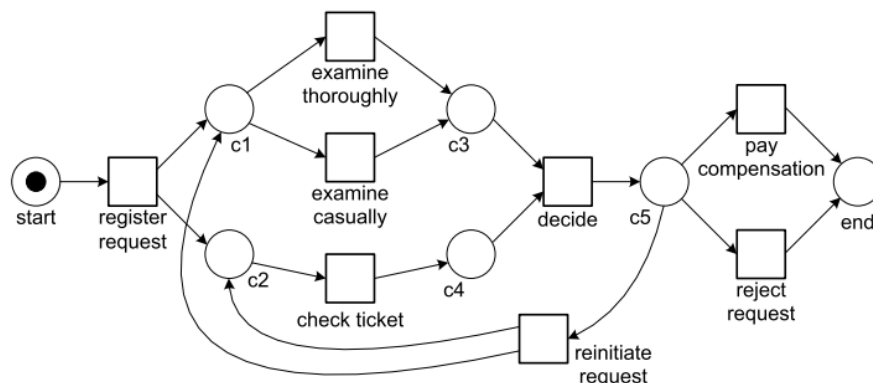


**Figura 3.17:** Red de Petri que describe la solicitud de indemnización.  
(Fuente: *Process Mining, Data Science in Action*)

Dentro de los algoritmos más utilizados, se encuentra el  $\alpha$ -algorithm, el cual es capaz de construir automáticamente la red de Petri a partir de varias ejecuciones del proceso y sin la necesidad de ningún conocimiento adicional (Van der Aalst et al., 2004). Además, si el *event log* contiene información sobre los recursos utilizados en el proceso, se pueden descubrir modelos relacionados con ellos. Por ejemplo, una *social network* que muestre cómo trabajan juntas las personas en una organización.

#### 3.5.1.2. *Conformance*

La segunda fase es la *conformance*, que se utiliza para comparar un modelo de proceso existente con un *event log* del mismo proceso. La *conformance* puede ser muy útil para verificar si los eventos registrados se ajustan al modelo, y viceversa. Por ejemplo, si un modelo de proceso indica que los pedidos de más de un millón de euros requieren dos comprobaciones, la *conformance* se puede utilizar para comprobar si se cumple esta norma

o no. Al analizar el *event log* a través de un modelo que especifique estos requisitos, es posible detectar posibles casos de fraude y explicar las desviaciones.

En resumen, la comprobación de la *conformance* puede utilizarse para detectar, localizar y explicar las desviaciones, así como para medir la gravedad de estas. Esto puede ayudar a mejorar los procesos empresariales y prevenir fraudes. Un ejemplo de la aplicación de *conformance checking algorithm* es descrito en (Rozinat y Van der Aalst, 2008).

### **3.5.1.3. Enhancement**

La tercera y última fase se denomina *enhancement*, que busca optimizar o ampliar un modelo de proceso ya existente mediante información recolectada en *event log*. A diferencia de la comprobación de la *conformance*, que se enfoca en comparar el modelo con la realidad, la *enhancement* busca modificar el modelo para que se ajuste de mejor a la realidad.

Existen dos tipos de *enhancement*: *repair* y *extension*. La primera consiste en cambiar el modelo para que se ajuste más fielmente a la realidad. Por ejemplo, si dos actividades están modeladas como secuenciales, pero en la realidad pueden suceder en cualquier orden, entonces el modelo puede ser corregido para reflejar esta variación. Por otro lado, la segunda implica añadir nuevas perspectivas al modelo, basándose en correlaciones cruzadas entre el registro y el modelo.

En el contexto de la gestión de procesos, resulta factible analizar los tiempos de espera entre actividades de manera rigurosa. Este análisis implica medir la diferencia de tiempo entre eventos relacionados causalmente, para posteriormente calcular estadísticas básicas como medias, varianzas e intervalos de confianza (Van der Aalst, 2012). De esta manera, es posible identificar de manera precisa los principales cuellos de botella que afectan la eficiencia y el desempeño del proceso. Se trata de un enfoque valioso y necesario para cualquier organización que busque optimizar su productividad y maximizar sus recursos.

### **3.5.2. Metodología**

En vista de que la técnica *process mining* es relativamente nueva y que los casos de éxito empezaron a surgir recién en 2003, es de esperar que no haya una amplia variedad de

métodos formales que propongan una guía para llevar a cabo un proyecto de *process mining*. Sin embargo, en el artículo expuesto por Van Eck (2015), y con la ayuda de Wil Van der Aalst, el cual se titula *PM<sup>2</sup>: A Process Mining Project Methodology*, se presenta una metodología estándar y sencilla que permite realizar un estudio completo de los procedimientos mediante *process mining*. Como se puede visualizar en la [figura 3.18](#), esta metodología consta de diversas etapas que permiten el análisis de un proyecto, estas se describen a continuación:

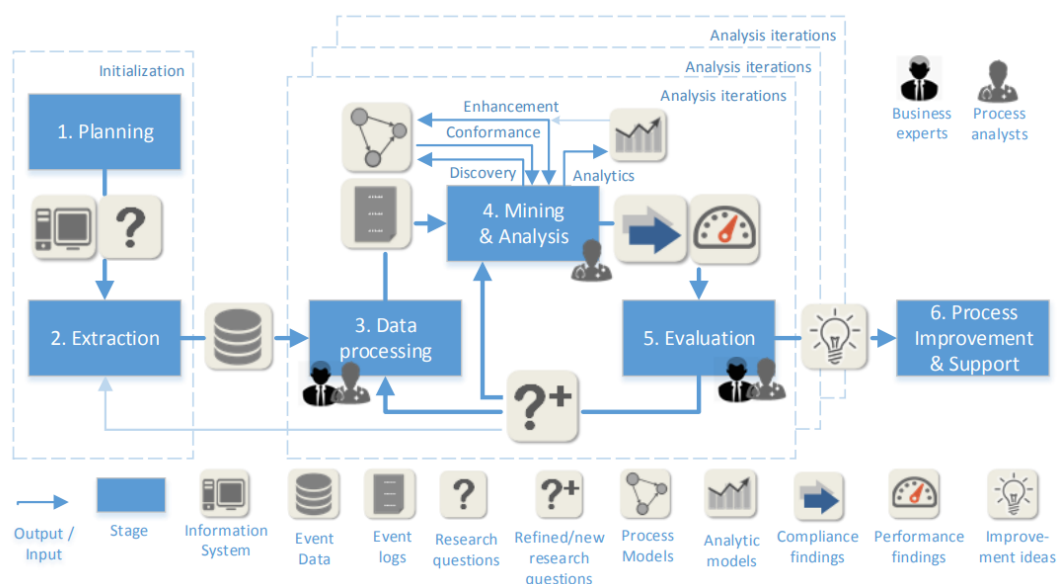


**Figura 3.18:** Overview de la metodología PM<sup>2</sup>.  
(Fuente: *PM<sup>2</sup>: A Process Mining Project Methodology*)

## 1. Planning

La etapa de Planificación implica un estudio exhaustivo del negocio para identificar los datos relevantes necesarios para crear un registro de eventos sólido que permita realizar un análisis riguroso. En este sentido, es fundamental seleccionar cuidadosamente el proceso de negocio que se desea mejorar, identificar las preguntas de investigación pertinentes en función de los objetivos del análisis y formar un equipo de expertos tanto en análisis de procesos como en el negocio, capaces de generar el conocimiento necesario para responder a las interrogantes planteadas.

## **2. *Extraction***

La etapa de Extracción implica en primer lugar establecer el alcance de los datos en función de los objetivos definidos en la fase anterior. Posteriormente, se deben extraer los datos de los diferentes sistemas de información pertinentes. Simultáneamente, los expertos en el proceso deben compartir su conocimiento con los analistas, para que estén preparados para el análisis que se avecina. En esta fase, es esencial comprender claramente los objetivos del análisis y las causas subyacentes de los problemas que la organización enfrenta, a fin de evitar extraer datos erróneos o irrelevantes que no contribuyan al análisis en cuestión.

## **3. *Data Processing***

En la etapa de Procesamiento de Datos, se deben crear las vistas de los registros de eventos necesarias para responder las interrogantes planteadas. Para lograr esto, es fundamental generar agregaciones entre los registros con el fin de reducir la complejidad del análisis y mejorar los resultados de *process mining*. Luego, se debe enriquecer el registro de eventos para obtener más información que permita realizar un análisis más completo. Finalmente, es necesario filtrar los datos del registro de eventos para disminuir nuevamente la complejidad del análisis y obtener resultados más precisos y comprensibles.

## **4. *Mining and Analysis***

La etapa de Minería y Análisis es crucial para aplicar las técnicas de *process mining* y llevar a cabo las tres fases de análisis mencionados anteriormente: descubrimiento de procesos, análisis de conformidad y enriquecimiento de procesos. Además, es posible realizar otros tipos de análisis para lograr una comprensión más completa del proceso.

## **5. *Evaluation***

En la etapa de Evaluación, es crucial comprender los resultados obtenidos a través del análisis. En primer lugar, se debe realizar un diagnóstico del proceso, lo que implica interpretar correctamente los resultados obtenidos, distinguir cuáles de ellos son relevantes y cuáles no lo son, y determinar si las preguntas de investigación originales deben ser modificadas para lograr una comprensión más completa. Luego, se deben comparar los resultados con la información original y con los elementos clave del proceso o las partes

interesadas. Esta fase también puede brindar ideas para mejorar el proceso en cuestión. La evaluación es un paso importante en el proceso de análisis de datos, ya que permite identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas para optimizar el proceso.

## **6. *Process Improvement and Support***

La etapa de Mejora de Procesos y Soporte implica implementar las mejoras detectadas durante el análisis y garantizar la operatividad del proceso. El objetivo principal de *process mining* es mejorar la eficiencia del proceso, por lo que esta fase es esencial para lograrlo. Es fundamental apoyar las operaciones con *process mining*, ya que esto permite detectar posibles problemas en la ejecución de los casos y mejorar la calidad de los resultados del proceso. Esto se logra a través de sistemas de información que gestionan y miden el proceso, asegurando su correcto funcionamiento y optimización. La etapa de Mejora de Procesos y Soporte es crucial para lograr el perfeccionamiento del proceso y asegurar su eficiencia a largo plazo.

*Process mining* es un campo de investigación en auge que se centra en el análisis de procesos empresariales con el objetivo de identificar y mejorar la eficiencia, la calidad y la rentabilidad de estos. Para lograr estos objetivos, se han desarrollado diversas herramientas de *software* que permiten a los analistas de procesos trabajar con los datos de procesos y extraer información valiosa de los mismos. En este sentido, se destacan las herramientas presentadas a continuación.

### **3.5.3. Herramientas**

#### **3.5.3.1. ProM**

ProM (abreviatura de *Process Mining framework*) es una plataforma de *software* de código abierto que proporciona una amplia gama de técnicas de *process mining*, como descubrimiento de procesos, *conformance checking*, análisis de rendimiento y visualización de procesos (Process Mining, s.f.). Esta herramienta es muy utilizada en el ámbito académico y empresarial debido a su capacidad para manejar grandes cantidades de datos de procesos y su flexibilidad para adaptarse a los usuarios y desarrolladores, permitiendo que sea fácil de usar y fácil de extender.

### 3.5.3.2. Disco

Es una herramienta de *process mining* que se centra en el descubrimiento de procesos, el análisis de desviaciones y la mejora de procesos a partir de los datos de registro de eventos. Esta herramienta cuenta con una interfaz gráfica de usuario intuitiva y funcionalidades para la importación de datos, la identificación de patrones y la visualización de resultados. Su capacidad para trabajar con datos de procesos de diferentes fuentes y formatos la convierte en una herramienta muy útil para *process mining* (Fluxicon, s.f.).

### 3.5.3.3. RapidMiner

Plataforma de *software* de código abierto que se utiliza para el análisis de datos y *process mining*. Esta herramienta proporciona una amplia gama de herramientas para la preparación y el análisis de datos, así como para *process mining*, incluyendo el descubrimiento de procesos, el análisis de desviaciones y la predicción de resultados (Witten y Frank, 2005). Su interfaz de usuario intuitiva y su capacidad para trabajar con datos de diferentes fuentes la convierten en una herramienta muy útil para el análisis de procesos empresariales.

### 3.5.3.4. Celonis

Es una plataforma de *software* de *process mining* que se centra en la mejora continua de procesos empresariales. Esta herramienta proporciona herramientas para la identificación de cuellos de botella, la mejora de la eficiencia del proceso y la identificación de oportunidades de automatización (Celonis, s.f.). Su capacidad para integrarse con otras herramientas de *software* empresarial la convierte en una herramienta muy útil para la mejora continua de procesos.

Es importante destacar que estas herramientas de *software* son solo algunas de las muchas disponibles en el mercado de *process mining*. Cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas, y es importante evaluarlas cuidadosamente antes de elegir la herramienta más adecuada para un proyecto específico de *process mining*.

## 4. Antecedentes Generales

Conocer el contexto actual en el cual se desarrolla la firma es fundamental, definir la industria a la cual pertenece, las características de la industria, los límites de la industria, el mercado en el cual se desenvuelve y sus principales actores, con el fin de conocer a mayor profundidad el entorno y escoger la metodología más adaptada para lograr mejorar los procesos y cumplir los objetivos planteados. Como indica Porter (2008) muchos errores de estrategia se deben a una definición demasiado amplia o demasiado restrictiva del sector. Una definición demasiado amplia, oculta las diferencias entre productos, clientes o regiones que son importantes para la competencia, el posicionamiento estratégico y la rentabilidad. Mientras que una definición demasiado restrictiva, pasa por alto los puntos en común y los vínculos entre productos relacionados o mercados geográficos que son cruciales para la ventaja competitiva de la compañía.

### 4.1. Industria de Alimentos *Plant-Based*

La alimentación es uno de los ámbitos imprescindibles en nuestro día a día, pero también genera importantes impactos medioambientales negativos y, además, una mala nutrición genera bastantes problemas y enfermedades en las personas. A nivel mundial, los cambios en los patrones de consumo de alimentos durante las últimas décadas han resultado insostenibles para las generaciones posteriores, debido a esto, la industria de alimentos *plant-based* ha sido una gran alternativa a modo de enfrentar estas problemáticas. Las tendencias dietéticas actuales, combinadas con el crecimiento demográfico que se espera para el año 2050 es de alrededor de 10.000 millones, exacerban los riesgos para las personas y el planeta. Se prevé que la carga mundial de enfermedades no transmisibles empeore y que los efectos de la producción de alimentos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación por nitrógeno y fósforo, la pérdida de biodiversidad y el uso del agua y la tierra reducirán la estabilidad del sistema terrestre (Willet, 2019).

## **4.2. Análisis PEST(A)**

Esta herramienta de análisis permite identificar los factores del macroentorno en el cual se inserta una firma, estos pueden afectar las estructuras internas, el mercado al cual se encuentra dirigida y la aceleración del crecimiento de la industria. El nombre de esta herramienta radica en los factores de los cuales se recolecta la información: Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos y Ambientales.

### **4.2.1. Factores Políticos**

Chile a lo largo de los últimos años ha tenido avances significativos en el camino hacia un desarrollo sustentable en la sociedad. En términos de Política Ambiental, se crearon tribunales ambientales que forman parte del rediseño en la institucionalidad ambiental, teniendo como punto de partida, en enero de 2010 con la promulgación de la Ley N°20.417, se dio origen al Ministerio del Medio Ambiente (MMA), el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) indica la historia correspondiente al Tribunal Ambiental (s.f.).

Con el fin de monitorear y guiar los próximos pasos sustentables en el país, se implementó el Plan de Acción Nacional de Consumo y Producción Sustentable (2017), donde habitan líneas de acción que se ajustan a los objetivos que tiene The NotCompany con finalidades ambientales, como lo son los sistemas alimentarios sustentables, empresas de menor tamaño sustentables, estilos de vida sustentables, educación, entre otros.

El Ministerio del Medio Ambiente, dio marcha al Plan Nacional de Medio Ambiente el año 2018 con la siguiente misión: “Liderar el desarrollo sustentable, a través de la generación de políticas públicas y regulaciones efectivas, promoviendo buenas prácticas y mejorando la educación ambiental ciudadana”, contribuyendo así el fortalecimiento de la institucionalidad.

Finalmente, también existen compromisos a nivel internacional en los cuales Chile implementa dentro de sus estrategias de impacto ambiental, como lo son los objetivos del desarrollo sustentable de la Organización de las Naciones Unidas (s.f.). Específicamente el objetivo 13 de “Acción por el Clima”, que se ve influenciado directamente por el Acuerdo

de París en 2015, que aspira a reforzar la capacidad y respuesta de los países frente a efectos del cambio climático, tomando acciones como flujos financieros apropiados, nuevos marcos tecnológicos y marcos de desarrollo de la capacidad mejorados. Se puede apreciar que estas políticas mencionadas anteriormente, se alinean a la solución y objetivos que tiene la firma para la sociedad, la cual busca reducir la deforestación, consumo de agua, huella de carbono, ineficiencia de uso de terrenos, emisión de gases de efecto invernadero y en general, la destrucción medioambiental generada por las personas.

#### **4.2.2. Factores Económicos**

Es un hecho que en términos de la población vegetariana y vegana del mundo va en crecimiento exponencial, por lo tanto, la ágil globalización de la información con respecto a este tema generó en la gente una mayor conciencia del impacto que provoca la industria de la carne y, por ende, la necesidad de buscar alternativas y mercados que proporcionen un menor efecto perjudicial para las generaciones futuras.

Según un reporte de Projects Bloomberg Intelligence (2021) se espera que, a nivel global, el crecimiento de la población contribuirá al crecimiento del mercado de alimentos *plant-based*. Con respecto a los diferentes continentes, la región de Asia-Pacífico es particularmente vulnerable al suministro de alimentos, con una población prevista de 4,6 billones para el 2030. Como resultado de esta gran población, se prevé que la región domine el mercado de proteínas vegetales alcanzando \$64,8 billones para el 2030, frente a los \$13,5 billones obtenidos en el 2020. Principalmente, este mercado en Asia-Pacífico estará compuesto por productos lácteos alternativos con un 57% para el 2030. Comparativamente, Europa y América del Norte verán aproximadamente \$40 billones en ventas, con África, Medio Oriente y América Latina variando su nivel de ventas entre los números de \$8-9 billones cada uno. Para el mercado de los sucedáneos de la carne, también se prevé un cambio grande en el mercado, según MarketsandMarkets (s.f.), se estima que el mercado mundial de sustitutos de la carne, o alimentos en base a plantas, estará valorado en 1889,1 millones de dólares en 2021 y se prevé que alcance los 4041,3 millones de dólares en 2027, con una tasa de crecimiento anual compuesto de un (CAGR) 13,5% en términos de valor.

Por otra parte, el producto interno bruto (PIB) y consumo de hogares durante el tercer trimestre del año 2022 afectan directamente a la adquisición de estos tipos de productos que son considerados de primera necesidad. Según el Banco Central (s.f.) el PIB nacional creció en once de las dieciséis regiones, generando una variación positiva de un 0,3%, en cambio, el consumo de hogares disminuyó en todas las regiones, lo que provocó una caída de 2,8% para el país. De acuerdo con los volúmenes de venta a lo largo del país, la Región Metropolitana lidera este factor, el mismo reporte expuso que la Región Metropolitana creció un 0,5% debido a las actividades de servicios, por otro lado, el consumo de hogares cayó un 0,5%, en parte por la caída de los bienes del comercio y la industria manufacturera.

#### **4.2.3. Factores Sociales**

Con la existencia de movimientos sociales por parte de personas que apoyan la no vulneración de los derechos animales y conciencia sobre la contaminación ambiental, como lo es la organización ecologista internacional sin fines de lucro Greenpeace (Greenpeace, s.f.), que busca informar, atraer atención pública y promover la participación de la sociedad en la búsqueda de soluciones sustentables para el planeta.

Específicamente, en Chile el veganismo también va en un gran aumento, cada vez la gente tiene una mayor información y conocimiento del impacto negativo que genera la industria de la carne. Según el Ministerio del Medio Ambiente (s.f.) en los resultados de la encuesta nacional del medio ambiente se refleja que un 75,8% de los chilenos tienen la disposición de reducir su consumo de carne al enterarse que una de las principales causas del cambio climático es la producción de carne. En el mismo estudio, se expone que el 81,2% de los chilenos se encuentra de acuerdo o muy de acuerdo en incluir más vegetales y menos carne en su alimentación para poder ayudar al medio ambiente.

#### **4.2.4. Factores Tecnológicos**

En relación con el contexto tecnológico en el que se inserta la industria de alimentos *plant-based*, existen varios avances que impulsan al desarrollo de alimentos con características cada vez más similares a las de origen animal o más saludables en términos

de su composición nutricional. Los avances científicos y las tecnologías de nueva generación disponibles en los últimos años han tenido un impacto significativo en la mejora de la ciencia de los alimentos (Varshney et al., 2009). Además, hay muchas posibilidades de utilizar estas tecnologías para entender los compuestos funcionales que tienen beneficios para la salud y mejorar el estado nutricional. La utilización de diferentes tecnologías en la investigación que tienen relación directa con la alimentación y nutrición tiene como fin de mejorar la salud y bienestar humano, y esta área de la tecnología se conoce como foodomica (Zheng y Chen, 2013).

Por otra parte, la evolución de los equipos y técnicas que permiten generar descripciones más completas a nivel analítico y microbiológicos. Técnicas como la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (*GC-MS*), cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas (*LC-MS*), plasma de par inductivo (*ICP*), resonancia magnética nuclear (*NMR*), espectrometría de infrarrojo cercano (*NIR*) se han utilizado para la caracterización de metabolitos (Prakash et al., 2020).

Finalmente, la inteligencia artificial ha tomado un papel protagonista en los nuevos procesos de desarrollo de producto de las diferentes firmas del rubro. Como indica la entrevista a Alejandro Hernandez, Director de Servicios Técnicos de ClarkeModet, por parte de The Food Tech (2021), el papel de la tecnología en la innovación es fundamental, la tendencia de la alimentación *plant-based* se está conjugando con la inteligencia artificial y es una herramienta muy útil que tiene algoritmos que proponen una mejor textura, funcionalidades, color y sabor para las diferentes formulaciones, luego se prueban con diferentes paneles sensoriales constituidos por personas que dan retroalimentación al algoritmo. Además, el *machine learning* tiene un gran peso en la innovación, ya que al procesar los datos que se obtienen de la respuesta de los consumidores y paneles sensoriales, permite crear nuevos algoritmos con propuestas de recetas nuevas más adecuadas a los gustos o expectativas de lo que se busca en el desarrollo.

#### 4.2.5. Factores Ambientales

Para combatir las prácticas tradicionales y poco sustentables que se han llevado a cabo durante años en la industria de alimentos, se crearon nuevas maneras de desarrollar productos y tecnologías que permiten generar alternativas al mercado actual popular, como es el caso de la Beyond Burger, una hamburguesa 100% *plant-based*, creada en Estados Unidos por la empresa Beyond Meat. En una publicación realizada por la United Nations Environment Programme (2018), reveló que una cuarto de libra de Beyond Burger requiere de un 99% menos de agua, un 93% menos de tierra o espacio físico para elaborar este producto y finalmente, genera un 90% menos de emisiones de gases de efecto invernadero, utilizando un 46% menos de energía que lo que se destina para fabricar hamburguesas de origen animal en los Estados Unidos. Por otra parte, un estudio (Scarborough et al., 2014) reveló que cada kilo de beef requiere 163 veces más de uso de tierra, 18 veces más uso de agua, 19 veces más nitrógeno y 11 veces más CO<sub>2</sub> que un kilo de arroz o un kilo de papas. Es más, comparando la dieta omnívora con una dieta vegetariana ovo-lacto (LOV), dieta que permite el consumo de lácteos y huevos, los requisitos necesarios para producir una dieta no vegetariana necesitan 2,9 veces más agua, 2,5 veces más de energía primaria, 13 veces más fertilizantes y 1,4 veces más de pesticidas (Pimentel y Pimentel, 2003).

En base a estos datos de sustentabilidad, exponen la favorable situación en la que se encuentra la industria de alimentos *plant-based*, generando un mercado bastante atractivo para muchos emprendedores y empresas tradicionales de la industria de alimentos. Abriendo la posibilidad de innovar y desarrollar productos de esta características con el fin de generar mayores volúmenes de ventas, ampliar el portafolio de productos, captar consumidores preocupados por la salud, ambiente y bienestar animal, atraer clientes con dietas del tipo vegetarianas, veganas y flexitarianas, y finalmente, alinear a la tendencia global y pronósticos esperados para las próximas décadas.

#### 4.3. Las Cinco Fuerzas de Porter

La comprensión de las fuerzas competitivas y causas subyacentes, permiten exponer la rentabilidad de un sector industrial, brindando un marco o pauta para anticipar la

competencia e influir en el largo plazo. Por lo tanto, defender a la firma de los factores externos para el análisis y luego moldearlas para su propio beneficio, es crucial para una buena estrategia comercial.

#### **4.3.1. Amenaza de los Nuevos Competidores**

Como se ha mencionado anteriormente, la industria de alimentos *plant-based* está creciendo abruptamente, gracias a la concientización y consecuencias ambientales. Es por lo que la industria se torna bastante atractiva para cualquier empresario, pero se deben analizar distintos factores que indican cómo son las barreras de entrada de la industria. Primero, hay muchas empresas de desarrollo de alimentos que han querido ampliar su cartera de productos a esta industria, provocando una desestabilización en empresas pequeñas que incursionan en esta categoría, debido a sus grandes renombres internacionales y tecnologías que le permiten generar productos de mayor calidad y con precios bastantes competitivos a los existentes en el mercado. Segundo, para entrar a competir en la diferenciación de los productos, viene muy de la mano con la tecnología y los colaboradores con alto nivel técnico y profesional, puesto a que la tecnología permite generar análisis y estudios más detallados de las características o atributos que se le quiere otorgar al producto en competencia, aportando en las decisiones y haciendo que el desarrollo de productos sea más eficiente en términos de tiempo y costos. Además, los colaboradores con su experiencia y conocimientos en el rubro permiten crear formulaciones sólidas, escalables e innovadoras, otorgándoles a su firma una ventaja frente a competidores que no posean un nivel de inversión alto para poder costear todos estos elementos que son fundamentales para el desarrollo de este tipo de productos. Debido a esto, las barreras de entrada a esta industria son mediana-alta, a pesar de ser un mercado bastante atractivo, se requiere de altos niveles de inversión y experiencia para poder posicionarse en esta industria creciente.

#### **4.3.2. Poder de Negociación de los Proveedores**

Los proveedores de la industria de alimentos *plant-based* han tenido que lidiar con una creciente demanda del sector para los diferentes productos que han surgido de las

necesidades de los consumidores actuales. Lo que posiciona a los proveedores en una posición muy ventajosa, debido a que antes de la gran popularización de este sector particular, este tipo de distribuidores suministraban sus materias primas a muchos otros sectores más tradicionales, con mayores volúmenes de compra y poder adquisitivo. Además, hoy en día, las exigencias de los consumidores en términos de la calidad de los productos, es bastante alta, lo que provoca que las firmas que utilizan la investigación y desarrollo en las formulaciones para optimizar los atributos deseados inviertan en materias primas que cumplen funciones críticas y necesarias para satisfacer al consumidor. Siendo estos productos ofrecidos por los proveedores diferenciados y con una escasa posibilidad de encontrar sustitutos, debido a los altos costos y baja oferta del mercado de ingredientes. Por lo tanto, se concluye que existe un poder de negociación mediana-alta por parte de los proveedores, otorgándoles ventaja frente en el sector de alimentos *plant-based*.

#### **4.3.3. Poder de Negociación de los Compradores**

Los clientes del sector estudiado se encuentran en un periodo de crecimiento en términos de la población, por lo que actualmente el nicho es más pequeño que la cantidad de firmas que se han mudado a esta industria y ofrecen productos alimentarios *plant-based*. Esto les permite a los compradores altos estándares para los productos como, por ejemplo, que contenga un gran sabor, textura, elementos nutricionales. Lo cual conlleva meses de desarrollo e inversiones para los empresarios, con el fin de poder satisfacer las necesidades y requerimientos de los exigentes clientes. Por otra parte, al tener una gran oferta en la industria, es decir, muchas empresas que se han mudado a este sector y emprendimientos que desean competir por este cambio tanto culinario como medioambiental, los compradores son bastante sensibles a los precios, lo que les otorga poder de decisión al asumir bajos costos por cambiar de proveedor que les venda un producto con atributos similares. Además, al ser un producto de primera necesidad, las personas vegetarianas y veganas integran este costo a una parte importante de su estructura de presupuesto, generando en ellas un alto grado selectivo de los productos, manteniéndolos en una constante comparativa de precios entre las diferentes opciones, pero siempre otorgándole un alto grado de importancia a la calidad ofrecida por la firma. De este modo, el poder de negociación de los compradores es mediano,

ya que, a pesar de ser bastante sensibles a los precios del mercado, buscan complacer altos estándares de calidad, los cuales se asocian a productos que poseen un gran desarrollo e inversión asociada, por ende, un mayor costo de adquisición.

#### **4.3.4. Amenaza de los Sustitutos**

Una ventaja para la industria de alimentos *plant-based* es que estos productos se posicionan como sustitutos de alimentos de origen animal y, por otro lado, sucedáneos de cárnicos, siendo una de las ideas contemporáneas más factibles y conscientes con muchos factores que amenazan al futuro de la humanidad, dejando a este tipo de productos libre de amenazas externas similares en la actualidad. Por lo tanto, en términos de sustitutos, esta industria posee una baja amenaza, debido a su concepto de alimentos disruptivos y con características únicas.

#### **4.3.5. Rivalidad entre Competidores**

Es importante identificar quienes son los principales agentes competidores para entender la industria, con el fin de establecer una estrategia apropiada y efectiva. En el artículo publicado por Porter (2008) expone que la rivalidad que resulta de las cinco fuerzas define la estructura de una industria y da forma a la naturaleza de la interacción competitiva de las diferentes firmas dentro de una industria establecida. Para este caso en particular, se tomarán empresas que compiten a nivel nacional en tres tipos de categorías de alimentos *plant-based*, estas son: *Dressing*, *Dairy* y *Meat*, donde The NotCompany se posiciona a través de los productos *Not Mayo*, *Not Milk* y *Not Burger* respectivamente.

Es importante mencionar que el universo que se estudió para conocer las participaciones de mercado de las diferentes firmas fue obtenido de manera interna en la empresa, y estas pertenecen a las cadenas más grandes de *retail* ubicadas en Chile, como Jumbo, Santa Isabel, Unimarc, Mayorista 10, Líder, entre otros.

#### **4.3.5.1. Categoría *Dressing***

Para la primera categoría, se seleccionaron las tres firmas con mayor participación de mercado que compiten con productos similares a la *Not Mayo*, ya sean de origen animal o *plant-based*. Estas son:

- Kraft
- Hellmann's
- Supreme
- Otros

#### **4.3.5.2. Categoría *Dairy***

Para la segunda categoría, también se seleccionaron tres firmas como principales agentes competidores del producto *Not Milk*, a diferencia de que la participación de mercado es definida solo por productos *plant-based*. Las firma se presentan a continuación:

- Loncoleche
- Orasi
- Vilay
- Otros

#### **4.3.5.3. Categoría *Meat***

Para la última categoría, la competencia es mucho mayor, teniendo siete firmas con diferentes participaciones de mercado, medidas por sus ventas de alimentos *plant-based*. Los sucedáneos de carne han sido de los productos más populares en el mundo *plant-based*, por lo que The NotCompany no se ha quedado atrás y desarrollo la *Not Burger*, donde las principales competidoras de la categoría son:

- La Crianza
- Minuto Verde
- Mr. Veggie
- Receta del Abuelo
- Riku

- Vilay
- Gardein
- Otros

#### 4.3.5.4. Indicadores de Rivalidad

Las firmas tienden a actuar en forma individual cuando existe una alta competencia en términos de cantidad de agentes en el mercado. Pero no siempre es el caso, por lo tanto, existen diferentes indicadores que permiten visualizar si existe una alta o baja concentración en la industria, medir la desigualdad entre la distribución de los elementos en investigación, con el fin de analizar y comprender la situación de los competidores. Para el caso de estudio, se utilizará el índice de Herfindahl-Hirschmann (HH) y el Coeficiente de Distribución de Gini, con la finalidad de medir la concentración y homogeneidad respectivamente.

Según la Fiscalía Nacional Económica (2021) existe un umbral de valores en los cuales varía este índice, a través de los cuales se concluye si es que debe haber un análisis del mercado, por el alto nivel de concentración y la inexistencia de competencia perfecta.

- $HH < 1500$ ; Indica que existe un mercado sin concentración.
- $1500 < \Delta HH < 2500$ ; Indica que existe un mercado moderadamente concentrado.
- $HH > 2500$ ; Indica que existe un mercado altamente concentrado.

**Tabla 4.1:** índice de Herfindahl-Hirschmann y coeficiente de Gini calculados para cada categoría de productos comercializados por la firma.

| <b>Categoría</b> | <b><math>\Delta HH</math></b> | <b>Coeficiente de Gini</b> |
|------------------|-------------------------------|----------------------------|
| <i>Dressing</i>  | 3.142                         | 0,24                       |
| <i>Dairy</i>     | 2.264                         | 0,15                       |
| <i>Meat</i>      | 1.819                         | 0,44                       |

Según el Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile (2019) el coeficiente de Gini se ocupa como herramienta de medición de la desigualdad de los componentes observados, generalmente para medir la desigualdad de ingresos en un país. El coeficiente fluctúa entre 0 y 1, con el 0 como igualdad perfecta y el 1 como el máximo nivel de desigualdad.

A partir de los valores en la [tabla 4.1](#) se puede observar que para la primera categoría existe un mercado altamente concentrado, donde grandes empresas como Hellmann's y Kraft-Heinz lideran las participaciones de mercado, desequilibrando la competencia para los productos de este estilo. Por otra parte, el coeficiente de Gini muestra que existe una desigualdad baja, por lo que, en base a estos dos datos, se puede inferir que existe una alta rivalidad entre los grandes agentes en la industria en una competencia oligopólica.

Para la segunda categoría, se observa que también hay un mercado moderadamente concentrado, aunque menos que la primera categoría. Donde Vilay y The NotCompany lideran con sus cuotas de mercado, debido al gran impacto que han generado en la industria *plant-based* con sus innovaciones. Con respecto al coeficiente de Gini, representa la menor desigualdad entre las tres categorías estudiadas, generando así una rivalidad moderada entre los participantes de la categoría en una competencia oligopólica.

Finalmente, para la tercera categoría, se evidencia que es el mercado menos concentrado de los tres estudiados, pero aun así se categoriza dentro de mercados moderadamente concentrados. Donde las principales firmas que se llevan la mayor participación de mercado en esta categoría *plant-based* son: La Crianza, The NotCompany y La Receta del Abuelo. En términos de homogeneidad, se observa que es el mercado más desigual de las tres categorías, evidenciando que, al ser competencia oligopólica, solo pocas marcas poseen la mayor cantidad del mercado en estudio.

#### **4.4. Internacionalización**

Definir la industria en la que la globalización a menudo permite el crecimiento coherente con la estrategia, generando la apertura de mercados más amplios y una estrategia focalizada. A diferencia de la expansión nacional, la expansión mundial puede potenciar y reforzar la posición e identidad única de una compañía. Las empresas que buscan el crecimiento a través de la expansión dentro del sector al cual pertenecen, pueden contener de mejor manera los riesgos para la estrategia creando unidades independientes, cada una con su propia marca y actividades adaptadas (Porter 2008).

NotCo es una *startup* que busca expandirse a nivel internacional por motivos tanto de mercado como de producción. La globalización de mercados ha generado atractivos nichos alrededor del mundo para la comida plant-based, lo que ha impulsado a NotCo a buscar nuevas oportunidades en otros países. Además, las limitaciones económicas y de crecimiento que presenta Chile como país con una población relativamente pequeña en comparación con otros países hacen aún más atractiva la internacionalización.

Mercados como los de Estados Unidos, Brasil y México han experimentado un crecimiento continuo en la demanda de productos *plant-based*. Estos productos se están volviendo cada vez más universales y populares gracias a la cultura y la difusión de información sobre sus beneficios ambientales en comparación con los productos de origen animal. Las inversiones extranjeras también buscan penetrar otros mercados y obtener el mayor retorno posible.

Por otro lado, en Argentina se han presentado riesgos políticos y económicos debido a la difícil situación que atraviesa el país. Esto ha impactado negativamente las ventas de NotCo en Argentina, generando incertidumbre en la firma. Sin embargo, a pesar de estos riesgos, NotCo se ha demostrado capaz de innovar y adaptarse a diferentes mercados y está comprometida con ofrecer productos sostenibles y de alta calidad en todo el mundo.

En segundo lugar, la globalización de la producción ha desempeñado un papel importante en el crecimiento de la *startup*. La necesidad de reducir los costos asociados a las materias primas e insumos ha llevado a buscar proveedores internacionales. Sin embargo, los altos costos logísticos de traer estos insumos al país de origen de la firma no serían sostenibles a largo plazo. Además, al investigar y comparar opciones de proveedores a nivel internacional, se han encontrado oportunidades con menores costos, lo que podría generar una ventaja competitiva frente a otras compañías.

La expansión de la producción en otros países también ofrece ventajas de localización, ya que proporciona un acceso más directo a los suministros y recursos críticos necesarios para la cadena de valor, y reduce los costos de producción básicos. Estos factores están relacionados con la búsqueda de *copackers* o maquiladores, ya que, al tener experiencia previa en Chile, se pueden compartir conocimientos entre las distintas unidades involucradas, generando una sinergia con costos más bajos que producir todo en un solo país.

Dentro del ámbito de las alianzas estratégicas, destaca un *joint venture* concretado con Kraft Heinz, una de las empresas más grandes en la industria alimentaria a nivel mundial. Esta alianza ha permitido a la empresa compartir riesgos y recursos para penetrar en mercados internacionales. La comprensión del terreno de la región, las normas legales y sociales, y la cultura local, ha brindado a la empresa un conocimiento previo que le ha permitido ingresar al mercado de forma más preparada y con mayores posibilidades de éxito. A través de esta alianza, la empresa también ha obtenido beneficios significativos, en términos de visibilidad y retornos provenientes del mercado objetivo.

Asimismo, otras alianzas estratégicas que han contribuido a la visibilidad y los retornos de la empresa son aquellas en las que sus productos se venden como parte de sus opciones, tales como colaboraciones con Burger King, Starbucks, Pronto Copec, Dunkin Donuts, entre otras.

Finalmente, en términos generales la estrategia de NotCo es transnacional, con un enfoque geocéntrico que busca lograr eficiencia global y sensibilidad local, a través de la coordinación flexible. Esto se debe a que los mercados locales están segmentados y tienen diferentes gustos y culturas gastronómicas, lo que exige un enfoque particular en la industria alimentaria. Por otra parte, NotCo busca que el proceso completo de desarrollo de productos se base en cómo se hace en Chile y San Francisco, las casas matrices con mayores recursos y tecnología para la elaboración y desarrollo, pero las otras unidades subsidiarias pueden tener limitaciones en ciertos aspectos operacionales, por lo que se adaptan a los recursos y *copackers* locales.

## 5. Desarrollo

En el contexto de la empresa en estudio, se ha evidenciado un rápido crecimiento que ha generado la necesidad de controlar de manera más efectiva la gestión de los procesos y los datos. Para ello, se ha propuesto diseñar la metodología para la futura implementación de un sistema de gestión de procesos basado en la técnica de *process mining*, la cual se fundamenta en diversas metodologías que se adaptan al tipo de proceso a analizar y su alcance.

Entre las metodologías disponibles, se ha optado por la metodología  $PM^2$  presentada en el [capítulo 3.5.2](#), debido a su capacidad para abarcar procesos de forma general y trabajar con cualquier tipo de información, sin dejar en cuenta que este es un diseño para una posterior implementación de la técnica cuando la organización se encuentre en una etapa de madurez más evolucionada. Este enfoque es particularmente relevante para la empresa en estudio, ya que se trata de una firma de la industria *FoodTech* con el *core* puesto en el desarrollo de productos, la cual ha venido a remplazar la forma tradicional de cómo se formulan productos alimenticios, lo que implica una escasez de casos de estudio y una necesidad de adaptabilidad metodológica a los procesos.

### 5.1. Etapas para el Diseño de la Metodología

A continuación, se presentarán de manera detallada las etapas del diseño del plan estratégico junto a la metodología propuesta para su implementación futura en la empresa. Estas etapas incluirán la definición de objetivos y preguntas clave, el análisis exhaustivo del proceso transversal existente, la identificación de interacciones y actividades con las áreas involucradas, así como la detección de oportunidades de mejora.

Mediante esta metodología y análisis, se obtendrá una comprensión profunda del proceso en cuestión, permitiendo identificar los problemas actuales y establecer un plan de acción para la mejora continua de la gestión de procesos en la empresa en estudio.

### 5.1.1. *Planning*

Durante la fase inicial de la metodología, se establecieron los objetivos y el alcance de este, basado en las necesidades identificadas en el *core* de la empresa. El objetivo principal es establecer, analizar y documentar los principales tiempos involucrados en la creación, mejoramiento, ejecución y masificación de un producto *plant-based*. También se busca conocer los costos asociados al proceso y a las áreas involucradas, además de identificar problemas y desviaciones que se presentan en la ejecución de los proyectos.

Luego, debe establecerse el alcance del estudio mediante las preguntas de investigación. Estas preguntas se formulan en base a la información relevante que se quiere extraer y también, guiar en la exploración de los datos, identificando los principales problemas u oportunidades de mejora. Estas preguntas se enumeran a continuación:

1. ¿Cuáles son las principales etapas que conforman el proceso de desarrollo de productos en la firma?
2. ¿Qué áreas o departamentos están involucrados en el proceso de desarrollo de productos?
3. ¿Cuál es el proceso de desarrollo de productos que los involucrados realmente siguen?
4. ¿Dónde los involucrados en el proceso se desvían del proceso esperado o idealizado?
5. A nivel global, en los otros países donde la firma tiene casas matrices ¿Cómo se ejecuta el proceso de desarrollo de productos? ¿Existen restricciones de recursos?
6. ¿Cómo se puede mejorar la comunicación y coordinación entre las diferentes áreas involucradas para mejorar el proceso de desarrollo de productos?
7. ¿Cómo se puede modificar el proceso de desarrollo de productos con el fin de reducir los tiempos y costos asociados a este?
8. ¿Existen otras técnicas o metodologías que apoyen las estrategias propuestas por *process mining*?

El siguiente paso es definir y formar el equipo de trabajo que liderará esta investigación en la firma. En el área de Inteligencia Artificial, recientemente se formó un equipo llamado “*AI Application*”, el cual está encargado de gestionar, analizar, impulsar y monitorear la adopción y contribución de la herramienta de inteligencia artificial a través del tiempo en el proceso de desarrollo de productos, siendo así una unidad que presta servicios tecnológicos y de gestión de manera interna a la empresa, conversando y levantando información de diferentes áreas. Dado que el perfil de este equipo coincide con los requisitos del proyecto, con sus responsabilidades y objetivos respectivos, se les atribuyó la tarea de llevar a cabo este proyecto.

Finalmente, la sección *planning* finaliza con la selección del proceso a estudiar, teniendo en consideración que el proceso de desarrollo de producto en la firma consta de seis etapas, donde la investigación de mercado, la ciencia, tecnología de inteligencia artificial, innovación y operación convergen. Se discute y acuerda que este equipo tiene una mayor influencia y capacidad de obtener la información en la etapa de “*Initial Development*”, por lo tanto, esta etapa es la seleccionada para el estudio.

La etapa de *Initial Development*, consiste principalmente en la elaboración misma del producto evaluado, donde a través de un informe comercial y otro técnico proporcionados por el área Marketing e Investigación y Desarrollo respectivamente, se comienza a dar vida a la idea del producto, llevando a cabo exhaustivas pruebas de laboratorio y sensoriales para garantizar que el producto cumple con las normas más estrictas de calidad y rendimiento. Además, para asegurar que el esfuerzo de desarrollo se mantiene en un buen camino y se ajusta al calendario del proyecto, se utilizan diagramas de Gantt con el fin de seguir el progreso, gestionar los recursos y visualizar el cumplimiento del calendario del proyecto.

### **5.1.2. *Extraction***

En la segunda etapa de la metodología, se definieron las fuentes de información necesarias para levantar, modelar y documentar el proceso objeto de estudio, utilizando técnicas como entrevistas, reuniones y el seguimiento de casos reales registrados. Con el fin de comparar y validar en el futuro el modelo de proceso que se mapeará con la información recolectada de las entrevistas y reuniones, se utilizará el concepto *Play-Out*, que implica la

construcción del modelo a partir del comportamiento observado por los responsables de dichas tareas, y su posterior ajuste en función de la información registrada en el *event log* de la organización. Este enfoque permite establecer una relación sólida entre el modelo de proceso y la realidad capturada en el *event log*, lo que facilita la identificación de ineficiencias o problemas en el proceso y su posterior mejora.

Como se mencionó en la sección anterior, el proceso general en estudio será *Initial Development*, el cual a su vez consta de tres subprocesos, los llamados: *Kitchen Scale*, *Lab Scale Matrix Optimization* y *Lab Scale Flavoring*.

*Kitchen Scale* es el primer acercamiento al prototipado del producto, donde la base de los productos es formulada, con los procesos y diferentes aplicaciones culinarias posibles en base a sus funcionalidades. Gracias al conocimiento e innovación de los *AI Chefs*, y el apoyo de la inteligencia artificial, la matriz es generada y preparada para pasar a la siguiente fase del desarrollo de productos.

*Lab Scale Matrix Optimization* se inicia una vez obtenida la aprobación del prototipo final de la fase previa. Durante esta etapa, se definen los requisitos relacionados con la matriz de alimentos y su alcance, para posteriormente, a través del conocimiento de expertos científicos y el apoyo de la inteligencia artificial, aplicar cambios en la fórmula o procesos que permitan una mejor *performance* de los ingredientes. Este enfoque permite explorar diferentes combinaciones de ingredientes y ajustar su dosificación para obtener un producto óptimo en términos de calidad y rendimiento.

*Lab Scale Flavoring* comienza una vez que se ha optimizado la matriz de alimentos y se ha establecido el objetivo de saborización deseado. En esta etapa, el producto se desarrolla mediante la aplicación del conocimiento de expertos científicos, la ayuda de la inteligencia artificial y la colaboración con empresas externas que ofrecen diferentes alternativas para lograr el objetivo de saborización deseado, las llamadas *Flavor Houses*. Una vez obtenido un producto con las características deseadas, se procede a la etapa de pilotaje y, posteriormente, a la escalabilidad industrial.

Durante el primer período de estudio, se llevó a cabo una inducción general del proceso de desarrollo de productos en cuestión, incluyendo sus subprocesos, con el objetivo

de obtener una visión amplia del flujo de trabajo y de la metodología innovadora que se está adoptando en la industria de tecnología de alimentos. Para proceder con la descripción y el detalle de las diversas actividades específicas, roles y responsabilidades, la toma de decisiones, la generación de documentos, el soporte de las herramientas de inteligencia artificial, así como los micro procesos internos que se ejecutan en los flujos, se llevó a cabo un primer acercamiento con los distintos usuarios y actores principales de los equipos involucrados en este proceso de desarrollo de productos.

En primer lugar, se buscó la opinión y visión del flujo a través de los *AI Chefs* de nivel local en Chile, quienes lideran la primera parte del proceso. Al ser una unidad perteneciente al área de inteligencia artificial, existe un mayor entendimiento y alineamiento con las herramientas proporcionadas por la firma, lo que también ayudó a comprender cuándo y cómo se apoyan en estas tecnologías. Luego de reunirse con los usuarios más experimentados en términos de la adopción de la herramienta, se generaron los primeros modelos prototipo para el subproceso de *Kitchen Scale*. Cabe destacar, que los diagramas de flujo modelados fueron creados a través del *software* Lucidchart, plataforma de diagramación inteligente que permite reunir y trabajar en un documento con otros usuarios al mismo tiempo, basándose en un idioma gráfico que acelera la colaboración y comunicación entre los involucrados. Es decir, alineando y facilitando la participación de personas adecuadas para tomar decisiones correctas (Lucidchart, s.f.).

Una vez concluidas estas reuniones, se procedió a modelar los siguientes subprocesos, *Lab Scale Matrix Optimization* y *Lab Scale Flavoring*, contando con la participación de los *Food Developers* y *Food Scientists* como actores principales, quienes pertenecen al área de Investigación y Desarrollo. En estos subprocesos, se inició el modelado en base a los científicos locales en Chile, ya que este país fue donde se iniciaron las operaciones de la firma y existe una mayor estandarización en cuanto a las actividades ejecutadas y la manera en que se sigue el flujo de trabajo.

Con el objetivo de ampliar el conocimiento sobre los diferentes casos de uso, se continuó con reuniones y entrevistas con los desarrolladores de las casas matrices en los países de Argentina, Brasil y México. Todo esto permitió comprender mejor las excepciones

y particularidades de cada uno de los procesos, en función de los recursos, tecnologías y equipos disponibles en cada región.

Se realizó una revisión exhaustiva de los diagramas de flujo con el fin de obtener retroalimentación y recomendaciones. Para ello, se programaron reuniones con los líderes de cada país y áreas ya mencionadas, con el objeto de adaptar los diagramas de flujo a la realidad y asegurar un mayor grado de precisión en el flujo de desarrollo de productos de la firma. Este proceso permitió mejorar significativamente la comprensión y seguimiento del proceso mapeado.

Tras haber llevado a cabo las reuniones y entrevistas con los desarrolladores y científicos de las casas matrices en diferentes países, se recolectó una gran cantidad de información valiosa. Con el objetivo de mantener una documentación ordenada y accesible para todo el equipo, se seleccionaron herramientas en línea que permiten una comunicación eficaz y sencilla. Para ello, se optó por *Google Docs* y *Google Sites* debido a su capacidad para crear, compartir y editar documentos y sitios web en la nube.

En particular, *Google Docs* resultó ser una herramienta muy útil para documentar de manera detallada y específica los procesos investigados. Aquí se incluyó información como la descripción general, el propósito, el alcance, la entrada y salida del proceso, los límites, el flujo, las excepciones, los puntos de control y los diagramas de flujo correspondientes. Por otro lado, *Google Sites* permitió crear un sitio web compartido en línea donde se pudiera reunir y exponer la información recolectada por el equipo. Gracias a su interfaz *user-friendly*, fue posible incluir gráficos, videos, documentos, enlaces y otros elementos que facilitan la comprensión y el acceso a la información, ofreciendo también una manera más didáctica y exploratoria para el usuario. En definitiva, estas herramientas resultaron ideales para mantener una documentación clara, organizada y accesible para todo el equipo de trabajo.

Con el objetivo de validar y mejorar la información recopilada en los documentos creados, se organizó un evento presencial en el que participaron todas las unidades y equipos involucrados en la etapa seleccionada del estudio. Durante este evento, se formaron grupos multidisciplinarios para discutir los procesos identificados y se fomentó la participación de los asistentes para que aportaran ideas y comentarios en relación con el flujo de trabajo óptimo que debería ser seguido por los involucrados en el proceso de desarrollo de productos.

De esta manera, se buscó asegurar una efectiva comunicación y colaboración entre los diferentes equipos, promoviendo así la mejora continua de los procesos de la empresa.

Como último paso para ampliar la documentación de los flujos de trabajo, se decidió extender el alcance del proyecto a las operaciones de la firma en Estados Unidos, donde también se ejecutan ciertas actividades de manera particular. Una vez incluida esta información, la plataforma fue lanzada oficialmente a nivel global, con el objetivo de estandarizar y documentar el proceso de desarrollo de productos en todas las regiones donde la organización tiene operaciones. Es importante destacar que los documentos plasmados están sujetos a cambios y actualizaciones constantes, en respuesta a la evolución tecnológica e innovación en la industria alimentaria.

Como segunda parte de la etapa *Extraction*, se inició el proceso de recopilación de los datos directamente de los sistemas de información de la firma, como los *event log* y las bases de datos que se manejan en las distintas áreas. Esto permite obtener una visión más completa y precisa de cómo se llevan a cabo los procesos de negocio en la práctica, ya que se basa en datos reales en lugar de percepciones subjetivas de los colaboradores.

Para obtener los datos necesarios para la modelación del proceso, se estableció contacto con el equipo de *PMO's* pertenecientes al área de Investigación y Desarrollo. Este equipo tiene la responsabilidad de estandarizar, gestionar y supervisar el desempeño de los proyectos, así como de proporcionar informes, reportes y análisis. Asimismo, el equipo de *PMO's* fomenta la comunicación y colaboración en toda la organización. Por ende, se identificó que esta unidad es la fuente de datos ideal para el proyecto, ya que se encarga del seguimiento y registro de los proyectos de la organización.

Después del primer acercamiento, se identificaron los primeros desafíos y problemáticas relacionados con la gestión de datos en The NotCompany, una *startup* que ha experimentado un crecimiento exponencial en un corto período de tiempo. La rápida expansión de la empresa, con un gran número de proyectos en marcha, ha creado un ambiente complejo y de alta presión que afecta directamente a la gestión de datos.

En el primer subproceso de la etapa seleccionada se origina de manera natural la recolección de datos a nivel detallado. Para poder determinar los costos y tiempos asociados

a las diferentes actividades que se llevan a cabo, se realizaron conversaciones y reuniones con los *AI Chefs* encargados de los proyectos en estudio. Con el objetivo de recopilar información relacionada con los costos, se programaron reuniones semanales con el *AI Chef* responsable de la gestión y administración de la cocina. Durante estas reuniones, se expuso la falta de documentación de los procesos a un nivel más específico, relacionado con la cantidad de formulaciones creadas con los diferentes materiales e ingredientes disponibles. Además, se discutió la necesidad de documentar los ingredientes prestados por el equipo de Investigación y Desarrollo para investigar diferentes materiales que puedan mejorar los atributos críticos del producto en esta etapa temprana.

Asimismo, se mencionó que los proveedores suministran muestras gratuitas de diferentes tipos de ingredientes que son dispuestas para ser analizadas y probadas por los colaboradores. En caso de obtener resultados satisfactorios, se generan órdenes de compra para inventariar estos materiales. Para mejorar la precisión del costo de las formulaciones desarrolladas a lo largo de la etapa, se agendaron reuniones con los *Food Developers* involucrados en los proyectos en estudio, quienes también manejan información intercambiada con proveedores.

Para garantizar la veracidad de los datos recolectados en los proyectos en estudio, se programaron reuniones con los líderes y responsables de los mismos, los *AI Chefs* encargados de llevar a cabo el desarrollo de los productos de los proyectos en estudio. Estas reuniones se enfocaron en confirmar los tiempos y formulaciones utilizadas, así como el manejo general del proyecto. De esta manera, se redujo significativamente la incertidumbre y se aseguró la calidad de los datos, lo que permitió realizar el estudio con mayor precisión y fidelidad a la realidad. Es importante destacar que esta acción fue fundamental para obtener resultados confiables y representativos de los procesos analizados.

### **5.1.3. Data Processing**

Durante la tercera etapa de la metodología, se centró en la consolidación, procesamiento y filtrado de la información que se obtuvo en la etapa anterior. Para ello, se decidió seleccionar proyectos que se desarrollan a lo largo de toda la cadena de procesos y subprocesos de la organización. Estos proyectos, pertenecen a la categoría *Meat* y se

señalarán como *Meat Replacement 1*, *Meat Replacement 2* y *Meat Replacement 3*. Al tratarse de proyectos que se están desarrollando en la actualidad, cuentan con una documentación y seguimiento más completo, lo que permitirá realizar análisis y conclusiones más representativas. Es importante mencionar que estos proyectos son innovaciones en las que los prototipos se crean desde cero, es decir, se parte de la idea inicial para construir todo el proceso.

Para continuar con el análisis de los proyectos seleccionados, es necesario establecer un *template* que permita representar de manera clara y efectiva los datos de cada caso y obtener los registros finales para su posterior análisis. Este *template* incluye una serie de atributos fundamentales que se describen a continuación, junto con el tipo de dato que debe ser ingresado en el *software* Disco para su correcta interpretación:

- *ID (case id)*: se refiere al código identificador único para cada proyecto seleccionado.
- *Activity (Activity)*: se trata del nombre de la actividad ejecutada en el proceso correspondiente.
- *Start Time (Timestamp)*: es la fecha y hora en que se inició la actividad.
- *End Time (Timestamp)*: representa la fecha y hora en que finalizó la actividad.
- *Department (Resource)*: indica el nombre de la unidad responsable de llevar a cabo la actividad.
- *Area (Other)*: se refiere al nombre del área a la que pertenece el departamento responsable de la actividad ejecutada.
- *HH (Other)*: indica la cantidad de horas hombres empleadas en la actividad ejecutada por los distintos involucrados en esta.
- *Costs [USD] (Other)*: es el costo monetario en dólares asociado a cada actividad ejecutada, el cual puede variar dependiendo de la naturaleza de la actividad, como por ejemplo costos de formulaciones, costos hora hombre, entre otros.

Al contar con este *template* estandarizado, se podrá obtener una visión más completa y detallada del proceso en cada caso, permitiendo un análisis más riguroso y confiable de los datos a través del estudio.

Luego, se procede a integrar, limpiar y consolidar los datos de tiempos y costos correspondientes a las actividades identificadas. Para ello, se trabaja en colaboración con los equipos de *PMO's*, *AI Chefs* y *Food Developers*, y se comparte un archivo en *Drive (Google Sheet)* que permite recopilar de manera sistemática y organizada la información asociada a los proyectos seleccionados.

Se observó que a medida que el proceso de desarrollo de productos avanza, la información está cada vez menos documentada debido a la falta de una herramienta de seguimiento de proyectos con una planilla que permita rellenar la información requerida, la ausencia de políticas de buenas prácticas asociadas a la gestión de datos, la falta de herramientas o recursos de automatización que brinden soporte en términos de tiempo, entre otros factores.

Con estos antecedentes en cuenta, se ha decidido acotar la investigación al subproceso inicial de la etapa en estudio, denominada *Kitchen Scale*. Esta decisión se debe a que, además de ser liderada por los *AI Chefs* que pertenecen a la misma área que el equipo *AI Application*, existe una mayor alineación y directrices, lo que provoca una mayor sincronización e intercambio de los requerimientos buscados por el equipo de investigación.

Para finalizar la sección de *Data Processing* y en base a toda la descripción detallada anteriormente, se presenta el modelo de proceso esperado o ideal configurado y validado por los equipos involucrados en el desarrollo de productos para el subproceso inicial de *Kitchen Scale* en la [figura 5.1](#).

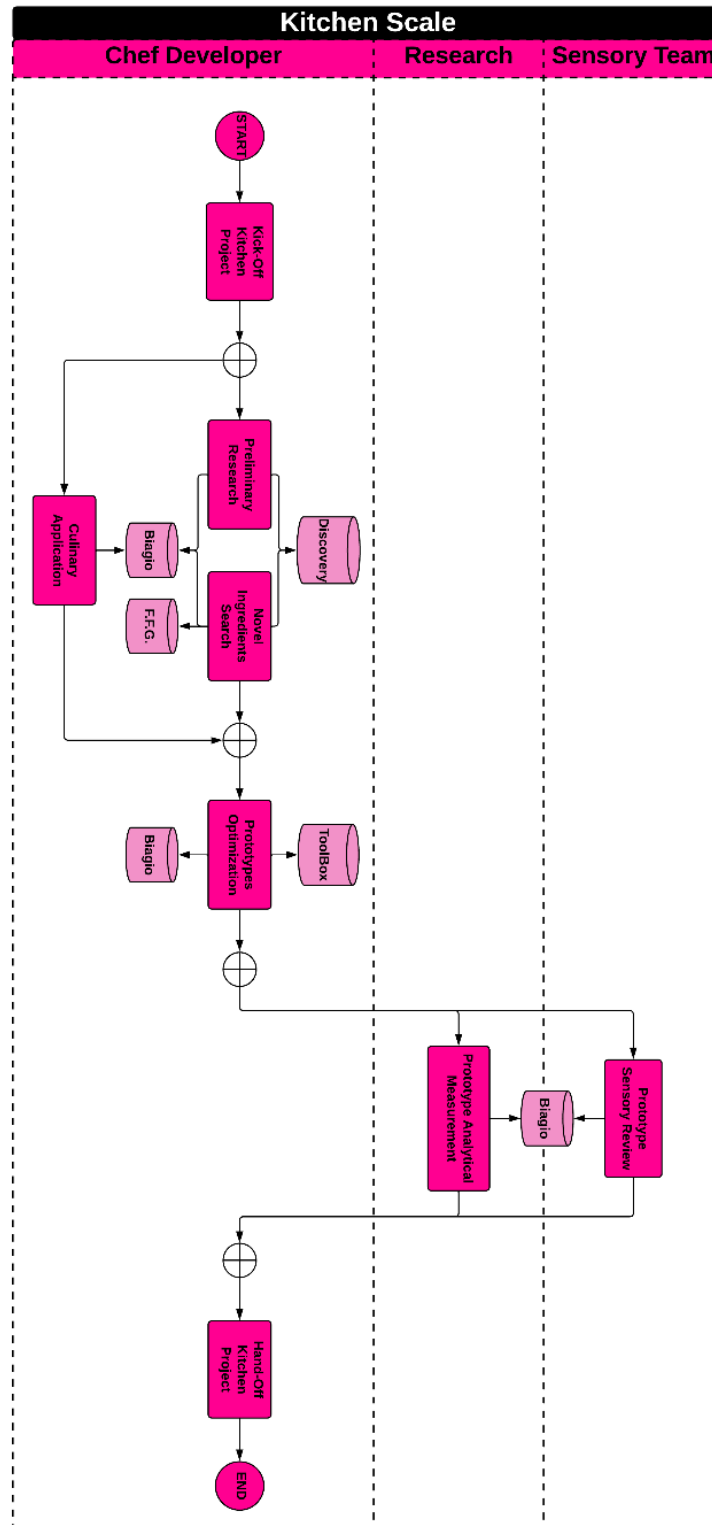


**Figura 5.1:** Diagrama de Flujo de la etapa inicial *Kitchen Scale*, modelado a través de LucidChart.  
(Fuente: Elaboración Propia)

Cabe destacar que para las actividades de *Preliminary Research*, *Novel Ingredients Search* y *Prototype Optimization*, existen rombos de decisión que permiten avanzar en el proceso, si y sólo si, un equipo formado para hacer una degustación interna determina que la formulación con sus ingredientes está apta para dar paso a una nueva actividad de mejoramiento de la composición de la fórmula. Estos no fueron mapeados en el modelo con el fin de simplificar la visualización de este.

#### **5.1.4. Mining and Analysis**

En la cuarta etapa de la metodología propuesta se establece el diseño de un plan estratégico para la implementación futura de la técnica de *process mining* en el proceso de desarrollo de productos de la organización. Se detallan los pasos a seguir cuando la madurez y evolución de la empresa estén alineados con los requerimientos de la aplicación de esta nueva metodología de optimización de procesos.

En primer lugar, para la fase de *Discovery*, se requiere un conjunto representativo de proyectos de alimentos *plant-based*, que se introducen en la herramienta seleccionada para generar diferentes modelos alternativos a partir del *event log* almacenado. Mediante diversos algoritmos disponibles, se traducen las actividades en diagramas de flujo del desarrollo de productos. Estos modelos se comparan en términos de *fitness*, es decir, su proximidad al modelo ideal descrito por los involucrados en el *core* de la organización.

En segundo lugar, la fase de *Conformance* tiene como objetivo comparar el modelo de proceso existente con los modelos descubiertos en la fase previa, utilizando el ajuste como base de comparación. Esta fase permite visualizar, localizar y medir la gravedad de las desviaciones presentes en el proceso de desarrollo de productos, considerando las excepciones derivadas de la incertidumbre y categorización de los proyectos en el *pipeline* de la empresa.

En tercer y último lugar, la fase de *Enhancement* busca optimizar el modelo de proceso levantado por las áreas influyentes en el desarrollo de producto, utilizando la información capturada en el *event log*. Mediante la *performance view*, se analizan los tiempos de las actividades y se calculan valores estadísticos asociados al proceso. Esto permite

identificar las desviaciones y cuellos de botella que afectan a la compañía en su modelo de negocio propuesto en la industria de desarrollo de alimentos.

En relación con el estudio en cuestión, se exhiben los modelos de los tres proyectos seleccionados, los cuales han sido mapeados utilizando el *software* Disco, basado en el algoritmo llamado *inductive miner*.

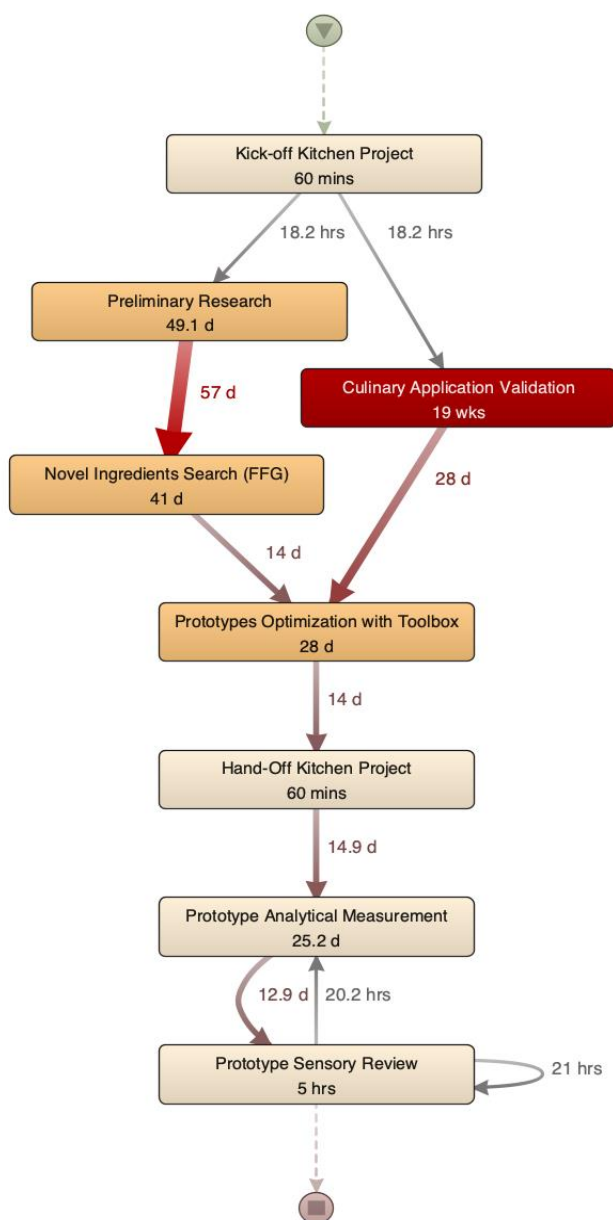


**Figura 5.2:** Diagrama de flujo modelado por Disco mediante la extracción de datos del *event log* perteneciente al proyecto *Meat Replacement 1*.  
(Fuente: Elaboración Propia)

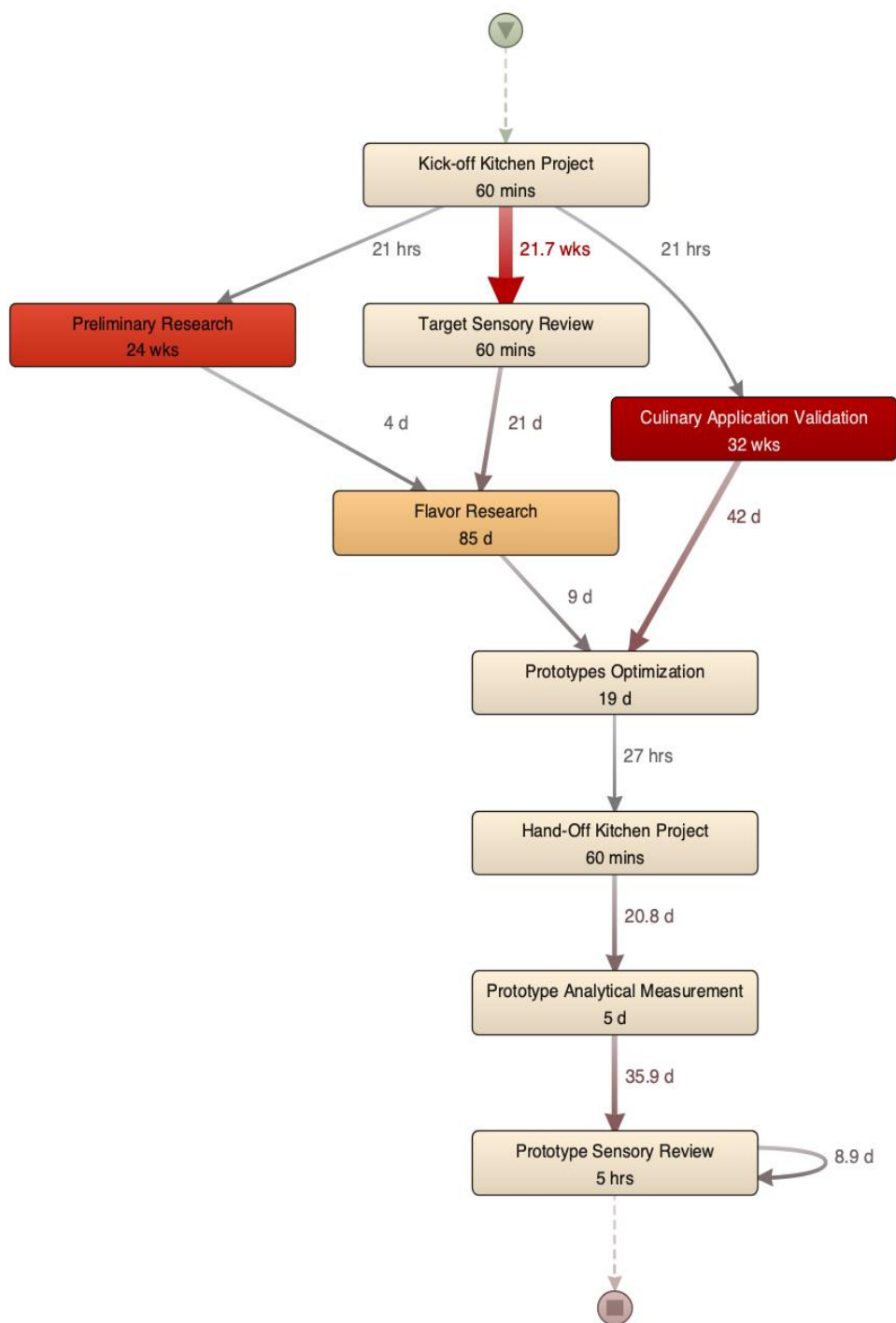


**Figura 5.3:** Diagrama de flujo modelado por Disco mediante la extracción de datos del *event log* perteneciente al proyecto *Meat Replacement 2*.  
(Fuente: Elaboración Propia)

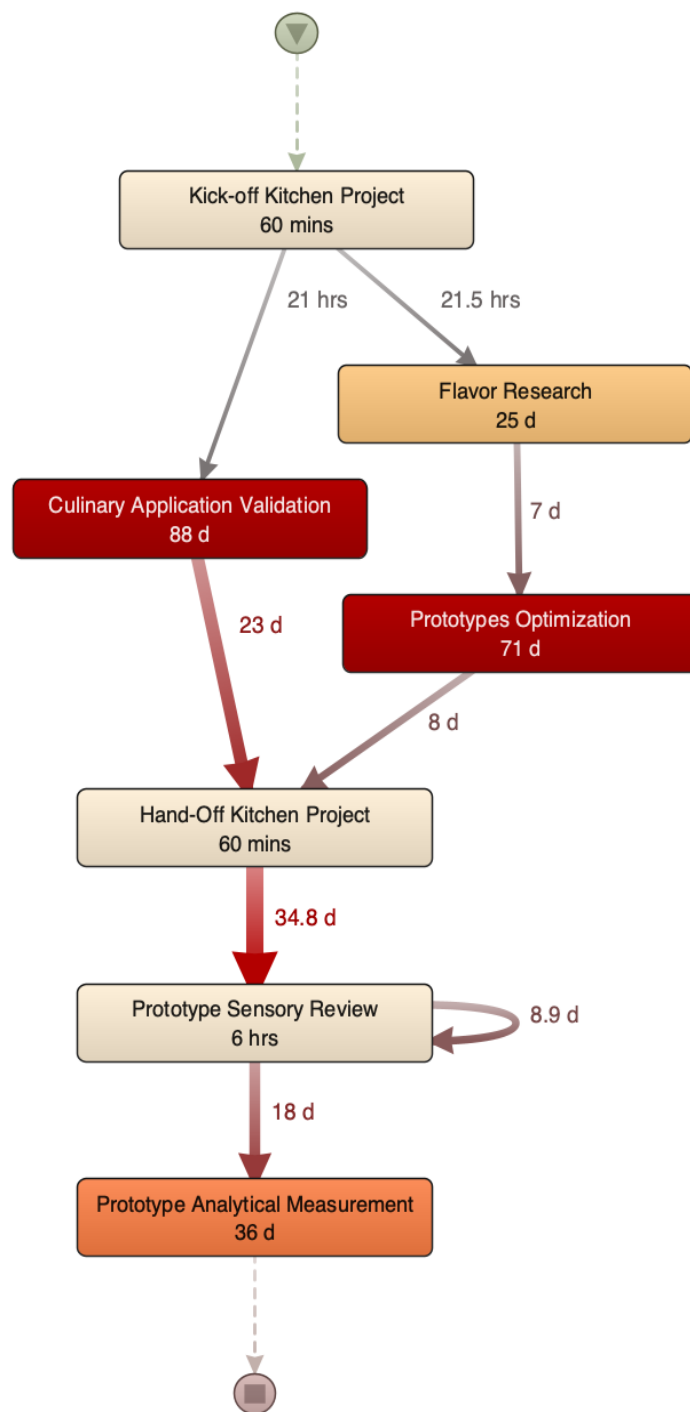


**Figura 5.4:** Diagrama de flujo modelado por Disco mediante la extracción de datos del *event log* perteneciente al proyecto *Meat Replacement 3*.  
(Fuente: Elaboración Propia)

Cabe señalar que este algoritmo actúa analizando las secuencias de actividades en el *event log*, identificando las relaciones causales entre ellas para luego generar un modelo de proceso coherente. Posteriormente, el algoritmo va enriqueciendo gradualmente el modelo inicial mientras que va encontrando patrones y repeticiones en las diferentes secuencias de actividades. Finalmente, brinda una representación del proceso con sus dependencias de manera clara, y el proceso de enriquecimiento continúa de manera iterativa hasta que el modelo mapeado sea completo y coherente con los datos extraídos del *event log*.

#### **5.1.5. Evaluation**

La quinta etapa de la metodología se enfoca en el diagnóstico actual y en encontrar posibles respuestas a las preguntas de investigación establecidas en la sección *Planning*. Para lograrlo, se procede a verificar y validar la información mediante análisis de los datos consolidados en la estrategia de diseño de *process mining* para el proceso de desarrollo de productos de la organización.

Retomando las preguntas definidas, las número 1, 2 y 5 son respondidas gracias a la primera fase del proyecto, dónde se generaron reuniones, entrevistas e instancias presenciales a nivel global que permitieron modelar y describir detalladamente las diferentes etapas que conforman el proceso de desarrollo de productos de la firma y también, las diferentes áreas y departamentos particulares que se involucran directamente en este proceso. Esta vista gráfica general y transversal permite saber cómo, cuándo y dónde actúan no sólo los equipos involucrados, sino que también la inteligencia artificial y empresas externas que conforman el complejo escenario de la industria de alimentos. Específicamente para la pregunta 5, con las reuniones ejecutadas con los líderes de los países mencionados en el documento donde la firma tiene casas matrices revelaron diferencias significativas en términos de recursos disponibles, la cantidad de colaboradores y especialidades que estos poseen, la tecnología utilizada para generar diferentes análisis a nivel microbiológico, sensoriales y nutricionales, así como las estrategias establecidas a nivel local, es decir, los objetivos gastronómicos debido a la cultura e industria, los tiempos de desarrollo instaurados debido a las limitaciones, el envío de muestras a la casa matriz central para poder generar un perfil descriptivo lo más

completo posible de los productos y fórmulas, con el fin de garantizar que el desarrollo se lleve a cabo en la dirección correcta.

Las pregunta número 3 y 4 son contestadas mediante el *event log* construido gracias a los sistemas de información que dispone la empresa para sus diferentes equipos. En base al algoritmo *inductive miner* desplegado por Disco, se modelaron los procesos correspondientes a los tres proyectos seleccionados para el estudio, en los cuales se manifiesta cuáles son las actividades y tareas que realmente siguen a través del desarrollo de cada uno, a diferencia del modelo de proceso que representa más lo que es ideal o cómo les gustaría operar a los equipos involucrados.

En primer lugar, se puede visualizar que para el proyecto *Meat Replacement 1* existe un desvío en las actividades *Prototype Analytical Measurements* y *Prototype Sensory Review*, ya que se ejecutan después de la actividad *Hand-Off Kitchen Project*, mientras que en el modelo de proceso son ejecutadas antes de esta actividad. Esto provocará un retraso para la siguiente etapa.

En segundo lugar, para el proyecto *Meat Replacement 2* se observa una anomalía debido a la aparición de la actividad *Target Sensory Review*, la cual debió ser finalizada en la etapa anterior del desarrollo de producto, porque si no, reorienta y confunde el objetivo final que se quiere obtener en el prototipado del proyecto. Aquí también se visualizó el desvío de las actividades *Prototype Analytical Measurements* y *Prototype Sensory Review*.

En tercer lugar, el proyecto *Meat Replacement 3* no posee la actividad *Preliminary Research*, debido a que la matriz del tipo de producto que se quiere replicar era previamente conocida, ya que hubo proyectos pasados que siguieron el mismo desarrollo en términos del conjunto de ingredientes y procesos de línea. Nuevamente, se observó el desvío de las tareas *Prototype Analytical Measurements* y *Prototype Sensory Review*.

Cabe destacar que el proyecto *Meat Replacement 1* para las actividades *Novel Ingredients Search (FFG)* y *Prototypes Optimization with Toolbox* se impulsó y se utilizaron los nuevos módulos de inteligencia artificial, no así en los proyectos de *Meat Replacement 2* y *Meat Replacement 3* que, debido a su antigüedad, estos aún no eran lanzados internamente para su uso. De esta manera, la tarea que representa una combinación de las dos actividades

mencionadas anteriormente, se le otorgó el nombre de *Flavor Research*, ya que estos módulos tienen como propósito la investigación y búsqueda de posibles combinaciones de ingredientes *plant-based* que permitan replicar el sabor objetivo optimizando las cantidades empleadas en la formulación del prototipo.

En relación con la pregunta número 6, se implementaron diversas acciones para mejorar la comunicación entre las unidades pertenecientes al desarrollo de producto. En primer lugar, se llevó a cabo lanzamiento oficial de la plataforma construida en *Google Sites*, que recopila la información obtenida en la etapa del proceso *core* de la compañía, información tal como diagramas de flujo, descripción detallada en documentos formales que contienen los diferentes requerimientos de las áreas involucradas. Cabe destacar que esta información es a nivel global de la compañía y contiene la restricciones que existen en cada país debido a sus alcances en términos de materiales, recursos, responsables, etc.

Otro aspecto clave es la implementación de un equipo multidisciplinario de alto rendimiento compuesto por los involucrados en el desarrollo de productos desde el inicio del proceso. Esto fomenta una comunicación abierta y colaborativa, creando un entorno propicio para que los miembros compartan sus ideas, preocupaciones y contribuyan activamente para mejorar la calidad de las decisiones y fortalecer la cohesión del equipo. Según Kaplan y Norton (2005), la creación de sinergias puede generar diversos beneficios, como la optimización de recursos, la estimulación de la innovación, la mejora de toma de decisiones y la capacidad de adaptación al cambio. Al integrar diferentes perspectivas y experiencias, las organizaciones pueden mejorar la calidad de sus productos y servicios, incrementar la eficiencia operativa y fortalecer su ventaja competitiva.

#### **5.1.6. *Process Improvement and Support***

La última etapa de la metodología tiene como objetivo identificar y proponer puntos de mejora basadas en los modelos mapeados y analizados previamente. Es importante destacar que, debido a la falta de una cartera de proyectos representativa para el uso de esta técnica, no se cuenta con un respaldo estadístico sólido y preciso que permita afirmar que la mayoría de los proyectos en la organización siguen un patrón similar o estandarizado. Esto

implica que las propuestas de mejora son más una corrección al modelo que se enfocan de un manera más específica y particular al tipo de proyecto bajo estudio.

La pregunta número 7 se vincula directamente con el concepto fundamental de *Process Improvement* abordado en esta etapa. En este sentido, las modificaciones, o más precisamente, las correcciones a los modelos generados se enfocan inicialmente en el proyecto de *Meat Replacement 2*. Esta intervención se debe a la identificación de una anomalía relacionada con la actividad *Target Sensory Review* que no se completó en la etapa previa. Tal situación resulta alarmante debido a sus implicancias en términos de holguras o márgenes innecesarios que impactan negativamente en la eficiencia del proceso. Estos efectos se manifiestan en la ineficiente asignación del tiempo, desperdiciando recursos valiosos que podrían haberse aprovechado de manera más productiva, así como en costos adicionales asociados al uso prolongado de recursos humanos, equipos y materiales. Además, esta circunstancia conlleva el estancamiento del progreso y una pérdida de competitividad para la organización, considerando el entorno industrial en constante evolución y competencia, donde destacar la capacidad de la firma para cumplir con los plazos y expectativas del mercado resulta vital.

Luego, se observan desviaciones significativas en dos actividades cruciales para el cierre de la etapa en estudio: *Prototype Sensory Review* y *Prototype Analytical Measurement*. Es fundamental cerrar estas actividades antes de proceder con la tarea denominada *Hand-Off Kitchen Project*. La falta de cierre de estas actividades tiene ramificaciones importantes, como la falta de enfoque y dirección en el proyecto, lo que puede llevar a la pérdida de urgencia y compromiso por parte de los equipos en relación con los plazos y objetivos establecidos. Esto a su vez, impacta negativamente en la productividad y la calidad del trabajo posterior. Además, genera un retraso general en todo el proceso de desarrollo de productos, lo cual es especialmente problemático dado el contexto altamente competitivo en el que las empresas operan. El retraso en el lanzamiento al mercado puede tener consecuencias graves, como la pérdida de oportunidades y la disminución de la capacidad de la empresa para satisfacer las expectativas del mercado en tiempo y forma.

La pregunta número 8 se relaciona directamente con el concepto *Support* planteado en esta etapa. Para respaldar y mejorar continuamente el proceso de desarrollo de productos,

se propone la implementación de la técnica de *BPM (Business Process Management)*. Esta técnica se alinea perfectamente con la madurez actual de la organización, especialmente por ser una startup, lo que la hace altamente beneficiosa para establecer una base sólida de procesos estructurados y estandarizados. Además, considerando la complejidad inherente al proceso central de la organización, debido a sus excepcionalidades, categorizaciones, fluctuaciones del mercado que impactan directamente en la empresa, el uso de *BPM* destaca por su capacidad para realizar un mapeo detallado y gestionar de manera efectiva procesos complejos que involucran múltiples etapas y diferentes maneras de trabajo.

## 6. Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a través del plan de diseño estratégico que busca comprender e identificar los principales problemas, desviaciones y efectos surgidos de la implementación de diferentes estrategias y herramientas en los proyectos bajo estudio. Se expondrán los principales hallazgos destacando los aspectos relevantes que impactan en el rendimientos, la eficiencia y toma de decisiones en el desarrollo de productos.

Estos resultados, respaldados por tablas y visualizaciones gráficas, abarcan tanto perspectivas cualitativos como cuantitativos. Se analizarán aspectos clave como la creación de una plataforma para consolidar la información y mejorar la comunicación, la automatización del inventario de materias primas, transferencia de conocimiento de proyectos con una matriz de ingredientes y procesos similares, las holguras de actividades no finalizadas en etapas previas, la estrategia de equipos multidisciplinarios y el uso de la inteligencia artificial desde el inicio del desarrollo del producto. A continuación, se detallan los análisis y resultados más relevantes obtenidas de estos aspectos.

### ***Giuseppe Academy Platform***

Es fundamental documentar las entrevistas, reuniones y eventos que se llevaron a cabo a lo largo del tiempo con el propósito de comprender el proceso dinámico y complejo en cuestión. Estas instancias no solo han servido como foros para la interacción y el intercambio de ideas, sino que también han proporcionado una gran cantidad de información valiosa, la cual es crucial capturar y organizar adecuadamente en una plataforma dedicada que facilite una base sólida de conocimiento a nivel organizacional.

Dentro de las principales responsabilidades del memorista durante la investigación, es la creación de una plataforma *user-friendly* con el fin diseñar y desarrollar una interfaz digital que proporcione a los usuarios una experiencia intuitiva y satisfactoria. Por lo tanto, implica la implementación de un enfoque centrado en el usuario, donde se prioriza la facilidad de uso, la navegación fluida y la comprensibilidad de todas las funciones y características de la plataforma en cuestión. El objetivo final es garantizar que los usuarios,

independientemente de sus habilidades técnicas o tecnológicas, puedan interactuar de manera efectiva con la plataforma, lograr sus objetivos y realizar las tareas sin problemas, resultando en una experiencia positiva y satisfactorias para los involucrados. Esta plataforma llamada *Giuseppe Academy*, cuenta con dos secciones principales: *Giuseppe Classroom* y *Process Playbook*.

La primera sección, *Giuseppe Classroom*, fue diseñado para proporcionar un completo entendimiento de la tecnología de inteligencia artificial y sus cuatro módulos internos, con el fin de ayudar a los equipos a aprovechar su potencial en el desarrollo de productos. El primer módulo se encarga de almacenar la información de las fórmulas y proyectos que se han desarrollado en la compañía, el segundo, busca recopilar la información de los ingredientes de los proveedores que se han testeado en la fórmulas, el tercero, utiliza el *machine learning* para optimizar los porcentajes de las formulaciones para alcanzar un objetivo específico planteado y, finalmente, el cuarto agiliza la comunicación con las *flavor houses* para aplicar saborizaciones en las formulaciones para encontrar la nota de sabor deseada en el proyecto.

Por otra parte, *Process PlayBook* almacena diagramas de flujo y documentos estandarizados, además, permite conocer la forma innovadora en que se desarrollan los productos en la organización, teniendo en cuenta las excepciones a nivel global en cada país que posee casas matrices. Estos recursos detallan la información sobre el propósito, el alcance, el *input*, los límites, la descripción detallada del proceso, el *output*, los puntos de control y los responsables de las actividades.

Estas secciones son accesibles para todos los colaboradores de la firma, incluidos los nuevos integrantes, y desempeñan un papel fundamental en el proceso de *onboarding* general. Proporcionan recursos clave para comprender tanto la plataforma de inteligencia artificial como la forma en que se desarrollan los productos, asegurando un flujo de trabajo coherente y un conocimiento compartido en toda la organización.

En la [figura 6.1](#) se presenta la interfaz principal del *website*, la cual te permite acceder a las dos grandes secciones de la plataforma.

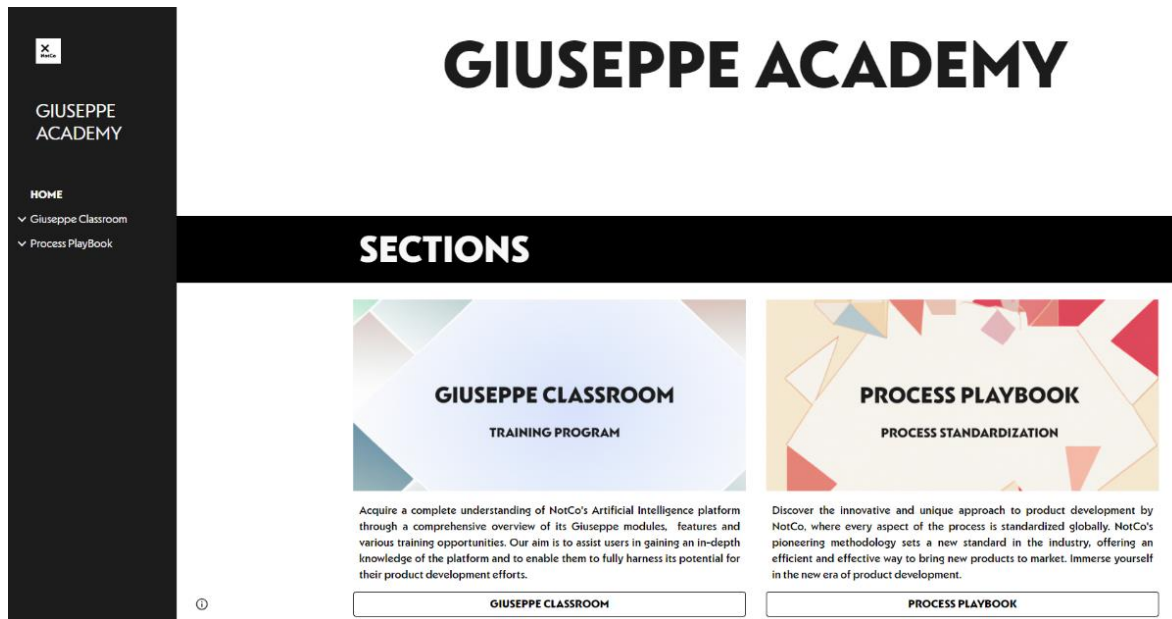


**Figura 6.1:** Interfaz principal de la plataforma interna llamada “*Giuseppe Academy*”.  
(Fuente: Elaboración Propia)

### ***Raw Materials Inventory Automation***

Se identificó un problema en la gestión del inventario de materias primas durante la etapa de prototipado de productos, específicamente en la fase de *Kitchen Scale*. Los retrasos en el avance debido a la falta de disponibilidad de ingredientes necesarios para probar y validar las formulaciones generan tiempos muertos en el progreso del proyecto. Por tanto, se propone implementar en el futuro un sistema de control de inventario que asegure el mantenimiento de niveles de stock adecuados y evite estos contratiempos. Se sugiere establecer una alerta de "stock crítico" con una cantidad mínima definida para cada ingrediente, lo que permitirá coordinar los tiempos de entrega de los proveedores y evitar retrasos en el desarrollo de los productos. Esta solución se lograría mediante la implementación de un sistema de planificación de requerimientos de materiales (*MRP*).

### ***Knowledge Transfer***

Durante el análisis de los proyectos estudiados, se observó la importancia de la transferencia de conocimientos entre proyectos con características similares. Un ejemplo

destacado se evidenció en el proyecto *Meat Replacement 3*, donde se prescindió de la actividad *Preliminary Research* gracias al traspaso de aprendizajes previos de equipos que trabajaron con ingredientes similares. Estos equipos también establecieron una matriz de alimentos comparable y compartieron líneas de producción similares en la elaboración del producto. Además, se descubrió que incluso proyectos con enfoques dirigidos a mercados locales específicos compartían matrices de ingredientes comunes, lo que facilitaba la transferencia de conocimientos entre los equipos de investigación en diferentes países.

**Tabla 6.1:** Comparación de *Knowledge Transfer* entre proyectos *Meat Replacement 1* y *Meat Replacement 3*, en términos de tiempo y costo en la etapa inicial.

| <b>Nombre Proyecto</b>           | <b><i>Meat Replacement 1</i></b> | <b><i>Meat Replacement 3</i></b> |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Duración Total [días]</b>     | 204                              | 112                              |
| <b>Duración Actividad [días]</b> | 49                               | 0                                |
| <b>Costo Actividad [USD]</b>     | \$ 3.965                         | \$ -                             |

En la [tabla 6.1](#) se muestra la diferencia entre los atributos relacionados con el tiempo y costos de los proyectos. Se destaca que el proyecto (*Meat Replacement 1*), al no haber tenido una transferencia de conocimientos previos, experimentó una mayor duración en la etapa inicial. Específicamente, la actividad *Preliminary Research* tardó 49 días en completarse, lo que representa un retraso en el proyecto del 24,02%. Por otra parte, el costo de dicha actividad ascendió a \$3.965 USD, lo que equivale al 33,62% del costo total del proyecto, impactando al rendimiento en estas dos aristas.

El cálculo que se realizó para llegar a los valores y porcentajes asociados a costos se basaron en, inicialmente, conocer la cantidad de personas involucradas en el proyecto y el cargo que poseen. Utilizando los sueldos de cada colaborador, se estableció el valor de las horas hombre de cada uno. Luego, mediante una planilla generada por los *PMO's*, conocer cuántas horas hombre emplearon cada uno de ellos en el proyecto bajo estudio. Finalmente, se calculó el costo total de las formulaciones ejecutadas en cada periodo de esta etapa del proyecto, considerando el costo y porcentaje de cada ingrediente que componen las fórmulas. A continuación, se puede visualizar la fórmula matemática que permite calcular el costo total del proyecto en base a estas variables de costo.

$$CT = \sum_k^n CHH_k * HH_k + \sum_t^m CF_t * N_t$$

Donde,  $CT$  corresponde al costo total del proyecto,  $CHH_k$  el costo de la hora hombre del colaborador  $k$ ,  $HH_k$  la cantidad de horas hombre empleadas por el colaborador  $k$  en esta etapa del proyecto,  $CF_t$  el costo de la fórmula en el periodo  $t$  en esta etapa del proyecto,  $N_t$  el número de formulaciones ejecutadas en el periodo  $t$  en esta etapa del proyecto. Además,  $n$  y  $m$  representan el número total de colaboradores y periodos respectivamente en el proyecto. Cabe mencionar que esta etapa del proyecto, denominada *Kitchen Scale*, se compone de diferentes periodos ( $t$ ). A medida que se avanza en estos periodos, las formulaciones se vuelven menos costosas, debido a los ajustes en los precios para lograr una mayor escalabilidad a nivel masivo. El cálculo de los costos asociados a las actividades se aplicó tomando la fecha de inicio y final de la actividad ligando el costo correspondiente a ese periodo. Para determinar los porcentajes relativos al costo de las actividades y al costo total, se aplicó la regla de tres.

Es importante destacar que en el módulo de inteligencia artificial denominado *Toolbox*, el cual se enfoca en la optimización de atributos mediante el uso de un modelo matemático y *machine learning*, la transferencia de conocimiento desempeña un papel fundamental. Esta transferencia permite construir y ejecutar el modelo de manera más eficiente y precisa, reduciendo el número de iteraciones necesarias, gracias al entendimiento previo de los usuarios.

### ***Time Margins***

También se detectó la presencia de holguras o márgenes de tiempo, que representan actividades que no se completan dentro de los plazos establecidos, agregando tiempos innecesarios a la cantidad total que se estima de un proceso y se deben incluir para tener en cuenta retrasos o desviaciones que afectan la planificación y eficiencia global del proyecto. En el caso del proyecto *Meat Replacement 2*, la actividad *Target Sensory Review*, donde se define el objetivo interno o de mercado al cual apunta el proyecto en términos sensoriales, nutricionales y de textura, se observó su presencia en la etapa bajo estudio, cuando este hito debió ser definido y finalizado en la etapa previa. Esto ocurrió debido a que se discontinuó

el producto en el mercado y, al escoger el nuevo *target*, este comprometió cambios tanto en la matriz como la saborización, provocando una transformación en la dirección y rumbo del proyecto, impactando directamente al progreso de los avances realizados hasta ese punto del proceso.

Luego, en la [tabla 6.2](#) se presentan los resultados que muestran el impacto negativo en el proceso de desarrollo de productos debido a la holgura de la actividad *Target Sensory Review*, tanto en términos de tiempo como de costos.

**Tabla 6.2:** Comparación de *Time Margins* entre proyectos *Meat Replacement 1* y *Meat Replacement 2*, en términos de tiempo y costo en la etapa inicial.

| Nombre Proyecto                     | <i>Meat Replacement 1</i> | <i>Meat Replacement 2</i> |
|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Duración Total [días]</b>        | 204                       | 287                       |
| <b>Retraso por Actividad [días]</b> | 0                         | 21                        |
| <b>Costo de Retraso [USD]</b>       | \$ -                      | \$ 536                    |

Se observa un retraso de 21 días en la etapa inicial, lo que resulta retraso del proyecto de 7,32%. También, este retraso generó un costo adicional de \$536 USD, equivalente al 5,73% del costo total del proyecto. Estos valores numéricos demuestran claramente el impacto negativo de la holgura en la eficiencia y el costo global.

### ***Multidisciplinary Team***

Otro aspecto de gran relevancia en el estudio es la implementación de la estrategia de un equipo multidisciplinario desde el inicio del proceso de desarrollo. En proyectos disruptivos e innovadores, donde el producto está intrínsecamente ligado al proceso y a la investigación, resulta vital generar una sinergia entre las distintas áreas involucradas en este proceso. Siendo la calidad, agilidad y expansión global puntos importantes en los objetivos estratégicos de la firma, la diversidad de conocimientos y experiencias son claves para conseguirlos. La creación de sinergias entre diferentes funciones y equipos fomentarán la innovación y mejora continua de los productos, permitiendo una perspectiva completa y una gama de ideas más amplia para el prototipado y optimización del producto en desarrollo. El equipo de *AI Chefs* aportan conocimiento culinario en sabor y experiencia del consumidor, el equipo de *Food Scientists* contribuyen a la comprensión de los ingredientes y procesos de

transformación, el equipo de *Food Developers* aplican técnicas para hacer más eficiente el desarrollo y la escalabilidad en términos de costos y *performance* de las fórmulas en líneas de producción.

A continuación, se presenta la [tabla 6.3](#) junto a sus resultados numéricos que exponen la comparación entre un proyecto con (*Meat Replacement 1*) y sin (*Meat Replacement 2*) un equipo multidisciplinario desde el inicio del desarrollo de producto.

**Tabla 6.3:** Comparación de *Multidisciplinary Team* entre proyectos *Meat Replacement 1* y *Meat Replacement 2*, en términos de tiempo y costo en la etapa inicial.

| Nombre Proyecto                        | <i>Meat Replacement 1</i> | <i>Meat Replacement 2</i> |
|----------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Duración Total Actividad [días]</b> | 49                        | 168                       |
| <b>Retraso de la Actividad [días]</b>  | 0                         | 119                       |
| <b>Costo Total Proyecto [USD]</b>      | \$ 11.794                 | \$ 9.356                  |

En el caso del proyecto *Meat Replacement 1* se notó una mejora del 29,1% de la duración de la actividad al integrar un equipo multidisciplinario, lo cual se reflejó en la reducción de 119 días en el tiempo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que contar con un equipo compuesto por más personas de diferentes áreas implica un incremento en los costos, tanto en términos de horas hombre como de las fórmulas empleadas en el proyecto, con un valor correspondiente a \$2.438 USD.

Para calcular los valores y porcentajes relacionados con los tiempos del proyecto, se utilizó el *software* Disco, que proporciona una visualización detallada denominada *performance*. Esta herramienta muestra los tiempos de cada actividad y los periodos de espera entre ellas, facilitando así un análisis preciso y la obtención de resultados cuantitativos. Con estos valores en mano, se aplicó una regla de tres para determinar los porcentajes correspondientes a cada actividad y al tiempo total empleado en el proyecto. Esto se realizó tanto para el proyecto con (*Meat Replacement 1*) y sin (*Meat Replacement 2*) la implementación de la estrategia de un equipo multidisciplinario para acelerar y abarcar todos los puntos de vista científicos en la investigación inicial del proyecto. Esta comparación no solo destacó la importancia del enfoque multidisciplinario en la investigación inicial, sino que también arrojó luz sobre la optimización general de los tiempos de proyecto.

En este punto, es fundamental analizar y evaluar los alineamientos estratégicos de la compañía para determinar qué aspecto resulta más beneficioso: la generación de un producto en menor tiempo y con mayor calidad, o la toma de decisiones basadas en los costos asociados a un equipo de alto desempeño.

### ***Artificial Intelligence***

Para el último y uno de los más importantes aspectos que se evaluaron dentro del estudio, se encuentra la inteligencia artificial, que es una de las ventajas competitivas que presenta la compañía dentro de la industria de alimentos. En el proyecto *Meat Replacement 1*, desde el inicio del desarrollo, se utilizó la tecnología de inteligencia artificial, mediante dos módulos: *Flavor Formula Generator (FFG)* y *Toolbox*. El primero se encarga de encontrar ingredientes novedosos que aporten notas de sabor específicas buscadas en el proyecto, como por ejemplo pescado, vacuno, cerdo, entre otros. A partir de la entrega de 2 *targets* del producto animal a imitar y 3 *targets* adicionales de animales de los cuales se alimenta el objetivo principal, se descubrieron 3 ingredientes que proporcionan las notas de sabor deseadas. En cuanto al segundo módulo, se utilizó para optimizar las proporciones del caldo de saborización aplicado a la base del producto, permitiendo una mejora en la entrega de las notas de sabor investigadas. Finalmente, se descubrió que los experimentos que contenían una mayor proporción de 1 de los 3 ingredientes descubiertos entregaron una mejor *performance* en el sabor objetivo.

Cabe destacar que en el proyecto *Meat Replacement 2* no se pudo utilizar *Flavor Formula Generator* debido a su antigüedad, es decir, la herramienta no existía en ese momento, y además no se encontraron ingredientes novedosos a través del desarrollo. Por otra parte, en este mismo proyecto la aplicación de *Toolbox* falló, debido a que el objetivo en el modelo matemático fue mal planteado, generando respuestas indeseadas.

La combinación de la aplicación de estos dos módulos de inteligencia artificial en las actividades *Novel Ingredients Search (FFG)* y *Prototypes Optimization with Toolbox* tiene como macroobjetivo la investigación de saborización en el proyecto *Meat Replacement 1*.

De manera similar, la actividad *Flavor Research* en el proyecto *Meat Replacement 2* persigue la misma finalidad.

**Tabla 6.4:** Comparación del uso de *Artificial Intelligence* entre proyectos *Meat Replacement 1* y *Meat Replacement 2*, en términos de tiempo y costo en la etapa inicial.

| Nombre Proyecto                        | <i>Meat Replacement 1</i> | <i>Meat Replacement 2</i> |
|----------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Duración Total Actividad [días]</b> | 69                        | 85                        |
| <b>Aceleración por AI [días]</b>       | 16                        | 0                         |
| <b>Costo de no usar AI [USD]</b>       | \$ -                      | \$ 428                    |

En la [tabla 6.4](#) se presentan los datos comparativos entre los proyectos *Meat Replacement 1* y *Meat Replacement 2* en relación con la duración y costos del macroobjetivo de investigación de saborización. En el caso del proyecto *Meat Replacement 2*, la actividad *Flavor Research* tuvo una duración de 85 días. En contraste, para el proyecto *Meat Replacement 1*, la combinación de las tareas *Novel Ingredients Search (FFG)* y *Prototypes Optimization with Toolbox* se completaron en 69 días, lo que representa una reducción de 16 días en el tiempo, equivalente a un 18,82% de mejora en la eficiencia temporal. Además, al analizar los costos asociados, se observa que el proyecto *Meat Replacement 2* registró un costo de \$428 USD al no utilizar los módulos en el desarrollo del producto. Este valor representa un aumento del 4,57% en los costos totales de la tarea en comparación con el proyecto *Meat Replacement 1*.

A modo de resumen, cada una de las estrategias y herramientas que se utilizaron a lo largo de los proyectos bajo estudio provocaron un impacto en el progreso de estos, generando diversas comparaciones tanto cualitativas como cuantitativas. En primer lugar, se resalta la relevancia de la transferencia de conocimientos entre proyectos similares. En el proyecto *Meat Replacement 3*, donde se eliminó la actividad *Preliminary Research* debido a la transferencia de aprendizajes de equipos previos que trabajaron con ingredientes similares y establecieron una matriz de alimentos comparable. Incluso, proyectos con enfoques locales compartieron matrices de ingredientes, facilitando la transferencia de conocimientos entre equipos de diferentes países. Esto generó que el proyecto *Meat Replacement 3* experimentara una aceleración de 49 días, correspondiente al 24,02% del tiempo total del proyecto y una disminución del 33,62% del costo total del proyecto, es decir, \$3.965 USD. En segundo lugar,

se destaca la detección de holguras o márgenes de tiempo en actividades que no cumplen los plazos establecidos, afectando la eficiencia y planificación del proyecto. En el proyecto *Meat Replacement 2*, la actividad *Target Sensory Review* experimentó un retraso de 21 días, 7,32% del tiempo total del proyecto, debido a cambios en la dirección del proyecto, con un costo adicional de \$536 USD, correspondiente al 5,73% del costo total del proyecto, evidenciando el impacto negativo de las holguras en la eficiencia y los costos globales. Como tercer punto, la importancia de la implementación de un equipo multidisciplinario desde el inicio del proceso de desarrollo para proyectos disruptivos e innovadores. La sinergia entre diversas áreas es fundamental para lograr calidad, agilidad y cobertura de todos los niveles técnicos de desarrollo de producto. En el proyecto *Meat Replacement 1*, la integración de un equipo multidisciplinario mejoró la duración de la etapa en un 28,9%, equivalente a una reducción de 83 días, aunque este enfoque conlleva un incremento en costos, incluyendo horas hombre y fórmulas, con un valor de \$2.438 USD. Finalmente, la inteligencia artificial como propuesta de valor en el estudio, con enfoque en el proyecto *Meat Replacement 1*. Se emplearon dos módulos, el *Flavor Formula Generator (FFG)* para identificar ingredientes novedosos y *Toolbox* para, en este caso, optimizar la saborización. Estos módulos mejoraron la entrega de notas de sabor deseadas. La combinación de los módulos redujo la duración de tareas relacionadas con saborización en un 18,82%, respectivo a 16 días, y también, disminuyó el 4,57% en costos, correspondiente a \$428 USD, lo que resalta la eficiencia aportada por la inteligencia artificial en la industria de alimentos *plant-based*.

## 7. Conclusiones

En el presente trabajo se propuso diseñar un plan estratégico para la futura implementación de un sistema de gestión de procesos mediante la técnica *process mining*, con el objetivo de identificar, analizar y monitorear las principales problemáticas asociadas al proceso de desarrollo de productos en la *startup* The NotCompany. Además, se planteó validar la idoneidad de esta técnica en función de la disponibilidad de los datos y madurez actual de la empresa, con el fin de mejorar su proceso central. A través del uso del *software* Disco y la metodología *PM*<sup>2</sup>, se han obtenido conclusiones y resultados tanto cualitativos como cuantitativos, que permiten responder y alinear a los objetivos planteados en este documento, desde el objetivo general a los objetivos específicos.

En primer lugar, se logró establecer de manera detallada las etapas que componen la metodología planteada para concretar la investigación y extracción de la información más relevante del proceso bajo estudio. Estas se componen por *Planing, Extraction, Data Processing, Mining and Analysis, Evaluation* y *Process Improvement and Support*, las cuales se describen en el [capítulo 5](#) del documento.

En segundo lugar, con las diversas entrevistas, reuniones y eventos que permitieron un exhaustivo levantamiento de información con las áreas y equipos involucrados en el proceso bajo investigación, se diseñaron y construyeron en conjunto los modelos de proceso que representan la manera ideal o el cómo se debería ejecutar el proceso de desarrollo de productos para que este cumpla con todos los requisitos estratégicos de la empresa. No obstante, cuando se profundizó en la búsqueda de información asociada a las actividades y tareas que se llevan a cabo a través del proceso, como tiempos y costos, se pudo identificar una falta de documentación e información, lo que resultó en una baja cantidad y calidad en la información recolectada. Esta situación es crítica para el éxito de la técnica de *process mining* y su impacto en la toma de decisiones futuras en la organización. Por lo tanto, se recomienda que se implementen medidas para mejorar la calidad y la confiabilidad de los datos, como la estandarización, implementación de políticas de buenas prácticas y la documentación detallada de los procesos y actividades relacionadas.

A continuación, se presentan las conclusiones derivadas de esta investigación y sus resultados, las cuales brindan perspectivas para la optimización y crecimiento de la empresa, para luego dar paso a las *key takeaways*.

### ***Organizational Information System Migration***

La extracción y análisis de los datos asociados al proceso de desarrollo de productos reveló una situación preocupante en relación con la calidad y disponibilidad de la información. Se observó que las bases de datos de la organización poseen un bajo volumen e incluso faltantes debido al rápido crecimiento experimentado por la empresa en un corto período de tiempo. Esta falta de documentación adecuada se debe a la baja prioridad otorgada a este aspecto durante el acelerado aumento de proyectos y la sobrecarga de información. En consecuencia, se identificó la necesidad urgente de migrar a un sistema de información que permita el seguimiento adecuado de los proyectos, proporcionando una visión clara y precisa de los procesos internos. Además, se recomienda establecer un marco de *data governance* que incluya políticas y procesos para garantizar que los datos sean gestionados de manera responsable. Esto implica definir roles y responsabilidades claras para los usuarios encargados de almacenar y compartir los datos, así como asegurar que sean precisos, completos y actualizados. En un mundo globalizado, donde los datos son considerados primordiales, es fundamental para la organización establecer una base sólida de gestión de datos que respalde su crecimiento y éxito continuo.

### ***Workflow Analysis***

Basándose en los resultados alcanzados en la sección anterior y el análisis realizado en los proyectos seleccionados, donde se aplicaron diferentes herramientas y estrategias, se puede observar y concluir que la transferencia de conocimientos, los equipos multidisciplinarios y la inteligencia artificial tienen un impacto positivo en la agilidad y el rendimiento del desarrollo de productos en proyectos que presentan estas características. Por otro lado, se identificó que las holguras retrasan la eficiencia global de los proyectos debido a su cambio en los requisitos técnicos desde la idea inicial. A pesar de ello, es importante

tener en cuenta que estos hallazgos se basan en una muestra reducida de proyectos y no se pueden generalizar completamente. Estos resultados preliminares proporcionan una base para futuros estudios y análisis periódicos que permitan obtener resultados más representativos y completos.

### ***Business Model***

Resulta relevante destacar el *business model* propuesto por NotCo, una empresa *FoodTech* que busca revolucionar la forma en que los alimentos se desarrollan y consumen mediante la implementación de la inteligencia artificial y ciencia de datos. En el transcurso de esta investigación, se ha evaluado en detalle la idoneidad de la técnica de *process mining* en el proceso de desarrollo de productos. Tras un análisis minucioso, se concluye que, debido a las particularidades del *business model*, actualmente esta herramienta no se configura como la opción ideal para el análisis y gestión del proceso *core* de la organización. A continuación, se presentan los argumentos que respaldan esta conclusión.

1. Duración del proceso: El desarrollo de productos *plant-based* que imitan características específicas de productos cárnicos puede ser un proceso largo y complejo. Las múltiples iteraciones, pruebas y ajustes para obtener resultados exitosos generan pocos eventos significativos en un periodo de tiempo determinado. Esto dificulta el análisis y la obtención de información valiosa utilizando la técnica de *process mining*, que requiere de un alto volumen de eventos.
2. Excepcionalidad y singularidades de los proyectos: Cada proyecto en el contexto de desarrollo de productos puede ser único y presentar desafíos específicos. Los objetivos y enfoques pueden variar ampliamente, lo que resulta en una gran variabilidad entre los proyectos. Esto dificulta la estandarización y generalización de los hallazgos obtenidos a través de *process mining*, ya que no se encuentran patrones consistentes o repetitivos en los proyectos, limitando la utilidad de la técnica para obtener resultados representativos.
3. Priorización de proyectos: En el desarrollo de productos, es común que los proyectos se prioricen según diferentes criterios, como la demanda del mercado, los recursos disponibles o los objetivos estratégicos de la empresa. Esto puede conducir a una distribución desigual

de los esfuerzos y recursos, con algunos proyectos recibiendo más atención y recursos que otros. Esto puede afectar la cantidad y calidad de los hitos registrados en cada proyecto, generando un impacto en la representatividad de los resultados obtenidos mediante la técnica de *process mining*.

### **Key Takeaways**

Para cerrar este documento, se presentan los puntos clave para tener en cuenta al aplicar una técnica moderna como *process mining*, así como los pasos a seguir para alcanzar su éxito en la organización. En la etapa actual de madurez y disponibilidad de los datos, es importante destacar que la representatividad y el potencial completo de la técnica de *process mining* aún no se ha alcanzado en el análisis y gestión del proceso *core*. Sin embargo, es crucial considerar que no todas las empresas o procesos internos de NotCo funcionan de la misma manera. Esta técnica actúa de forma transversal en todas las áreas de la empresa, lo que implica que los procesos de negocio como cuentas por cobrar, oportunidades de venta, servicio al cliente, abastecimiento de inventario, entre otros, se caracterizan por ser altamente estandarizados, tener una duración reducida y generar una gran cantidad de *outputs*. Al emplear *process mining* en estos procesos, se logra obtener una visibilidad completa en tiempo real basado en los datos, identificar ineficiencias en los patrones de trabajo, establecer prioridades según el impacto y mejorar la productividad de la fuerza laboral de manera más precisa y medible.

En cuanto a los tipos de proyectos en los cuales esta metodología podría generar un mayor impacto y que tenga un mayor ajuste en base a los objetivos que se plantean en esta técnica, son los proyectos de *line extension* y *business improvement*, pero ¿Por qué? Esto, ya que, estos tipos de proyectos son modificaciones o mejoras parciales del productos bajo desarrollo, por ejemplo, un proyecto de *line extension* en la categoría de mayonesa podría ser el lanzamiento de un nuevo sabor Merquén, dónde la matriz alimenticia no se modifica en términos de su textura y composición, sino que se le agrega un ingrediente que permite entregarle ese sabor más picante para el consumidor objetivo. Por otro lado, para un proyecto del tipo *business improvement*, donde, por ejemplo, se busca reducir los costos de producción de la hamburguesa modificando un ingrediente que compone a la formulación, pero que la

calidad del producto se mantenga. Por lo tanto, cuando se tienen proyectos con metas específicas dentro de la formulación, el proceso de desarrollo de producto es mucho más acotado, estandarizado y con baja desigualdad en la distribución de los recursos, permitiendo aplicar la técnica *process mining* con una alta representatividad y precisión para el análisis respectivo. En cambio, en proyectos del tipo disruptivos e innovación, existen muchas externalidades y excepciones a lo largo del progreso, provocando un bajo impacto de la técnica, ya que los proyectos poseen largas duraciones de tiempo, baja estandarización en las tareas y actividades, y dependiendo de la urgencia en la categoría, las priorizaciones cambian y generan una desigualdad en la distribución de recursos.

Para aprovechar estos beneficios y obtener una visión objetiva respaldada por datos sobre cómo funcionan realmente los procesos de negocio, el siguiente paso es migrar a un sistema de información transversal que permita el seguimiento y recolección de los datos necesarios para alimentar los *softwares* de mapeo de procesos bajo estudio. Para garantizar la calidad y el uso responsable de los datos en este sistema de seguimiento, es fundamental establecer una *data governance* que defina políticas y procesos claros para los usuarios encargados de compartir la información. Esto asegurará que los datos sean precisos, completos y actualizados, lo que análisis sólido basado en *process mining* y permitirá describir con precisión lo que sucede en el proceso de desarrollo de productos.

Mientras la empresa realiza la migración hacia un sistema de información transversal consolidado y espera contar con datos históricos confiables en el futuro para ejecutar con éxito la técnica *process mining* que tiene un enfoque retrospectivo, se recomienda seguir utilizando la utilizando técnica *BPM*. Esta técnica, permite analizar y estandarizar los procesos dinámicos actuales, lo que resulta beneficioso incluso en ausencia de datos históricos confiables. Además, modelar y diseñar los procesos internos utilizando notaciones gráficas como *BPMN* permite capturar la complejidad de las excepciones presentes en los flujos de trabajo y las interacciones entre las diferentes áreas involucradas. De esta manera, se identificarán áreas de mejora y se preparará a la empresa para una transición exitosa hacia un sistema de gestión completo.

Al explorar enfoques más adaptados al contexto actual de la organización y seguir los pasos recomendados, en el futuro se podrá optimizar la gestión de eventos mediante la técnica

*process mining*, aprovechar la singularidad de cada proyecto y asignar recursos de manera equitativa. Esto impulsará la obtención de resultados más representativos y relevantes para el crecimiento de NotCo en la industria de alimentos. Porque como bien se sabe, en un mundo dinámico y globalizado, *Data is the new Oil*.

## Referencias Bibliográficas

- [1]. Antony, J., Kumar, M., y Madu, C. (2005). Six sigma in small- and medium-sized UK manufacturing enterprises: Some empirical observations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(8), 860-874. <https://doi.org/10.1108/02656710510617265>
- [2]. Arias, M., y Rojas, E. (2014). Deciphering event logs in SharePoint Server: A methodology for extending process mining. In *Computing Conference (CLEI), 2014 XL Latin American* (pp. 1-12). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CLEI.2014.6965174>
- [3]. Banco Central de Chile. (s. f.). PIB Regional. Consultado el 30 de marzo de 2023. <https://www.bcentral.cl/web/banco-central/areas/estadisticas/pib-regional>
- [4]. Celonis. (s. f.). What is Process Mining. Consultado el 29 de marzo de 2023. <https://www.celonis.com/process-mining/what-is-process-mining/>
- [5]. Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., y Wirth, R. (2000). CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide. <https://www.semanticscholar.org/paper/54bad20bbc7938991bf34f86dde0babfbd2d5a72>
- [6]. Chinosi, M., y Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 124-134. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2011.06.005>
- [7]. Contractor, F., Yong, Y., & Gaur, A. S. (2016). Firm-specific intangible assets and subsidiary profitability: The moderating role of distance, ownership strategy and subsidiary experience. *Journal of World Business*, 51(6), 950-964.
- [8]. Coppola, M. (19 de septiembre de 2022). ¿Qué es la minería de datos? Conceptos, técnicas y ejemplos. HubSpot. <https://blog.hubspot.es/marketing/mineria-datos>
- [9]. Donoho, D. (2017). 50 years of data science. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 26(4), 745-766. <https://doi.org/10.1080/10618600.2017.1384734>

- [10]. Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., y Reijers, H. (2018). Introduction to Business Process Management. In: Fundamentals of Business Process Management. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4_1)
- [11]. Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., y Smyth, P. (1996). From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. *AI Magazine*, 17(3), 37. <https://doi.org/10.1609/aimag.v17i3.1230>
- [12]. Fiscalía Nacional Económica. (2021). Guía para el análisis de operaciones de concentración horizontales. <https://www.fne.gob.cl/wp-content/uploads/2021/05/Guia-para-el-Analisis-de-Operaciones-de-Concentracion-Horizontales-mayo-VF.pdf>
- [13]. Fluxicon. (s.f.). Discover your processes. Consultado el 29 de marzo de 2023. <https://fluxicon.com/disco/>
- [14]. Greenpeace Chile. (s. f.). Quiénes Somos. Consultado el 30 de marzo de 2023. <https://www.greenpeace.org/chile/sobre-nosotros/>
- [15]. Gunasekaran, A., y McGaughey, R. (2003). TQM in supply chain management. *The TQM Magazine*, 15(6), 361-363. <https://doi.org/10.1108/09544780310502688>
- [16]. Hand, D., Mannila, H., y Smyth, P. (2001). Principles of Data Mining. The MIT Press.
- [17]. Kaplan, R., & Norton, D. (2005). Alignment: Cómo alinear la Organización a la Estrategia a través del Balanced Scorecard. España: Ediciones Gestión 2000, Harvard Business School Press.
- [18]. Lucidchart. (s. f.). BPMN Tutorial: Quick-Start Guide to Business Process Model and Notation. Consultado el 28 de marzo de 2023. <https://www.lucidchart.com/pages/bpmn-bpmn-2.0-tutorial>
- [19]. Lucidchart. (s.f.). 8 total quality management principles. Lucidchart. Consultado el 27 de marzo de 2023. <https://www.lucidchart.com/blog/8-total-quality-management-principles>
- [20]. Lucidchart. (s.f.). Herramienta de diagramación en línea: Crear y colaborar en diagramas en línea. Consultado el 1 de mayo de 2023. <https://bit.ly/3LIaQca>
- [21]. M. Hilbert y P. Lopez. (2011). The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. *Science*, 332(6025), 60–65. <https://doi.org/10.1126/science.1200970>

- [22]. MarketsandMarkets. (s.f.). Meat Substitutes Market by Source (Soy, Wheat, Pea, Mycoprotein), Type (Tofu & Tofu Ingredients, Tempeh, TVP, Seitan, Quorn), Product (Burgers, Sausages, Strips & Nuggets, Meatballs), Distribution Channel, and Region - Global Forecast to 2027. Consultado el 30 de marzo de 2023.  
<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/meat-substitutes-market-979.html>
- [23]. Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile (2019). Boletín Económico Social Trimestral. Consultado el 5 de agosto de 2023.  
[https://www.chile.gob.cl/ocde/site/docs/20211116/20211116163546/2019\\_t4\\_oct\\_nov\\_best\\_ocde.pdf](https://www.chile.gob.cl/ocde/site/docs/20211116/20211116163546/2019_t4_oct_nov_best_ocde.pdf)
- [24]. Ministerio del Medio Ambiente. (s. f.). Encuestas Nacionales del Medio Ambiente. Consultado el 30 de marzo de 2023. <https://mma.gob.cl/encuestas-nacionales-del-medio-ambiente/>
- [25]. Ministerio del Medio Ambiente. (s.f.). Biblioteca Digital del Gobierno de Chile. Consultado el 30 de marzo de 2023.  
<https://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/144>
- [26]. Moore, G. (1965). Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics*, 38(8), 114-117.
- [27]. Object Management Group Inc. (s. f.). Business Process Model and Notation (BPMN). Consultado el 28 de marzo de 2023. <https://www.bpmn.org/>
- [28]. Organización de las Naciones Unidas. (s. f.). Cambio climático: Objetivos de Desarrollo Sostenible. Consultado el 29 de marzo de 2023.  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- [29]. Pimentel, D., y Pimentel, M. (2003). Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3), 660-663. <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.660S>
- [30]. Porter, M. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard Business Review*, 86(1), 78.
- [31]. Prakash, B., Singh, P., Kumar, A., y Gupta, V. (2020). Prospects of omics technologies and bioinformatics approaches in food science en B. Prakash (Ed.), *Functional and Preservative Properties of Phytochemicals* (pp. 317-340). Elsevier.

- [32]. Pratt, M. (s.f.). Business Process Improvement (BPI). TechTarget. Consultado el 27 de marzo de 2023. <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/business-process-improvement-BPI>
- [33]. Press, G. (28 de mayo de 2013). A very short history of Data Science. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2013/05/28/a-very-short-history-of-data-science/?sh=12faa06955cf>
- [34]. ProcessMinig. (s.f.). ProM. Consultado el 29 de marzo de 2023. <https://processmining.org/old-version/prom.html>
- [35]. Projects Bloomberg Intelligence. (11 de agosto de 2011). Plant-Based Foods Market to Hit \$162 Billion in Next Decade. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/company/press/plant-based-foods-market-to-hit-162-billion-in-next-decade-projects-bloomberg-intelligence/>
- [36]. Provost, F., y Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. *Big Data*, 1(1), 51–59. <https://doi.org/10.1089/big.2013.1508>
- [37]. Rozinat, A., y van der Aalst, W. (2008). Conformance checking of processes extension monitoring real behavior. *Information Systems*, 33(1), 64-95. <https://doi.org/10.1016/j.is.2007.06.002>
- [38]. SAS Institute Inc. (s.f.). Introduction to SEMMA. Consultado el 27 de marzo de 2023. <https://documentation.sas.com/doc/en/emref/14.3/n061bzurmej4j3n1jnj8bbjjm1a2.htm>
- [39]. Scarborough, P., Appleby, P., Mizdrak, A., Briggs, A., Travis, R., Bradbury, K., y Key, T. (2014). Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK. *Climatic Change*, 125(2), 179-192. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1169-1>
- [40]. Spender, J. C., Corvello, V., Grimaldi, M., & Rippa, P. (2017). Startups and open innovation: A review of the literature. *European Journal of Innovation Management*, 20(1), 4-30.
- [41]. The Food Tech. (21 de octubre de 2021). Plant-based: la tendencia que impulsa el desarrollo de patentes alimentarias. <https://thefoodtech.com/tendencias-de->

consumo/plant-based-la-tendencia-que-impulsa-el-desarrollo-de-patentes-alimentarias/

- [42]. Tribunal Ambiental. (s.f.). Historia. Consultado el 29 de marzo de 2023.  
<https://tribunalambiental.cl/historia/>
- [43]. United Nations Environment Programme. (11 de marzo de 2022). To solve the climate crisis, we need to rethink how we produce our food.  
<https://www.unep.org/news-and-stories/story/solve-climate-crisis-we-need-rethink-how-we-produce-our-food>
- [44]. Van der Aalst, W. (2011). Process mining: Data science in action (2da ed.). Springer.
- [45]. Van der Aalst, W. (2012). Process Mining: Overview and Opportunities. *ACM Transactions on Management Information Systems*, 3(2), 1–17.  
<https://doi.org/10.1145/2229156.2229157>
- [46]. Van der Aalst, W., Weijters, A., y Maruster, L. (2004). Workflow mining: Discovering process models from event logs. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 16(9), 1128-1142. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2004.47>
- [47]. Van der Aalst, W., y Damiani, E. (2015). Processes meet big data: Connecting data science with process science. *IEEE Transactions on Services Computing*, 8(6), 810-819.
- [48]. Van Eck, M. L., Lu, X., Leemans, S. J., & Van Der Aalst, W. (2015). PM<sup>2</sup>: A Process Mining Project Methodology, *International Conference on Advanced Information Systems Engineering* (pp. 297-313). Springer International Publishing.
- [49]. Varshney, R., Nayak, S., May, G., y Jackson, S. (2009). Next-generation sequencing technologies and their implications for crop genetics and breeding. *Trends in Biotechnology*, 27(9), 522-530.  
<https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2009.05.006>
- [50]. Vom Brocke, J., van der Aalst, W., Grisold, T., Kremser, W., Mendling, J., Pentland, B., Recker, J., Roeglinger, M., Rosemann, M. Weber, B. (2021). Process Science: The Interdisciplinary Study of Continuous Change. Working Paper, disponible en SSRN Electronic Library, 2021.
- [51]. Weske, M. (2007). Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Springer.

- [52]. Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., & Wood, A. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447-492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- [53]. Witten, I., Frank, E., Hall, M. y Pal, C. (2017). *Data mining: Practical machine learning tools and techniques* (4ta ed.). Morgan Kaufmann.
- [54]. Witten, I., y Frank, E. (2005). *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques* (2da ed.). Morgan Kaufmann.  
[http://academia.dk/BiologiskAntropologi/Epidemiologi/DataMining/Witten\\_and\\_Frank\\_DataMining\\_Weka\\_2nd\\_Ed\\_2005.pdf](http://academia.dk/BiologiskAntropologi/Epidemiologi/DataMining/Witten_and_Frank_DataMining_Weka_2nd_Ed_2005.pdf)
- [55]. Zheng, C., y Chen, A. (2013). System Biological Research on Food Quality for Personalised Nutrition and Health Using Foodomics Techniques: A Review. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(9), 608-616.