



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

REDISEÑO DEL DESARROLLO DE CHATBOTS EN CHATBOT CHILE PARA
LOGRAR UN PROCESO ESTÁNDAR Y ESCALABLE

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

NICOLÁS ALEJANDRO MOSNAIM ZEGERS

PROFESOR GUÍA:
JUAN PABLO ROMERO GODOY

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
FELIPE ESTEBAN VILDOSO CASTILLO
ASTRID CONTRERAS FUENTES

SANTIAGO DE CHILE
2021

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE:** Ingeniero Civil Industrial

POR: Nicolás Alejandro Mosnaim Zegers

FECHA: 18/01/2021

PROFESOR GUÍA: Juan Pablo Romero G.

**REDISEÑO DEL DESARROLLO DE CHATBOTS EN CHATBOT CHILE PARA
LOGRAR UN PROCESO ESTÁNDAR Y ESCALABLE**

Un *chatbot* es una aplicación de software capaz de simular una conversación en tiempo real con una persona en formato chat. Uno de sus principales usos en empresas es la automatización de procesos de interacción con usuarios.

Chatbot Chile es un emprendimiento chileno fundado en 2017 dedicado al desarrollo de software personalizado para sus empresas clientes, y sus principales productos utilizan un chatbot. Su principal ventaja competitiva es la alta personalización de sus productos.

En este contexto, el presente trabajo nace para analizar un problema que tiene la empresa en su área de desarrollo: el desarrollo de chatbots es un proceso lento, muy variable y desordenado. Entre las principales causas del problema destacan la alta rotación de personal del área, las diferencias existentes entre los desarrollos y la inexistencia de una metodología de trabajo formal. Se opta por abordar la última de éstas por presentar una oportunidad de mejora clara.

Entonces, la propuesta principal de este trabajo, la cual sirve como su objetivo principal, es rediseñar el proceso de creación de chatbots de la empresa para volverlo más escalable.

Se utiliza una metodología basada en el rediseño de procesos de negocio, la cual consiste en diagramar el proceso actual, realizar modificaciones en las etapas del proceso donde se identifique un problema y, finalmente, hacer una propuesta formal de rediseño a la empresa.

Las principales propuestas que salen del rediseño son: el establecimiento de una metodología de trabajo, la instauración de un proceso de inducción para nuevos empleados, la flexibilización del software existente en la empresa y la confección de una guía de instalación automática.

Para evaluar el impacto del rediseño, se proponen tres indicadores: el número de proyectos activos, el retraso promedio de proyectos, y la rotación de personal en los últimos doce meses. Se establecen, además, valores esperados para cada uno de estos indicadores para poder considerar exitoso el rediseño.

Dado que el rediseño logra una disminución del tiempo de desarrollo, de la variabilidad del proceso, y se hace cargo del desorden mediante el establecimiento de una nueva metodología, el objetivo propuesto se cumple. Se espera que en el futuro la empresa implemente el rediseño en forma parcial o total para impactar positivamente su desempeño en los próximos años, que son críticos para Chatbot Chile.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Alejandra y Jaime, por su apoyo y cariño incondicional a lo largo de toda mi vida, el cual ha sido fundamental para llegar hasta este punto de mi carrera.

A Felipe Vildoso, por ofrecerme la oportunidad de realizar mi trabajo de título en su empresa, por su buena disposición y apoyo a lo largo de todo el proceso.

A mis profesores, Juan Pablo, Astrid y Edgardo, por su guía y enseñanza durante el 2020 y por criticar mi trabajo en momentos clave para ajustar su camino al mejor posible.

A Claudio Aracena, por ayudarme a entender la arquitectura de la empresa, y por darme parte de su tiempo para resolver dudas.

A Felipe y Sergio, por darme la flexibilidad necesaria para realizar un buen trabajo sin que el estrés me sobrepasara.

A Cristian y Marco Antonio, por brindarme herramientas y consejo esenciales para salir adelante en las situaciones más difíciles.

Finalmente, a Camila, por estar siempre para mí, por acompañarme en los momentos más duros, por creer en mí y por ayudarme a convertirme en una mejor persona.

TABLA DE CONTENIDO

1. Antecedentes generales	1
1.1. Características generales de la empresa	1
1.1.1. Misión y Visión.....	1
1.1.2. Organigrama.....	1
1.1.3. Productos y Servicios	2
1.1.4. Clientes.....	3
1.1.5. Dimensión de la empresa.....	3
1.1.6. Ventaja competitiva en el mercado	3
1.2. Mercado	3
1.2.1. Actores	3
1.2.2. Regulaciones relevantes	4
1.2.3. Niveles de venta de la empresa	5
1.2.4. Posicionamiento de la empresa en el mercado	5
1.3. Desempeño organizacional.....	5
2. Descripción del proyecto y justificación	7
2.1. Información del área de la empresa.....	7
2.2. Identificación del problema u oportunidad y su relevancia con sus efectos y posibles causas	7
2.3. Identificación de hipótesis y posibles alternativas de solución para resolver el problema u oportunidad	9
2.4. Propuesta de valor de las posibles soluciones o impacto del cambio propuesto	10
3. Objetivos	12
4. Marco conceptual	13
4.1. Inteligencia artificial y chatbots.....	13
4.2. Rediseño de procesos de negocio	15
4.3. Ingeniería de software.....	16

4.4.	Bases de datos	17
4.5.	Comunicación entre distintos servicios	17
4.5.1.	API y separación entre backend y frontend	18
4.5.2.	Servicios en la nube	19
4.5.3.	Comunicación bidireccional mediante web socket.....	19
4.6.	Control de versiones	20
5.	Metodología.....	21
6.	Alcances	22
7.	Resultados esperados.....	23
8.	Plan de trabajo	24
9.	Desarrollo del Trabajo de Memoria	25
9.1.	Levantamiento del proceso	25
9.1.1.	Contacto inicial y primeras reuniones	26
9.1.2.	Levantamiento de requerimientos y cotización	26
9.1.3.	Negociación con cliente.....	27
9.1.4.	Desarrollo del chatbot.....	28
9.1.5.	Análisis del proceso.....	29
9.2.	Rediseño del proceso.....	31
9.2.1.	Desarrollo del chatbot.....	32
9.2.2.	Análisis en profundidad	32
9.2.3.	Desarrollo adicional	33
9.3.	Propuesta de rediseño	33
9.3.1.	Nueva metodología de trabajo	33
9.3.2.	Segmentación de clientes y filtros iniciales	34
9.3.3.	Proceso de inducción a nuevos empleados.....	35
9.3.4.	Guía de instalación automática	36
9.3.5.	Flexibilización del chatbot base.....	37
9.3.6.	Incorporación de funcionalidades al chatbot base	41

9.4.	Desarrollo del rediseño	43
9.4.1.	Diseño de la solución	43
9.4.2.	Herramientas utilizadas	45
9.4.3.	Implementación	46
9.5.	Puesta en marcha	47
9.5.1.	Métricas e indicadores.....	47
9.5.2.	Estrategia de implementación	48
9.5.3.	Implementación en un proyecto real	50
9.6.	Análisis de resultados	50
9.6.1.	Número de proyectos en curso	51
9.6.2.	Retraso promedio	51
9.6.3.	Rotación de personal.....	52
9.6.4.	Resumen	52
9.7.	Entregables	53
9.7.1.	Diagramas BPMN del proceso	53
9.7.2.	Propuesta de rediseño	53
9.7.3.	Indicadores	53
9.7.4.	Plan para la implementación	53
9.7.5.	Sistema de tickets	54
10.	Conclusiones.....	55
10.1.	Comentarios sobre la metodología propuesta	55
10.1.1.	Levantamiento del proceso actual.....	56
10.1.2.	Investigación del estado del arte	56
10.1.3.	Rediseño del proceso actual	56
10.1.4.	Propuesta formal de rediseño	56
10.1.5.	Plan para la implementación	57
11.	Bibliografía.....	58
12.	Anexos	60

12.1.	Anexo A: Diagrama BPMN del proceso as-is.....	60
12.2.	Anexo B: Diagrama BPMN del proceso to-be	61
12.3.	Anexo C: Análisis de impacto-factibilidad	62
12.4.	Anexo D: Instrucción SQL para crear el sistema de tickets	63
12.5.	Anexo E: Impacto en indicadores con rediseños parciales	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Plan de trabajo para el semestre.....	24
Tabla 2: Análisis de tiempos del proceso de desarrollo de chatbots.....	30
Tabla 3: Plan para la implementación.....	49
Tabla 4: Impacto de las partes del rediseño en cada indicador. Una celda marcada significa que el indicador es afectado por la implementación de la parte del rediseño correspondiente.....	50

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Organigrama de Chatbot Chile (2020), elaboración propia.	2
Ilustración 2: Proyección de crecimiento anual para startups, adaptación de ilustración de Equidam (6).....	6
Ilustración 3: Ejemplo de funcionamiento de un chatbot, elaboración propia según esquema de Vittorio Banfi (9).....	14
Ilustración 4: Participación de mercado de asistentes virtuales en el año 2019, adaptación de ilustración de Microsoft (10).	15
Ilustración 5: Diagrama BPMN detallando un proceso de ejemplo, elaboración propia.	15
Ilustración 6: Representación gráfica de un rediseño de proceso, elaboración propia... ..	16
Ilustración 7: Diagrama entidad-relación de ejemplo, elaboración propia.	17
Ilustración 8: Funcionamiento de una plataforma web separada entre backend y frontend con comunicación mediante API, elaboración propia.....	19
Ilustración 9: Carta Gantt del trabajo para el semestre.	24
Ilustración 10: Proceso as-is simplificado del desarrollo de chatbots en Chatbot Chile, elaboración propia.....	25
Ilustración 11: Contacto inicial y primeras reuniones, elaboración propia.	26
Ilustración 12: Levantamiento de requerimientos y cotización, elaboración propia.	27
Ilustración 13: Negociación con cliente, elaboración propia.....	27
Ilustración 14: Desarrollo del chatbot as-is, elaboración propia.	29
Ilustración 15: Proceso to-be simplificado del desarrollo de chatbots en Chatbot Chile, elaboración propia.....	31
Ilustración 16: Desarrollo del chatbot to-be, elaboración propia.....	32
Ilustración 17: Chatbot base as-is, vista principal.....	38
Ilustración 18: Árbol de conversación incluido en el chatbot base as-is.....	38
Ilustración 19: Chatbot base as-is, vista de ayuda.	39
Ilustración 20: Arquitectura actual (izquierda) y arquitectura propuesta (derecha), elaboración propia.....	41
Ilustración 21: Análisis impacto-factibilidad de proyectos potenciales, elaboración propia.	42

Ilustración 22: Flujo de un ticket dentro del sistema, elaboración propia.	44
Ilustración 23: Diagrama entidad-relación del sistema de tickets, con entidades nuevas en celeste, elaboración propia.....	45
Ilustración 24: Vista de lista de tickets en el frontend.....	46
Ilustración 25: Vista de detalle de un ticket en el frontend.	47
Ilustración 26: Fórmula para calcular el valor del retraso promedio, donde RP es el retraso promedio, TT es el tiempo tomado y TP es el tiempo previsto al inicio del proyecto.	48
Ilustración 27: Mock-up de dashboard de indicadores nivel empresa (valores de ejemplo), elaboración propia.....	48
Ilustración 28: Carta Gantt del plan para la implementación.	50

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Características generales de la empresa

El presente trabajo de título se lleva a cabo en la empresa Chatbot Chile, emprendimiento fundado en 2017 por profesionales de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, basado en utilizar tecnologías modernas para crear soluciones personalizadas a empresas cliente.

La empresa sigue un modelo *business-to-business* o B2B¹, y su principal producto es el desarrollo de chatbots, aplicaciones de software capaces de responder a las consultas de un usuario de manera automática imitando una conversación humana. Estos chatbots son utilizados por las empresas principalmente para automatizar interacciones entre la empresa y sus clientes o empleados, como, por ejemplo, para responder preguntas frecuentes, realizar registros de usuarios o realizar pedidos de productos.

El famoso “Test de Turing” de 1950, el cual plantea la posibilidad de que un programa sea tan avanzado como para convencer a personas de que es realmente humano en vez de virtual (1), popularizó el concepto de chatbots. Sin embargo, fueron necesarios varios años para que la tecnología avanzara lo suficiente como para permitir la existencia de chatbots en el mercado.

Desde comienzos del siglo XXI, la popularidad de los chatbots ha aumentado explosivamente y, actualmente, muchos de ellos forman parte del día a día de muchas personas, como lo hacen Alexa (Amazon) y Siri (Apple). Además, la gran cantidad de herramientas para desarrollar software de inteligencia artificial gratuitos permite desarrollar chatbots personalizados sin mucho costo.

1.1.1. Misión y Visión

Chatbot Chile declara como misión y visión las siguientes:

- **Misión:** “Mejorar las comunicaciones internas o externas de nuestros clientes a través de la implementación de soluciones de inteligencia artificial, integrándolas al funcionamiento de la empresa y permitiendo seguimiento en tiempo real de las interacciones.”
- **Visión:** “Ser una empresa líder a nivel nacional en soluciones comunicacionales de inteligencia artificial, buscando ser la primera opción a nuestros clientes y ofreciendo servicios a precios asequibles.”

1.1.2. Organigrama

Al tratarse de una empresa con tan solo 4 años de operación, Chatbot Chile no posee una estructura jerárquica muy estable. Sin embargo, al momento de escribir este informe, su organigrama es el indicado en la Ilustración 1.

¹ Una empresa B2B es aquella cuyos clientes son otras empresas, en vez de personas naturales.

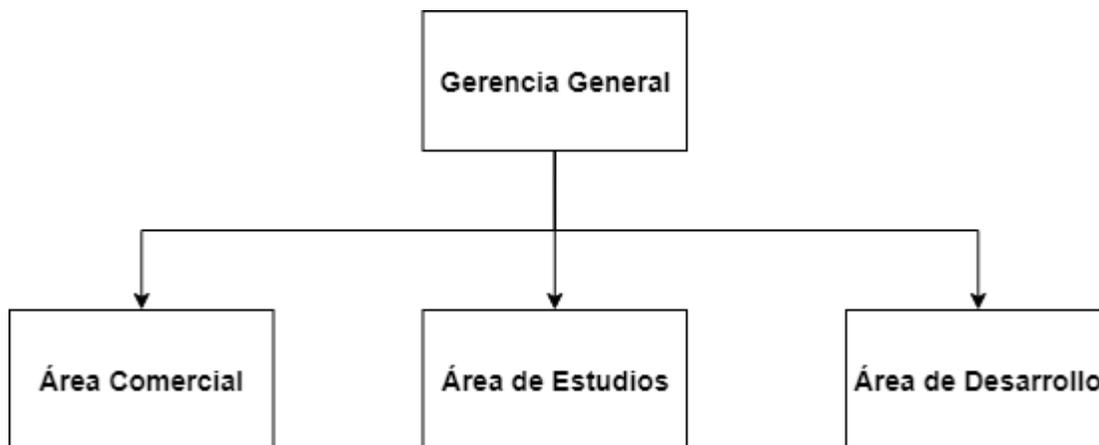


Ilustración 1: Organigrama de Chatbot Chile (2020), elaboración propia.

El área comercial se encarga de las relaciones con clientes y marketing, el área de estudios investiga las últimas tendencias en tecnología mundiales y en la competencia, y el área de desarrollo es la encargada de crear todo el software que vende la empresa.

1.1.3. Productos y Servicios

El principal producto de la empresa son los chatbots, software que simula una conversación humana mediante el uso de inteligencia artificial y procesamiento de lenguaje natural (NLP, por sus siglas en inglés). Este producto es de carácter personalizado para cada empresa, partiendo de un producto base, capaz de responder consultas estáticas simples, al cual se le pueden incorporar funcionalidades adicionales. El desarrollo de estos chatbots utiliza herramientas de inteligencia artificial (particularmente motores de NLP), e involucra la utilización de lenguajes de programación (Java y Python), motores de bases de datos (MariaDB) y extensiones de JavaScript (Node.js y d3.js).

Parte de la personalización de los chatbots de la empresa es la posibilidad de utilizar un motor de NLP cualquiera (según preferencia del cliente) y la posible integración a múltiples canales de comunicación, como lo son Facebook, WhatsApp, Telegram y Skype, además de poder ser embebido al sitio web de la empresa cliente.

Si bien los chatbots son el producto más vendido por la empresa, no son el único producto: Chatbot Chile desarrolla soluciones tecnológicas más generales, donde un chatbot puede ser parte del producto final. Estos productos son de carácter personalizado de acuerdo a las necesidades de la empresa cliente, y algunos ejemplos son sistemas de manejo de inventario y sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP).

El único servicio de la empresa es la mantención mensual de los sistemas instalados en empresas, el cual incluye servicio al cliente, reentrenamiento de motores de NLP, arreglo de bugs y solución de problemas.

Chatbot Chile emplea una técnica de prototipado, manteniendo una estrecha comunicación con sus clientes, con el objetivo de incorporar nuevas funcionalidades al producto o afinar detalles en las etapas iniciales del desarrollo.

1.1.4. Clientes

La empresa posee un modelo de negocios business-to-business, lo cual significa que sus clientes son otras empresas. Históricamente, Chatbot Chile ha tenido ocho clientes, tres de los cuales siguen con un servicio activo. Los clientes han sido variados, debido a la versatilidad del servicio ofrecido, existiendo organizaciones estatales y empresas privadas, y rubros diversos como lo son la publicidad, educación, gastronomía, entre otros. Ejemplos de clientes pasados son Juan Maestro, la Agencia de Calidad de la Educación y la Corporación Municipal de San Miguel.

Los chatbots actualmente en funcionamiento corresponden a dos chatbots que responden consultas al público general en la página web del cliente y un chatbot que apoya las campañas publicitarias del cliente mediante WhatsApp.

1.1.5. Dimensión de la empresa

La empresa registra aproximadamente 30 millones de pesos en ventas anuales el 2019. Chatbot Chile no posee una participación significativa en el mercado, pero en mayo de 2020, la gerencia general afirma que se proyecta aumentar las ventas a 100 millones anuales en un plazo de dos años.

Chatbot Chile no posee sucursal física, y sus nueve empleados trabajan de forma remota. Este corresponde a un modelo de trabajo viable dada la naturaleza virtual de los productos y servicios de la empresa, por lo que el funcionamiento de Chatbot Chile no ha sido afectado tanto como la empresa promedio por la crisis de salud mundial el 2020.

1.1.6. Ventaja competitiva en el mercado

La empresa posee dos ventajas competitivas con respecto al mercado:

- **Ventaja del primer participante:** La empresa es una de las primeras en incorporar inteligencia artificial en sus productos en el mercado nacional, principalmente a través de chatbots.
- **Alta personalización:** Los chatbots de la empresa son mucho más personalizados que los de la competencia, donde es mayoritaria la existencia de productos estandarizados.

1.2. Mercado

1.2.1. Actores

En el mercado en que está posicionado Chatbot Chile se reconocen los siguientes actores:

- **Clientes:** Empresas de cualquier rubro que busquen incorporar tecnología a sus procesos y deseen contratar una empresa externa.
- **Productores:** Empresas de desarrollo de software, particularmente empresas que tienen entre sus productos principales chatbots.

- **Proveedores:** Organizaciones que crean herramientas de desarrollo de software para venderlas a terceros. Ejemplos son la fundación Apache, Google y Amazon.

Chatbot Chile se relaciona directamente con los clientes, quienes están “ocultos” entre las diversas empresas que existen en Chile. Gran parte de las labores de la empresa es buscar nuevos clientes, labor principal de su área comercial.

En cuanto a los productores, existe nula relación directa entre Chatbot Chile y su competencia, por lo que no se conoce mucho sobre ellos. De esta manera, al tratarse de un mercado joven, los distintos competidores suelen copiarse entre sí en temas de marketing, precios y funcionalidades.

Entre las empresas competidoras directas de Chatbot Chile se encuentran Adereso, EasyBots, SmartBots y BindBot (2).

Finalmente, los proveedores son esenciales para el funcionamiento de Chatbot Chile, ya que ellos solamente trabajan con software sin costo (como los de la Fundación Apache) a no ser que un software pagado sea explícitamente requerido por el cliente. En este sentido, la empresa tiene una posición cómoda en la relación, obteniendo mucho valor a costo cero, y los proveedores suelen ser empresas multinacionales tan grandes que ni siquiera saben de la existencia de Chatbot Chile (3).

1.2.2. Regulaciones relevantes

Chatbot Chile es una empresa chilena, por lo que debe acatar el Código del Trabajo y seguir lo establecido por el Servicio de Impuestos Internos en materias tributarias.

Más específicamente, al ser una empresa que trabaja con una gran cantidad de datos de sus clientes y de los clientes de sus clientes, de carácter confidencial, Chatbot Chile debe respetar lo indicado en la Ley 19.628 sobre la Protección de Datos de Carácter Personal (4), la cual resguarda los derechos de confidencialidad de las personas.

Esta ley ya tiene más de 20 años, está desactualizada y no considera el contexto nacional y mundial actual, por lo que se presentó en 2017 un proyecto de ley para la protección de datos (5), que aún no ha sido promulgada al momento de escribir, el cual establece los siguientes derechos:

- **Derecho al olvido:** todo dato de un usuario debe ser borrado de los sistemas a la brevedad si éste lo solicita.
- **Derecho a optar por no participar:** el usuario debe consentir activamente para que sus datos puedan ser recolectados y usados.
- **Derecho a acceso:** un usuario puede solicitar saber qué uso se les da a sus datos.
- **Derecho a la portabilidad:** un usuario puede exigir que sus datos sean divulgados a una empresa competidora si así lo deseara.
- **Derecho a oponerse:** un usuario puede objetar el uso de sus datos en cualquier momento y la empresa debe poder demostrar que deja de utilizarlos.

Este proyecto de ley es uno de muchos que apuntan a regular un mercado emergente y nuevo, lo cual afectará el funcionamiento de Chatbot Chile y de sus clientes. Además, la incorporación de nueva legislación podría significar una oportunidad para la empresa a expandir su operación a nuevos mercados (2).

1.2.3. Niveles de venta de la empresa

Al tratarse de una empresa nacida como emprendimiento que aún posee pocos clientes, Chatbot Chile declara bajos ingresos por ventas, alcanzando los 30 millones de pesos anuales en 2019. Según el Servicio de Impuestos Internos, Chatbot Chile pertenece a la categoría de Microempresa 3 y según la Sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA), Chatbot Chile pertenece a la categoría de empresa pequeña.

1.2.4. Posicionamiento de la empresa en el mercado

Como se indica anteriormente, el mercado de chatbots y de inteligencia artificial en general es pequeño y nuevo en Chile, y aún no existe una empresa que se haya establecido como dominante sobre las demás, por lo que la mayoría de las empresas son innovadoras en algún sector, existiendo copias entre competidores en los demás sectores.

Chatbot Chile busca resaltar por sobre su competencia directa mediante la diferenciación de su producto, el cual es mucho más personalizado acorde a las necesidades del cliente. Actualmente, su principal foco está en buscar nuevos clientes, ya que cada proyecto impacta fuertemente los ingresos sin aumentar mucho los costos (que son en su mayoría costos fijos en sueldos). A largo plazo, como se indica en su visión, apuntan a ser la empresa número 1 en Latinoamérica en temas de chatbots.

1.3. Desempeño organizacional

La empresa ha permanecido relativamente pequeña desde sus inicios y, lamentablemente, el estallido social y luego la pandemia de COVID-19 la afectaron en años que son críticos para el crecimiento de una empresa. En el año 2018, proyectaban un crecimiento de casi 200% en dos años (3), pero esto no fue logrado. Por el contrario, las ventas anuales del año 2019 fueron iguales o menores que las del año 2018, y hasta el momento no pareciera que fuese a aumentar mucho para el año 2020.

La empresa explora oportunidades para crecer mediante la búsqueda de nuevos clientes, ya que, al poseer tan sólo tres clientes activos, un cliente nuevo tiene potencial para aumentar sus ventas en más de un 25%. Es por esto que, actualmente, el área comercial es donde se centra la mayor parte de las horas-persona de la empresa, apoyada por la Gerencia General.

Utilizando la razón de Equidam para crecimiento de startups, en el 2020 Chatbot Chile debería aumentar sus ventas en un 71% con respecto al 2019 (6), aunque la situación económica actual pone en duda esta cifra. En la Ilustración 2 se muestra el crecimiento esperado, pero es importante destacar que la empresa no ha seguido esta tendencia en años pasados.

Proyección de crecimiento anual de ingresos

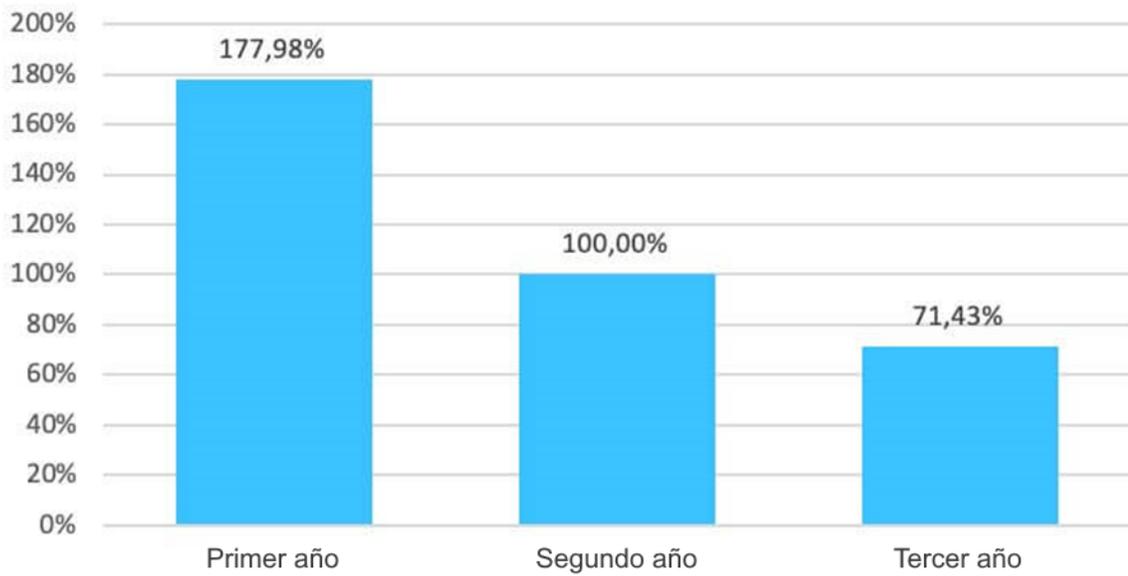


Ilustración 2: Proyección de crecimiento anual para startups, adaptación de ilustración de Equidam (6).

La empresa se encuentra en una etapa crítica: debe aumentar su tasa de crecimiento urgentemente si pretende lograr la viabilidad financiera. Frente a estas condiciones, Chatbot Chile está buscando maneras de optimizar sus procesos y de captar más clientes para aumentar sus ingresos.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Información del área de la empresa

El trabajo de título será realizado en el área de estudios de Chatbot Chile, la cual está compuesta por tres integrantes, todos trabajadores part-time con estudios en ingeniería civil industrial.

El área no posee un organigrama, estando todos los integrantes en un mismo nivel y bajo la gerencia general. Su principal función es investigar nuevas tecnologías y tendencias en el mercado y planificar su incorporación en los productos de Chatbot Chile, lo que significa que su principal cliente es el área de desarrollo de la empresa.

El solicitante del trabajo de título es Felipe Vildoso, cofundador y gerente general de Chatbot Chile. Al pertenecer a la gerencia general, optimizar el proceso de producción principal de la empresa es algo deseable, especialmente porque la empresa ha tenido poco tiempo para revisar sus metodologías desde su fundación.

El trabajo de título afectará a la empresa y sus clientes de las siguientes formas:

- **Área de desarrollo:** proporcionará nuevas metodologías de trabajo claras y replicables, lo cual llevará a una disminución del trabajo innecesario y/o redundante. Además, se llevarán a cabo cambios a distintos ámbitos del proceso de desarrollo de chatbots.
- **Área comercial:** le aumentará el valor al producto de la empresa, lo cual puede ser publicitado a futuros clientes. Por otro lado, modificará el proceso de desarrollo de chatbots, en el cual está incluida la interacción del área con el cliente, como por ejemplo las reuniones iniciales y la negociación de precios.
- **Gerencia general:** generará una disminución de las horas-persona involucradas en el desarrollo de futuros chatbots, lo cual implica una disminución en los costos de la empresa. Por otro lado, aumentará la precisión de las estimaciones de tiempo de desarrollo de los productos, además de aumentar su valor.
- **Clientes:** obtendrán un producto de mayor calidad y en menos tiempo. Además, las estimaciones iniciales de tiempo serán más acertadas, existiendo menos retraso en promedio. Finalmente, se les dará más autonomía a los clientes en las etapas iniciales del proceso de desarrollo de chatbots, abriendo la posibilidad de que ellos configuren un chatbot base sin intervención de Chatbot Chile.

2.2. Identificación del problema u oportunidad y su relevancia con sus efectos y posibles causas

El problema identificado en la empresa es que “el proceso de desarrollo de chatbots es muy largo, desordenado e impredecible”.

Es posible separar este problema en tres aristas principales, donde cada una representa una característica no deseada del proceso de desarrollo de chatbots en la empresa:

- **El desarrollo es muy largo:** En promedio, los desarrollos de chatbots llevados a cabo por la empresa han tomado una alta cantidad de horas-persona, lo cual representa casi la totalidad de los gastos de Chatbot Chile.
- **El desarrollo es desordenado:** Cada chatbot ha sido desarrollado de forma aislada y según los criterios de los desarrolladores que trabajaban en la empresa en ese momento.
- **El desarrollo es impredecible:** La cantidad de horas-persona necesarias para cada chatbot han sido radicalmente variables entre proyectos, dificultando la estimación de costos a priori y la elaboración de presupuestos.

Como Chatbot Chile es una empresa en su etapa de crecimiento, su principal preocupación es la adquisición de nuevos clientes para aumentar sus ingresos, pero esto está actualmente limitado en gran parte por el problema identificado: es difícil para la empresa estimar la factibilidad de incorporar un nuevo desarrollo, ya que no es claro cuántos recursos disponibles existen (desarrolladores, horas-persona, entre otros) y cuánto podría costar y tardar el proceso.

El proceso de desarrollo es, además, muy poco escalable, ya que existe poca automatización de las etapas iniciales, por lo que cada desarrollo es tratado de forma independiente, sin aprovechar desarrollos pasados, por lo que mucho trabajo es realizado repetidas veces pese a su carácter reutilizable.

Si bien la empresa posee un producto base funcional (un “chatbot base”), este no es muy flexible y debe ser modificado para cubrir las necesidades particulares del cliente. Además, existen proyectos donde no es posible utilizar el chatbot base y es necesario desarrollar todo el software desde cero, lo que representa una oportunidad de mejora.

Tras un levantamiento inicial de los datos históricos de la empresa, se observa que el tiempo total del proceso de desarrollo de chatbots fluctúa entre 37 y 92 días hábiles, donde es importante destacar la alta diferencia de 55 días entre ambos extremos, la cual explica el carácter impredecible del proceso de desarrollo, y significa un costo variable de más de 4.000 dólares (utilizando como base el valor de horas-persona de 1.500 dólares mensuales). El tiempo total se descompone en:

- Levantamiento de los requerimientos de la empresa: 10 días
- Montaje y configuración del servidor: 2 días
- Desarrollo del chatbot: 20 a 60 días
- Instalación en la empresa: 5 a 20 días

Las posibles causas de este problema son múltiples, ya que el proceso es extenso y posee muchas etapas complejas. En primer lugar, es posible que gran parte del problema se deba a la interacción entre Chatbot Chile y sus clientes, quienes muchas veces tardan mucho tiempo en responder o no comunican de forma clara las especificaciones del proyecto. Por otro lado, existen diversas ineficiencias en el proceso de creación de un

chatbot, principalmente el desorden, la poca formalidad, y la alta rotación de personal, lo que genera que tiempo sea gastado en coordinación y capacitación del equipo.

2.3. Identificación de hipótesis y posibles alternativas de solución para resolver el problema u oportunidad

Se identifican las siguientes hipótesis sobre las posibles causas del problema:

- A. Alta rotación de personal:** La empresa posee una alta rotación de desarrolladores, mayoritariamente compuestos por practicantes y memoristas, quienes permanecen por menos de un año en promedio. Muchos de ellos no tenían experiencia en el área o incluso en el rubro previo a su trabajo en Chatbot Chile.
- B. Cada proyecto posee diferencias considerables:** Es posible que los distintos chatbots desarrollados hayan tenido requerimientos suficientemente diferentes como para justificar la alta variabilidad en los tiempos de desarrollo. También podrían influir en el tiempo de desarrollo el tamaño del equipo de desarrolladores del momento, la experiencia del equipo, la jornada (completa o parcial) y/o la comunicación con la empresa cliente.
- C. No existe metodología estandarizada para el desarrollo de chatbots:** El desarrollo de chatbots en la empresa se realiza de forma desordenada y según la disponibilidad de los desarrolladores, y no existen indicadores que permitan resumir el estado de la empresa como, por ejemplo, el estado de avance de cada desarrollo y el proyecto en el que se encuentra cada empleado. Existe nula automatización en la empresa, lo que además significa que diferentes chatbots están desarrollados en distintos lenguajes y frameworks², dificultando aún más la estandarización.

La hipótesis A es fácil de verificar pero, lamentablemente, sigue una tendencia en el rubro del desarrollo de software, caracterizada por la tasa de rotación más alta de todos los rubros existentes, la cual alcanza el valor de 13,2% en 2017 (7). Esto genera que existan fugas de información de la empresa cada vez que rotan los empleados, lo cual implica un proceso de adaptación para los reemplazantes, el cual no está formalizado en la empresa y es en su mayoría responsabilidad del reemplazante mismo. En la empresa no existe área de recursos humanos ni procesos de inducción a nuevos miembros, y los empleados suelen tener pocas interacciones con sus colegas debido al carácter remoto del trabajo. Esto indica una oportunidad, ya que es posible instaurar nuevos procesos de inducción o actividades para empleados a muy bajo costo.

Si bien es posible atacar esta hipótesis, los números de la industria sirven como limitante al potencial que pueda tener cualquier cambio establecido en la empresa, por lo que no se enfocará el trabajo en este ámbito.

La hipótesis B resulta inevitable en cierta medida, ya que todo proyecto de desarrollo es diferente: lo que no está claro es si estas diferencias justifican gran parte de la variabilidad

² Un framework es un entorno de trabajo virtual que sirve como base para la organización y desarrollo de software.

impredecible de los desarrollos. Como la mayoría de los proyectos son llevados a cabo para clientes diferentes (que además suelen ser de rubros diversos), sobresalen claros ejemplos de clientes “difíciles para trabajar”, como las empresas grandes con amplia burocracia o las pequeñas empresas con largos tiempos de respuesta.

Una forma de atacar esta hipótesis es mediante la clasificación de clientes en categorías con características similares previo al desarrollo. Las categorías pueden ser creadas a partir de tendencias en las experiencias pasadas de la empresa, de forma que cada categoría presente menos variabilidad y sea más predecible el costo y horas-persona asociadas al desarrollo. Es más, este tipo de clasificación puede realizarse incluso de forma automática mediante un formulario on-line, para que los clientes se clasifiquen a sí mismos según sus propias preferencias y características, similar al formulario inicial de Fintual, completado al momento de crear una cuenta en su sitio.

Finalmente, la hipótesis C es crítica para atacar el problema de la empresa, ya que el hecho que no exista ninguna metodología de trabajo formal en el desarrollo de chatbots lleva a la baja escalabilidad del proceso, y esto lleva a una disminuida capacidad de captar clientes de la empresa. Como se menciona anteriormente, Chatbot Chile está en una etapa crítica de su desarrollo, donde su principal foco es aumentar los ingresos, pero esto se ve dificultado por la incerteza sobre las propias capacidades de la empresa. A la larga, esto podría evitar que la empresa crezca y llegue a niveles rentables.

Esta hipótesis puede ser abordada de múltiples maneras, pero las más directas corresponden a la instauración de una metodología formal de trabajo en la empresa y a la mayor automatización de las etapas iniciales del proceso. Estas opciones tienen el potencial de aumentar la eficiencia de la empresa, lo que a su vez llevará a una mayor capacidad de captar clientes.

2.4. Propuesta de valor de las posibles soluciones o impacto del cambio propuesto

Tras el análisis de la sección anterior, se propone rediseñar el proceso de desarrollo de chatbots de la empresa, con especial énfasis en la automatización y formalización del proceso.

Como este cambio afecta directamente a todo desarrollo futuro de la empresa, tendrá fuertes impactos en todas las áreas de Chatbot Chile. Los impactos principales esperados son los siguientes:

1. **Estandarización del trabajo:** Como el rediseño apunta a formalizar las diferentes etapas del proceso de desarrollo de chatbots, los proyectos futuros seguirán pasos estandarizados, lo cual permitirá que el producto sea más prolijo y que siga las buenas prácticas del desarrollo de software. Considerando la alta rotación de personal, el trabajo estandarizado significará menos tiempo gastado en adaptarse a los distintos proyectos, debido a que serán más similares entre sí que como lo son en la actualidad en la empresa. Los proyectos antiguos de la empresa pasarán

a ser productos *legacy*³ mientras que los futuros serán compatibles entre sí y seguirán las nuevas metodologías. Entre los proyectos anteriores de Chatbot Chile existen algunos programados con distintos lenguajes de programación, principalmente en Node.js, el cual ya no es utilizado en nuevos proyectos.

2. **Automatización de partes del proceso:** Al robustecer el chatbot base y establecer nuevas automatizaciones al proceso, será posible dedicar el tiempo del área de desarrollo a lo que genera más valor: el desarrollo de software y funcionalidades nuevas (en vez de desarrollar una y otra vez lo mismo).
3. **Disminución de las horas-persona destinadas a cada chatbot:** Mediante la estandarización y automatización de diversas etapas del proceso, los límites superiores e inferiores de los tiempos esperados disminuirán, lo que a su vez disminuirá el tiempo promedio destinado a cada chatbot. Se espera disminuir el tiempo total del proceso de 37 – 92 días hábiles a 27 – 62 días hábiles, lo cual significaría una disminución del tiempo de un 31%, y una disminución de la variabilidad del tiempo de un 36%.
4. **Robustecimiento del proceso de inducción:** Debido a la alta rotación existente en el área de desarrollo de la empresa, el establecimiento de un proceso de inducción o capacitación para nuevos trabajadores permitirá su rápida integración al trabajo, además de mejorar el clima laboral en general.

³ El código o producto “legacy” es aquel que existe y funciona desde hace tiempo, pero que no es comprendido en su totalidad debido a que fue creado por empleados anteriores, por lo que existe miedo a modificarlo por la posibilidad de que deje de funcionar.

3. OBJETIVOS

El objetivo general del trabajo de título se define como “rediseñar y formalizar el proceso de desarrollo de chatbots en Chatbot Chile para hacerlo más escalable”.

Para poder lograr el objetivo general, se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Entender en profundidad el proceso existente de desarrollo de chatbots de la empresa.
- Rediseñar y optimizar el proceso actual con énfasis en automatización y estandarización.
- Proponer formalmente un rediseño íntegro del proceso.
- Confeccionar un plan para la implementación del rediseño.

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1. Inteligencia artificial y chatbots

El trabajo está inserto en el contexto de una empresa fuertemente ligada al mundo de los chatbots, por lo que parece sensato definir algunos conceptos relacionados. Antes de definir un chatbot, es importante explicitar algunos conceptos de inteligencia artificial, los cuales están inherentemente presentes en ellos.

En primer lugar, la inteligencia artificial (o IA) se define como la inteligencia existente en máquinas o programas, a diferencia de la inteligencia natural existente en humanos y animales. En el contexto de la informática, la IA consiste en la capacidad de un software de tomar decisiones de forma autónoma en base a datos y condiciones actuales (8). A modo de ejemplo, un programa puede utilizar IA para jugar ajedrez, respetando las movidas posibles en cada turno, analizando las posibilidades futuras, y entendiendo las condiciones necesarias para ganar la partida.

Luego, se define el procesamiento de lenguaje natural (o NLP, por sus siglas en inglés) como el diseño e implementación de software capaz de entender el “lenguaje natural” que utilizan las personas. Este lenguaje natural es mucho más complejo que el lenguaje de máquina (por ejemplo, un código de un programa), ya que este último posee reglas rígidas sobre su sintaxis y explicita toda la información relevante en su contenido, mientras que el primero es desestructurado, contiene errores de ortografía y gramática, alude a datos implícitos y al trasfondo de obviedad de la conversación, posee sutiles diferencias entre dialectos y existen sinónimos y homónimos⁴, entre otros.

El NLP puede ser dividido en tres grandes etapas, cada una dedicada al análisis de una de las siguientes:

1. **Semántica:** significado de palabras y frases.
2. **Pragmática:** contexto implícito que afecta el significado de palabras y frases.
3. **Sintaxis:** reglas para combinar palabras y frases para formar oraciones.

Existen múltiples maneras de abordar una implementación de NLP, pero es común utilizar IA para simplificar la tarea y ser capaz de procesar grandes cantidades de texto con pocos recursos.

Finalmente, se define un chatbot como una aplicación de software capaz de simular una conversación en tiempo real con una persona en formato chat. Se utilizan principalmente para automatizar interacciones, ahorrando recursos y permitiendo a los empleados de una empresa a dedicar su tiempo a otras tareas. Entre sus posibles aplicaciones están el servicio al cliente, el redireccionamiento de solicitudes y la búsqueda y recolección de datos.

⁴ Dos palabras son homónimas si se escriben y/o pronuncian de la misma forma, pero poseen diferentes significados. Un ejemplo es la palabra “nada”, pudiendo significar “ninguna cosa” o ser una forma del verbo “nadar”.

Un chatbot se compone de las siguientes partes (9):

- **Motor de NLP:** el motor de procesamiento de lenguaje natural es el encargado de procesar el texto ingresado por el usuario, interpretando su contenido.
- **Administrador de diálogo:** es el encargado de recibir el contenido interpretado en la etapa anterior y decidir qué responder al usuario. Este componente contiene la mayor parte de la lógica del chatbot y tiene la capacidad de acceder a bases de datos.
- **Contenido:** describe el mensaje que responderá el chatbot una vez que el administrador de diálogo decida qué hacer. Por lo general, es en esta etapa donde se redacta el mensaje de forma legible para una persona.

Además, un chatbot puede poseer múltiples integraciones: puede ser capaz de hacer consultas de forma asíncrona a una hora específica o en intervalos regulares, hacer recomendaciones al usuario, proporcionar funcionalidad de búsqueda, entre otras.

La Ilustración 3 muestra las interacciones entre las componentes al momento de procesar un mensaje de un usuario.

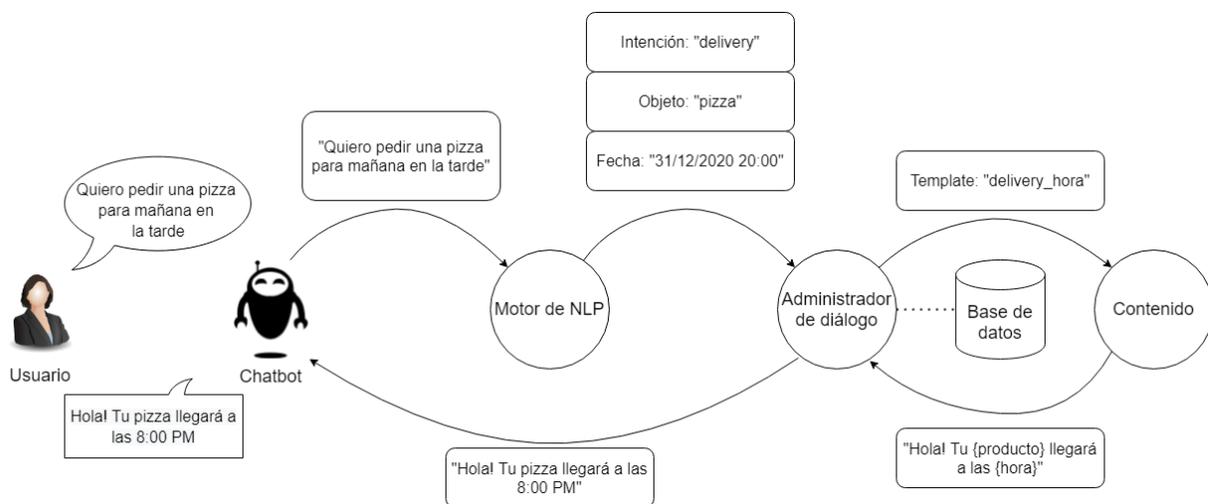


Ilustración 3: Ejemplo de funcionamiento de un chatbot, elaboración propia según esquema de Vittorio Banfi (9).

Los chatbots no están limitados a un chat tradicional y cada vez se popularizan más formas de interactuar con ellos como, por ejemplo, mediante reconocimiento de voz desde un teléfono celular, un automóvil o un *smart home speaker*⁵, modalidades que están al alza en los últimos años (10). Los principales chatbots basados en voz del año 2019 se muestran en la Ilustración 4.

⁵ Un *smart home speaker* es un dispositivo activado por voz que contiene un asistente virtual (o chatbot) para ayudar con tareas del día a día.

¿Qué asistentes virtuales usa la gente?

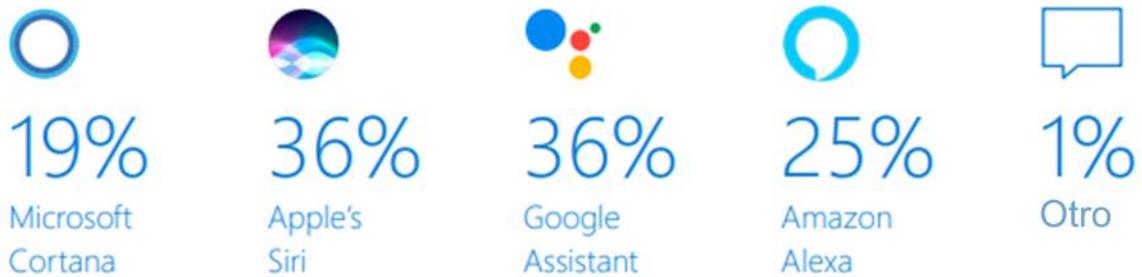


Ilustración 4: Participación de mercado de asistentes virtuales⁶ en el año 2019, adaptación de ilustración de Microsoft (10).

4.2. Rediseño de procesos de negocio

Para poder rediseñar un proceso como el de desarrollo de chatbots en la empresa, es importante poseer herramientas y conceptos adecuados para su correcto análisis y desarrollo.

En primer lugar, es necesario poseer un lenguaje estandarizado para poder representar procesos reales mediante diagramas, permitiendo su mejor comprensión y rediseño. Para esto, se utilizarán diagramas BPMN (*Business Process Model and Notation*), los cuales representan un proceso mediante un flujo de tareas y compuertas lógicas (11). Un BPMN de ejemplo se muestra en la Ilustración 5.

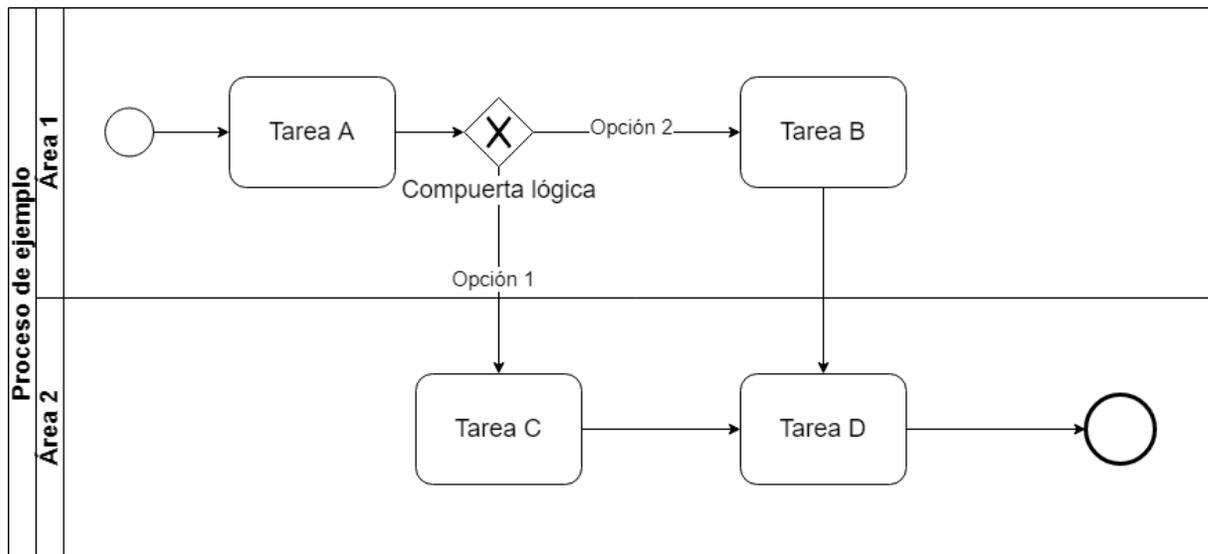


Ilustración 5: Diagrama BPMN detallando un proceso de ejemplo, elaboración propia.

⁶ Asistente virtual es sinónimo de chatbot.

Luego, el rediseño se modela como el paso desde el proceso *as-is* al proceso *to-be*, donde el primero corresponde al proceso tal como es actualmente y el segundo corresponde al proceso optimizado al que se pretende llegar. La Ilustración 6 representa esta idea.

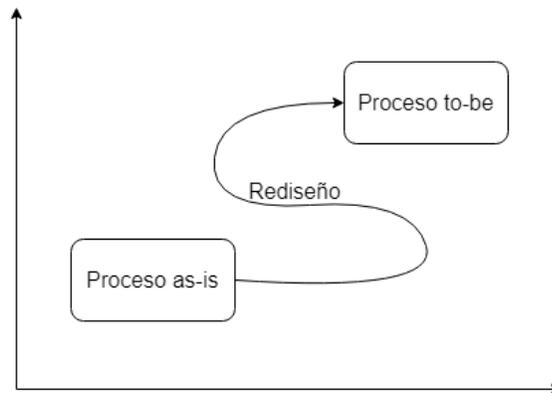


Ilustración 6: Representación gráfica de un rediseño de proceso, elaboración propia.

El paso inicial es realizar un levantamiento del proceso actual (o *as-is*) y confeccionar su diagrama BPMN (12). Luego, se analiza este modelo en profundidad, generando un diagnóstico, para después realizar modificaciones en las etapas críticas del proceso según corresponda. Se diseña, entonces, el proceso *to-be*, realizando cambios en las etapas identificadas en el diagnóstico (13). Finalmente, se confecciona un plan para la implementación, detallando los pasos a seguir para pasar paulatinamente al proceso rediseñado, considerando factores como la resistencia al cambio de los trabajadores y los recursos de la empresa.

Es importante, además, definir métricas e indicadores del proceso para poder medir la situación actual como punto de referencia y luego ser capaz de analizar si el rediseño es realmente una mejora.

4.3. Ingeniería de software

Como el rediseño implica un proceso perteneciente al área de desarrollo de la empresa, en el cual varios trabajadores colaboran para desarrollar software, es importante tener en cuenta algunos conceptos de ingeniería de software.

En primer lugar, la ingeniería de software es una de las ramas de las ciencias de la computación relacionada a la creación de software, utilizando técnicas de la ingeniería, para obtener un resultado confiable y de calidad (14).

Las metodologías de ingeniería de software están fuertemente relacionadas a las mencionadas en la sección anterior, siendo éstas más técnicas y específicas a los proyectos informáticos. Sin embargo, también es importante definir métricas e indicadores y realizar inspecciones y monitoreo a lo largo del proceso. Adicionalmente, una vez implementado el rediseño, es especialmente importante realizar control de calidad y pruebas sobre el software generado (15).

4.4. Bases de datos

Es necesario entrar brevemente al aspecto técnico y formal de las bases de datos, debido a que éstas siempre estarán presentes en el desarrollo de la mayoría del software, incluyendo los chatbots. Además, el funcionamiento de estas bases de datos afecta directamente el flujo del proceso en cuestión.

Para partir, todas las bases de datos relevantes al proceso siguen el estándar SQL (*Structured Query Language*), siendo posible realizar consultas utilizando este lenguaje. SQL sigue las funciones CRUD⁷, y permite recuperar múltiples filas de las tablas donde se almacenan los datos (16).

Las bases de datos SQL almacenan los datos en forma de tablas, donde cada fila representa un dato específico. Cada tabla posee múltiples campos, los cuales poseen un tipo (por ejemplo, números enteros o texto), y cada fila contiene datos sobre ese campo. Además, las tablas pueden poseer índices y llaves, siendo posible tener relaciones entre filas de distintas tablas.

Esta lógica puede ser abstraída y modelada utilizando un diagrama entidad-relación, en el cual se definen las tablas como entidades enlazadas entre sí mediante relaciones. Este diagrama permite modelar cómo se almacenarán los datos de forma visual, como se muestra en la Ilustración 7.

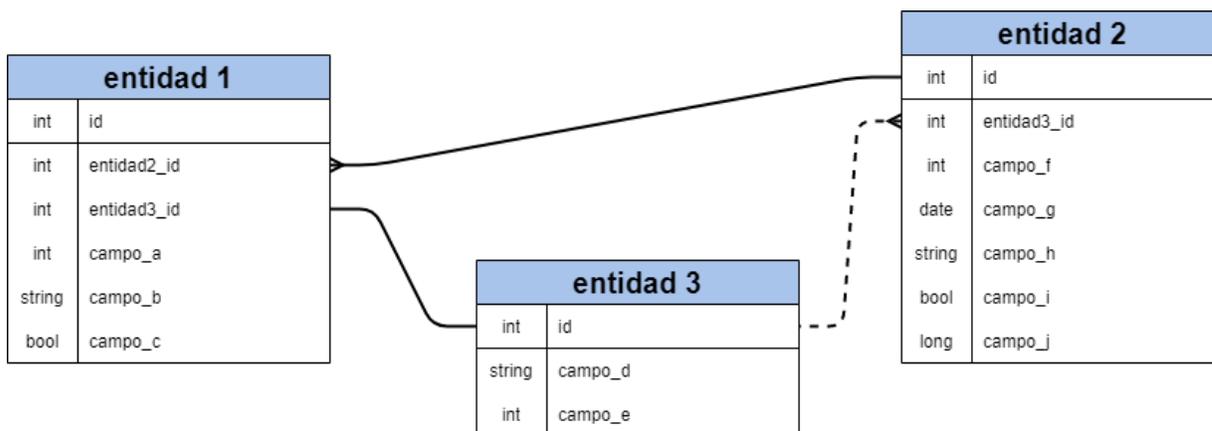


Ilustración 7: Diagrama entidad-relación de ejemplo, elaboración propia.

4.5. Comunicación entre distintos servicios

Para entender el funcionamiento del software desarrollado por la empresa, es importante estudiar su arquitectura actual de forma general: la manera en que sus distintas componentes se comunican entre sí y con servicios externos, así como algunas definiciones que facilitan su entendimiento.

⁷ CRUD hace referencia a las cuatro funciones básicas en el almacenamiento de datos: crear, leer, actualizar y borrar (en inglés, “*create, read, update and delete*”).

4.5.1. API y separación entre backend y frontend

En primer lugar, existen distintos softwares independientes que se comunican entre sí mediante el uso de *API* (interfaces de programación de aplicaciones, por sus siglas en inglés), las cuales facilitan la interacción entre distintos programas, sin importar las tecnologías utilizadas por cada una (17). De este modo, la comunicación se efectúa de forma estandarizada y permite que en una misma arquitectura existan aplicaciones que utilicen lenguajes, tecnologías y herramientas diferentes pero que esto no dificulte su interacción. Una clara ventaja de la existencia de API es la posibilidad de que cada aplicación sea desarrollada con las herramientas que más se adecúen a su función, aumentando la eficiencia de la arquitectura en su conjunto.

Las API, sin embargo, no solo permiten comunicar aplicaciones de una misma arquitectura, sino que también permiten conectar aplicaciones de distintas empresas, desarrolladas por distintos equipos. Por ejemplo, una página web puede mostrar la ubicación de su sede física mediante un mapa de Google utilizando su API pública: la página realiza una llamada a la API utilizando JavaScript, en la cual detalla a Google la dirección que desea representar en el mapa, junto con otras opciones como el nivel de zoom del mapa, y luego Google responde con los datos necesarios para crear el mapa.

El principal uso que se le da a las API en Chatbot Chile es para separar su plataforma web en 2 partes:

- **Backend:** porción de un software que no es visible por el usuario. En una plataforma web, es la encargada de realizar la mayoría del análisis de datos, accesos a la base de datos y cualquier otra tarea que requiera de alta capacidad de procesamiento.
- **Frontend:** porción de un software visible al usuario, de carácter interactivo. En una plataforma web, es la que muestra el contenido de la página al usuario, el cual está compuesto de código HTML, CSS y JavaScript. Los primeros 2 son de carácter estático, mientras que el tercero es capaz de realizar operaciones y procesamiento simple en el mismo frontend, principalmente para dar interactividad.

El backend y el frontend se comunican entre sí principalmente mediante una API, y en el contexto de una plataforma web, cuando un usuario ingresa a un sitio web escribiendo una dirección en su navegador, se realiza una solicitud al backend, el cual realiza procesamiento de datos según lo requerido, y luego genera un documento y se lo entrega al frontend para que lo muestre en pantalla. Este flujo se muestra en la Ilustración 8.

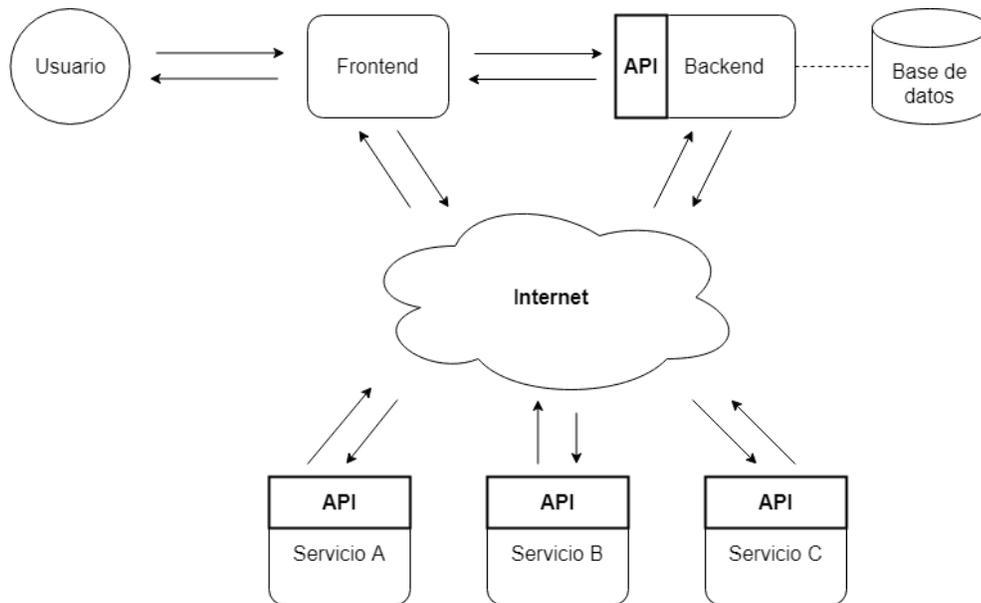


Ilustración 8: Funcionamiento de una plataforma web separada entre backend y frontend con comunicación mediante API, elaboración propia.

4.5.2. Servicios en la nube

Una ventaja adicional que genera la separación de aplicaciones mediante API es la posibilidad de que estas se encuentren físicamente en distintos computadores, es decir, no es necesario que todas las partes de la arquitectura estén alojadas en un mismo equipo.

Siguiendo este paradigma, en los últimos años se ha popularizado el concepto de “la nube”: servidores accedidos de forma remota mediante la internet que permiten desacoplar secciones de una arquitectura (18). Chatbot Chile utiliza diversos servicios ubicados en la nube, entre los cuales se encuentran:

- **Linode:** servicio de servidores virtuales privados en la nube. Chatbot Chile lo utiliza para almacenar sus bases de datos de forma segura y con alta disponibilidad.
- **Yandex Mail:** servicio de correos en la nube. Chatbot Chile lo utiliza para enviar y recibir correos de sus clientes, junto con automatizar el envío de correos en ciertas situaciones.

4.5.3. Comunicación bidireccional mediante web socket

La separación entre frontend y backend no significa una pérdida de funcionalidades de la plataforma en su totalidad, pero existen ciertos casos en los cuales llamadas API no son suficientes. Cuando el backend entrega el contenido de la página web al frontend, se delega la responsabilidad de actualizar el contenido a éste, por lo que si ocurren cambios en otra aplicación, y éstos son informados al backend, no podrá actualizarse el contenido que ve el usuario sin que el frontend realice una consulta a la API del backend. Una solución sencilla pero ineficiente es que el frontend consulte periódicamente al backend para saber si existe algún cambio, para luego modificar el contenido que ve el usuario. Sin embargo, una mejor alternativa es utilizar otro tipo de conexión, diferente a las API.

En este contexto, es conveniente utilizar un *web socket*, protocolo de comunicación que proporciona bidireccionalidad de mensajes. Luego, tanto el backend como el frontend pueden realizar consultas al otro en tiempo real, permitiendo mayor fluidez en la plataforma.

Chatbot Chile utiliza web sockets para garantizar datos actualizados en los chatbots, los cuales deben estar en permanente comunicación con el backend para permitir una conversación natural y sin interrupciones.

4.6. Control de versiones

En el desarrollo de software es una práctica común el uso de un software de control de versiones, siendo la alternativa más popular Git. Este software permite mantener una documentación ordenada de los cambios históricos que han ocurrido en el código, junto con proporcionar orden y trazabilidad de errores. En el contexto de Git, alternativa utilizada por la empresa, se definen los siguientes conceptos:

- **Repositorio:** un repositorio Git es una carpeta especial ubicada dentro de un proyecto de software en la cual se registran los cambios realizados en los archivos, manteniendo un historial.
- **Commit:** un commit es un objeto que describe el estado del repositorio hasta cierto punto en el tiempo, detallando los cambios recientes a cada archivo junto con el historial de commits pasados. Un commit siempre es acompañado de un comentario que explica los cambios realizados.
- **Branch:** las branches o “ramas” son distintas líneas de desarrollo que pueden contener commits de forma paralela sin afectarse entre sí. Permiten el desarrollo de funcionalidades distintas de forma simultánea, sin interferir con el correcto funcionamiento del software.
- **Clonar:** una operación *clone* es la acción de copiar un repositorio hasta un commit específico a una carpeta local. Este repositorio local permite realizar cambios al código para luego crear commits.
- **Pull:** una operación *pull* copia los cambios de un repositorio remoto a un repositorio local. Sirve para sincronizar y actualizar repositorios.
- **Push:** una operación *push* copia los cambios de un repositorio local a un repositorio remoto. Sirve para guardar cambios locales de forma permanente.

5. METODOLOGÍA

La metodología a seguir está separada en las siguientes etapas:

- 1. Levantamiento del proceso actual:** Se revisan en profundidad los datos históricos de proyectos de desarrollo de chatbots de la empresa, para luego confeccionar un diagrama BPMN que ilustre el proceso, utilizando técnicas de diseño de procesos de negocio.
- 2. Investigación del estado del arte:** Se utilizan metodologías de desarrollo de software para analizar el proceso levantado y optimizarlo según el objetivo propuesto.
- 3. Rediseño del proceso actual:** Se modifica el diagrama BPMN inicial para incorporar lo aprendido en la etapa anterior, haciéndose cargo de todas las dimensiones que afectan al proceso y generando una mejora medible.
- 4. Propuesta formal de rediseño:** Se plantea la propuesta de rediseño formalmente al solicitante del trabajo de título, para incorporar feedback en la propuesta y recibir aprobación o rechazo. Esta propuesta detallará los pasos a seguir en el rediseño en cada una de sus dimensiones.
- 5. Plan para la implementación:** Se redacta una estrategia para implementar el rediseño por completo, definiendo tiempos de dedicación a cada parte y estableciendo una priorización entre ellas. Además, se definen indicadores para evaluar el impacto del rediseño en el futuro.

6. ALCANCES

Al tratarse de un rediseño de proceso, se analiza en profundidad un proceso transversal a la empresa de carácter crítico, por lo que será posible identificar múltiples fuentes de problemas, así como posibles soluciones. Puesto que hacerse cargo de todas estas diferentes aristas es inviable, es necesario limitar el alcance del trabajo a solamente plantear una propuesta de rediseño del proceso que considere todas estas posibilidades y, posteriormente, un plan para la implementación.

Una vez completa esta propuesta, se podrá desarrollar total o parcialmente algunas de sus partes, según su factibilidad y los recursos necesarios, priorizando aquellas que aporten mayor valor a la empresa según un análisis de factibilidad-impacto.

Por último, el rediseño no pretende eliminar todas las posibles causas del problema encontradas: solamente se pretende combatir directamente un de las hipótesis, aquella relacionada a la falta de metodología estandarizada de trabajo dentro de la empresa.

7. RESULTADOS ESPERADOS

En línea con los objetivos específicos del trabajo de título, se esperan los siguientes resultados:

- Propuesta de rediseño estudiada y aceptada por la contraparte de Chatbot Chile.
- Establecimiento de una metodología formal de desarrollo de software, la cual explicita las técnicas de desarrollo a utilizar y sirve como guía para futuros empleados.
- Desarrollo parcial de alguna dimensión contenida en el rediseño del proceso, asegurando que se logre un prototipo funcional e integrado con la plataforma web de la empresa.

8. PLAN DE TRABAJO

Para elaborar un plan de trabajo efectivo, se tomará como base el calendario académico del semestre de primavera para el 2020 de la facultad, el cual se compone de 17 semanas.

Se dividirá el tiempo del semestre en las etapas de la metodología según lo descrito en la Tabla 1 y representado gráficamente en la Ilustración 9.

Tarea	Fechas abarcadas	Semanas
Levantamiento del proceso actual	31/08/2020 – 20/09/2020	3
Investigación del estado del arte	07/09/2020 – 27/09/2020	3
Rediseño del proceso actual	21/09/2020 – 29/11/2020	10
Propuesta formal de rediseño	23/11/2020 – 06/12/2020	2
Plan para la implementación	30/11/2020 – 20/12/2020	3
Desarrollo parcial del rediseño	14/12/2020 – 17/01/2021	5

Tabla 1: Plan de trabajo para el semestre.

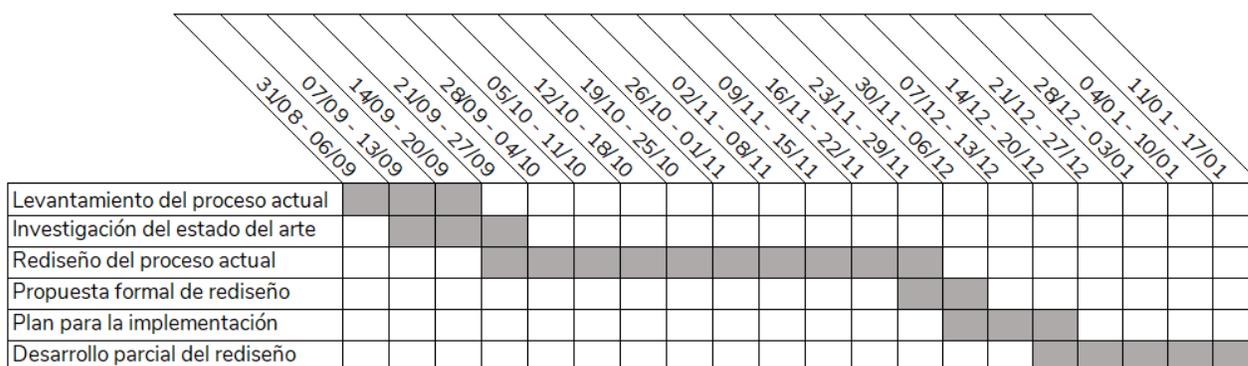


Ilustración 9: Carta Gantt del trabajo para el semestre.

El levantamiento del proceso actual y la investigación del estado del arte se pueden realizar simultáneamente, dado que la primera dependerá de la disponibilidad de los miembros de la empresa y de la fluidez de la comunicación, siendo posible dedicar el resto del tiempo a investigación personal.

La mayor parte del tiempo será dedicado al rediseño del proceso actual y al desarrollo parcial del rediseño, puesto que es en estas etapas donde es necesario tomar el tiempo para tomar las decisiones de diseño e implementación correctas, con el fin de maximizar el valor generado para la empresa.

9. DESARROLLO DEL TRABAJO DE MEMORIA

9.1. Levantamiento del proceso

Para poder iniciar el rediseño del proceso de creación de chatbots, el primer paso es entender en profundidad el proceso actual, debido a que la realidad no siempre refleja lo que los gerentes creen que está ocurriendo en la empresa. Por esto, se procede a tener múltiples entrevistas con empleados de la empresa de distintos niveles jerárquicos, llevando a cabo un proceso iterativo para discernir el proceso real y contrastarlo con el proceso teórico.

Finalmente, se plasman los resultados de este proceso en un diagrama BPMN, el cual se muestra en el Anexo A. El proceso abarca la totalidad de un desarrollo de un chatbot para un cliente nuevo, desde el primer contacto con Chatbot Chile hasta que el proyecto sea descartado definitivamente o el software esté funcionando y entregado al cliente. El proceso involucra a dos áreas de la empresa: el área comercial y el área de desarrollo, siendo en esta última donde se destina la mayoría de las horas-persona.

Para facilitar la lectura del proceso, que resulta bastante extenso y detallado, éste se separa en cuatro etapas, agrupando las partes del proceso de manera que el flujo general no se vea afectado. Estas etapas son:

- Contacto inicial y primeras reuniones
- Levantamiento de requerimientos y cotización
- Negociación con cliente
- Desarrollo del chatbot

Un diagrama BPMN simplificado según lo anterior se muestra en la Ilustración 10.

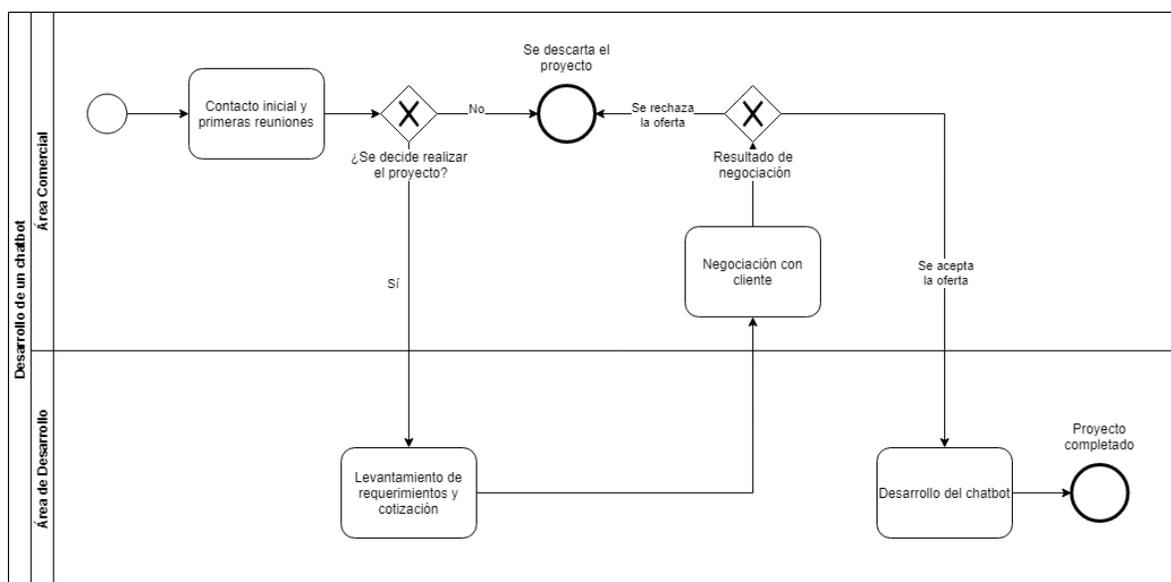


Ilustración 10: Proceso as-is simplificado del desarrollo de chatbots en Chatbot Chile, elaboración propia.

9.1.1. Contacto inicial y primeras reuniones

Esta es la primera etapa del proceso, la cual se inicia cuando un cliente antiguo o potencial cliente genera una solicitud de desarrollo y la entrega al área comercial de la empresa. Antes de iniciar cualquier tipo de desarrollo, se realiza un simple análisis de requerimientos de la solicitud y se decide si el proyecto es viable o no, siendo posible rechazar la solicitud y terminar el proceso inmediatamente. En caso contrario, se agenda una reunión entre el cliente y representantes del área comercial, donde se discute en profundidad el requerimiento. Finalmente, se toma una nueva decisión sobre la viabilidad del proyecto, esta vez con mayor información y profundidad, y en base a esta decisión se descarta el proyecto o se sigue con la siguiente etapa, pasando al área de desarrollo.

Esta etapa no solamente apunta a iniciar contacto con el cliente, sino que también sirve como filtro inicial (teniendo dos etapas donde es posible desechar el proyecto) antes de emplear horas-persona del área de desarrollo en un proyecto inviable.

Esta etapa se muestra en la Ilustración 11.

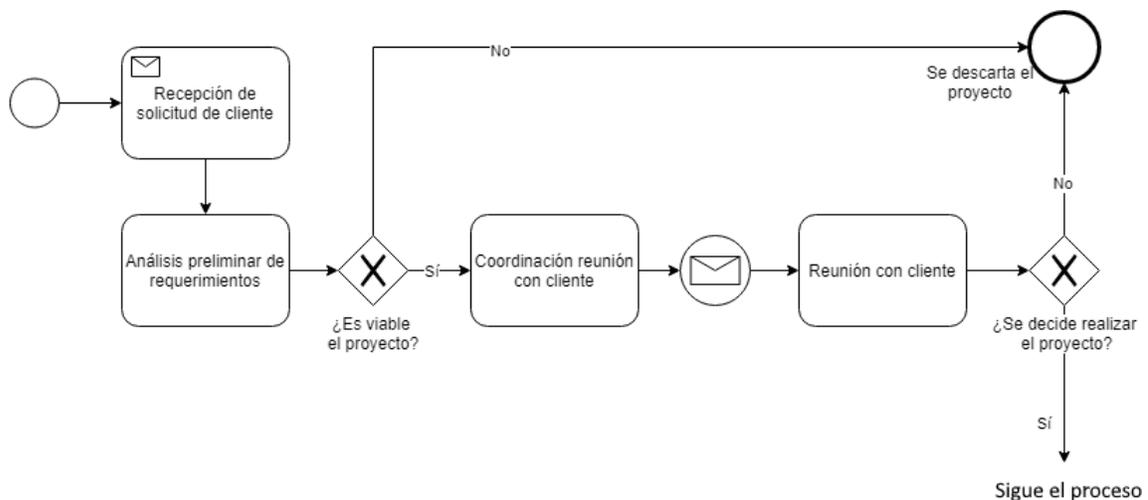


Ilustración 11: Contacto inicial y primeras reuniones, elaboración propia.

9.1.2. Levantamiento de requerimientos y cotización

Si la etapa anterior finaliza exitosamente, es decir, el área comercial determina que el proyecto es viable, se deriva el requerimiento al área de desarrollo. Esta etapa no es extensa, ya que solamente involucra un levantamiento de requerimientos en profundidad (considerando los aspectos técnicos del proyecto) y la confección de una cotización inicial, la cual detalla el costo de desarrollo y el tiempo que tomará el proyecto. Es importante destacar que es en este punto donde se toma la decisión de usar el chatbot base o no, y esto afecta fuertemente la cotización, debido a que no utilizar el chatbot base

involucra muchas más horas-persona, lo que se traduce en un costo y duración mayores para el desarrollo.

Esta etapa se muestra en la Ilustración 12.

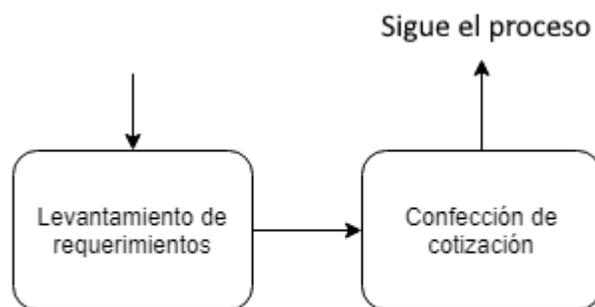


Ilustración 12: Levantamiento de requerimientos y cotización, elaboración propia.

9.1.3. Negociación con cliente

El proceso nuevamente vuelve al área comercial, donde se recibe la cotización y se inicia un proceso de negociación con el cliente, en el cual se afinan precios, plazos y alcances. Esta negociación es iterativa, y el proceso termina si es que finalmente el cliente rechaza la oferta, en cuyo caso se descarta el proyecto. Si el cliente acepta la oferta, se inicia formalmente el proceso de desarrollo y se informa al área de desarrollo para que comience el trabajo.

Esta etapa se muestra en la Ilustración 13.

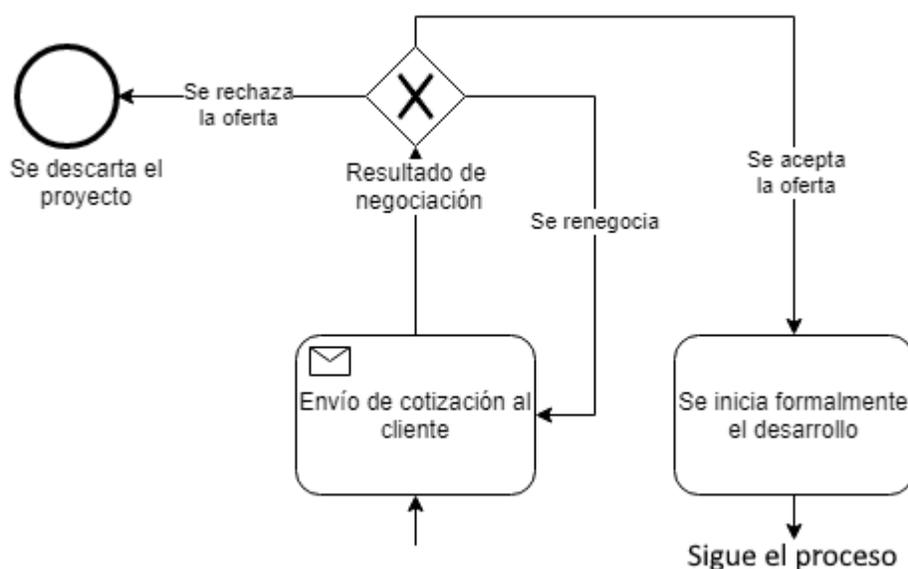


Ilustración 13: Negociación con cliente, elaboración propia.

9.1.4. Desarrollo del chatbot

Esta etapa concentra la mayor parte del trabajo, ya que solamente se inicia cuando el cliente haya aceptado la cotización. En primer lugar, se realiza un nuevo análisis de requerimientos del proyecto, según lo negociado por el área comercial, y en base a esto se conforma un equipo de desarrolladores que estará a cargo del proyecto.

Se vuelve a analizar la factibilidad de utilizar el chatbot base y, según esto, se procede de maneras distintas. En caso de utilizarlo, se crea una nueva instancia del chatbot base y se realiza una configuración inicial. En caso contrario, se procede a desarrollar el chatbot desde cero, lo que implica programar todas las funcionalidades básicas del chatbot y su interfaz gráfica, montar un motor de inteligencia artificial y entrenarlo para responder consultas sencillas, y desarrollar cualquier componente que sea necesaria. Es importante destacar que esta opción toma muchas más horas-persona que la anterior, y que además no es posible utilizar en parte el chatbot base; éste debe ser utilizado en su totalidad o se debe optar por un desarrollo desde cero.

Una vez finalizada esta etapa, independientemente de si se utiliza el chatbot base o no, se pasa a la siguiente parte del proceso, donde se realizan múltiples tareas en forma paralela, lo cual es posible porque no dependen entre sí. Estas tareas son:

- El entrenamiento personalizado del motor de inteligencia artificial, para que este sea capaz de responder consultas específicas y personalizadas al negocio del cliente.
- La creación del árbol de flujo de chatbot, el cual representa visualmente el flujo de una conversación y que es utilizado para las funcionalidades del chatbot que requieran que exista “memoria”, y que las respuestas dependan del historial de la conversación.
- La habilitación de un entorno de prueba para el cliente, el cual está incorporado a la página web de la empresa y posee funcionalidades básicas como ver el historial de conversaciones, editar configuraciones, entre otras.
- La creación y habilitación de un *mock-up*⁸ funcional, el cual está alojado en un servidor independiente que imita el sitio web o plataforma del cliente, con el objetivo de ver el chatbot funcionando de forma similar a como lo haría una vez terminado.
- El desarrollo de funcionalidades extra, las cuales pueden ser múltiples y dependen de las especificaciones y necesidades del cliente

Una vez completadas estas tareas, se procede a afinar detalles, buscando errores y realizando control de calidad. Este afinamiento depende fuertemente del tamaño del proyecto y de su personalización.

⁸ Un mock-up es una maqueta que permite visualizar la funcionalidad de un proyecto, con la ventaja de ser fácil y barato de crear antes de iniciar el proyecto.

Finalmente, una vez que el chatbot esté listo para utilizarse, se procede a instalarlo en las plataformas requeridas, las cuales pueden ser una página web, una intranet y/o una red social.

Esta etapa se muestra en la Ilustración 14.

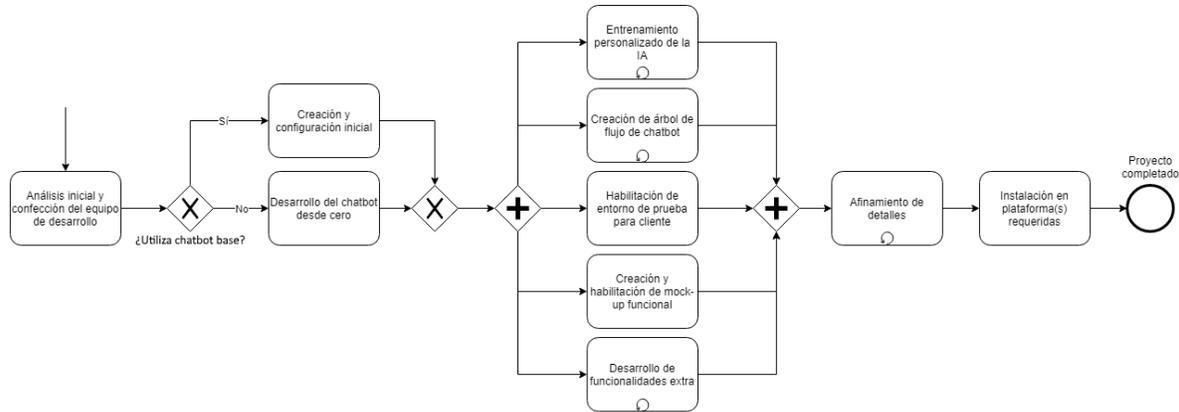


Ilustración 14: Desarrollo del chatbot as-is, elaboración propia.

9.1.5. Análisis del proceso

Una vez concretado el proceso de forma clara y precisa, se procede a analizarlo en busca de posibles puntos de mejora.

El primer descubrimiento, que resulta bastante evidente una vez finalizado el levantamiento, es que el proceso actual no está estandarizado, lo que dificulta la tarea de representar todos los desarrollos con el mismo diagrama. Es por esto que el diagrama presentado previamente consiste en una generalización de los elementos comunes entre desarrollos pasados. Luego, se decide enfocar el rediseño en la formalización y estandarización del proceso para que se regularicen desarrollos futuros.

Por otro lado, se estudian los tiempos que toma cada proceso, realizando más reuniones con empleados de la empresa y revisando los datos históricos de proyectos pasados, y se obtienen los resultados de la Tabla 2.

Tarea	Duración aproximada
Recepción de solicitud	Menor a 1 día
Análisis preliminar	1 día
Coordinación con cliente	Menor a 1 día
Reunión con cliente	1 día
Levantamiento de requerimientos	10 días
Confección de cotización	3 a 7 días
Envío de cotización al cliente	Menor a 1 día
Negociación con cliente	0 a 5 días
Análisis inicial y confección equipo	1 a 5 días
Desarrollo de chatbot desde cero	20 a 60 días
Creación y configuración inicial	10 a 15 días
Entrenamiento personalizado IA	15 a 30 días
Creación árbol de flujo	10 a 15 días
Habilitación entorno de prueba	1 día
Creación de mock-up funcional	3 a 5 días
Desarrollo funcionalidades extra	20 a 240 días
Afinamiento de detalles	10% del tiempo total
Instalación en equipos cliente	3 a 5 días

Tabla 2: Análisis de tiempos del proceso de desarrollo de chatbots.

Resulta evidente que los tiempos estimados previo al levantamiento (entre 37 y 92 días) no son representativos de la realidad.

Como el proceso no es completamente lineal, no es posible sumar todos estos tiempos de forma directa, por lo que se estudiarán todas las posibles rutas:

- Proyecto declarado no viable en primer análisis: 1 día.
- Se decide no realizar el proyecto en reunión con cliente: 2 días.
- El cliente rechaza la cotización: 15 a 24 días.
- El proyecto es completado desde cero: 65 a 367 días.
- El proyecto es completado utilizando el chatbot base: 54 a 318 días.

Las dos rutas que interesa analizar son las correspondientes a un proyecto completado, las últimas dos. Se observa que el tiempo que toma el proceso es mayor al que se había calculado, sobre todo el extremo superior del intervalo, el cual asciende de 92 días a un valor de 367 días.

Algo que resulta anti intuitivo de estos resultados es la diferencia de tiempo entre los proyectos que utilizan chatbot base y los que son desarrollados desde cero, la cual no es tan significativa como se espera, siendo de tan solo 30 días en promedio (tomando como supuesto que el promedio de tiempo de cada proceso es el valor en el medio del intervalo). Es decir, la utilización o no del chatbot base solamente afecta a las horas-persona empleadas en un 13,9%.

Estos valores revelan una oportunidad: el chatbot base no cumple a cabalidad su función y, si fuera posible trabajarlo en profundidad, podría aumentar mucho más esta diferencia. Además, si el chatbot base es más robusto y posee más funcionalidades, éste podrá ser utilizado en una mayor proporción de proyectos.

9.2. Rediseño del proceso

Siguiendo la lógica descrita anteriormente, se propone realizar diversas modificaciones al proceso de desarrollo actual, incorporando diferentes técnicas de automatización y separando mejor las tareas entre las áreas con el objetivo de simplificarlo y eliminar la mayor proporción de incertidumbres posible. Los resultados de este proceso se ilustran en un diagrama BPMN, el cual se muestra en el Anexo B.

En base a lo anterior, se propone el rediseño del proceso de la Ilustración 15.

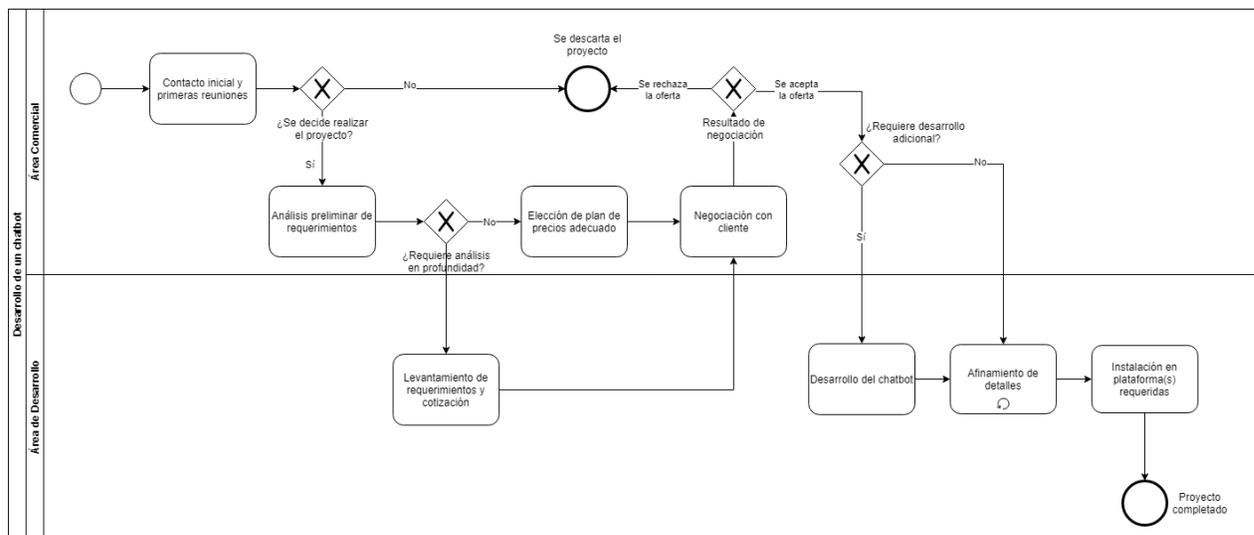


Ilustración 15: Proceso to-be simplificado del desarrollo de chatbots en Chatbot Chile, elaboración propia.

Este rediseño posee la misma lógica general, pero cambios en algunas partes del flujo lógico. Las siguientes tareas mantienen la estructura a las del proceso as-is:

- Contacto inicial y primeras reuniones (Ilustración 11).
- Levantamiento de requerimientos y cotización (Ilustración 12).
- Negociación con cliente (Ilustración 13).

9.2.1. Desarrollo del chatbot

La única tarea modificada es la correspondiente al desarrollo del chatbot, la cual pasa a tomar la estructura de la Ilustración 16. Los cambios consisten en quitar la decisión sobre si utilizar el chatbot base o no (porque en el futuro todo desarrollo utilizará el chatbot base), quitar la habilitación del entorno de prueba (debido a que éste será habilitado de forma automática) y mover el afinamiento de detalles e instalación en plataformas requeridas fuera de la tarea (puesto que el flujo en el que están involucradas cambia).

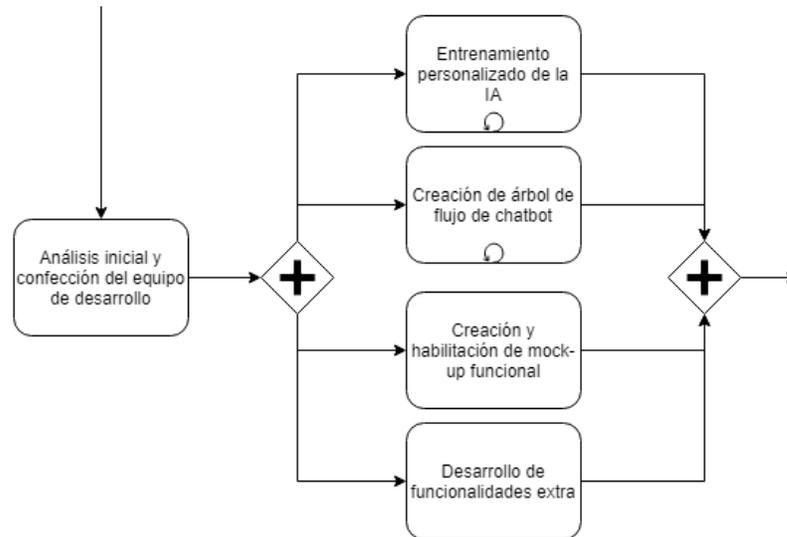


Ilustración 16: Desarrollo del chatbot to-be, elaboración propia.

9.2.2. Análisis en profundidad

Otro cambio relevante en el rediseño es la pregunta sobre la necesidad de realizar un análisis en profundidad o no tras el análisis preliminar. Este cambio permite filtrar proyectos sencillos y tradicionales sin necesidad de ser derivados al área de desarrollo, de manera que el área comercial seleccionará un plan de precios preestablecido según la categoría a la que más se acomode la necesidad del cliente, y luego pasará directamente a la etapa de negociación.

Este cambio permite agilizar los inicios del desarrollo, eliminando los diez días destinados al levantamiento de requerimientos en aquellos proyectos suficientemente tradicionales como para no ameritar profundización.

Por otro lado, este cambio retrasa el involucramiento del área de desarrollo hasta cuando sea necesario desarrollar funcionalidades, labor en la que se especializa el área, optimizando el trabajo dentro de la empresa.

9.2.3. Desarrollo adicional

Una vez concretada la negociación de forma exitosa, se crea una nueva pregunta que afecta el resto del proceso: ¿es necesario realizar un desarrollo adicional? La pregunta apunta a filtrar aquellos desarrollos cuyos requerimientos son completamente cubiertos por el chatbot base, para los cuales se pasará directamente al afinamiento de detalles, sin pasar por la tarea más costosa: el desarrollo del chatbot.

Esta pregunta es clave para el futuro de la empresa, ya que mientras mayor sea la proporción de desarrollos que no requieran de desarrollo adicional, menores serán las horas-persona invertidas en el proceso. Para aumentar esta proporción, es necesario que el chatbot base sea lo suficientemente robusto como para cubrir los requerimientos más solicitados por clientes, además de ser suficientemente flexible como para realizar modificaciones a su funcionamiento sin ser necesario partir desde cero en los casos que sea necesaria una personalización más avanzada.

9.3. Propuesta de rediseño

Es importante señalar que el diagrama BPMN to-be no representa por completo el rediseño propuesto, debido a múltiples dimensiones de un proceso que no afectan tan evidentemente su flujo. Es por eso que a continuación se detallan dichas dimensiones: una breve contextualización de la situación actual, la propuesta de rediseño y el impacto estimado.

9.3.1. Nueva metodología de trabajo

La metodología de trabajo del área de desarrollo es informal y desordenada, por lo que uno de los principales cambios al proceso consiste en estandarizarla. Se propone instaurar una metodología de integración continua (19) para todo desarrollo dentro del área, incluyendo el desarrollo de chatbots.

La integración continua se basa en la existencia de un repositorio compartido de código al cual se integran cambios frecuentemente. De este modo, el software está en constante proceso de mejora y es posible identificar errores fácilmente, además de presentar al cliente con entregas parciales funcionales.

Esta metodología se complementa mediante el uso de *branches* (20) y *pull requests* (21), y se basa en mantener un ambiente independiente para cada trabajador (una rama o branch) de manera de que los cambios de uno no afecten el trabajo de otro. Una vez que una rama está lista, ésta se puede integrar a la rama maestra para luego ser pasada a producción. La forma para integrar cambios se llama pull request, la cual corresponde a un proceso de revisión colaborativa entre trabajadores para corregir errores antes de que se pasen a producción. Estas prácticas permiten un desarrollo mucho más ordenado y formal, siendo posible además trazar cada cambio hasta su origen.

Según encuestas y estudios en áreas de desarrollo de diferentes empresas, los desarrolladores con mejores resultados son aquellos que implementan cambios en el código frecuentemente, y aquellos con peores resultados se demoran meses (22). Esto sirve como justificación para emplear una metodología de este tipo.

En cuanto a la organización de los trabajadores dentro del área, se propone utilizar alguna metodología ágil (23). Estas metodologías están basadas en la formación de pequeños equipos de trabajo horizontales, con un líder variable en el tiempo y con reuniones diarias, que tiene por objetivo involucrar a cada trabajador activamente en los proyectos, ciclar los roles dentro del equipo, agilizar el trabajo en equipo y mantener a todos informados sobre el estado de avance de los demás.

Estos cambios metodológicos no generan una disminución directa en las horas-persona utilizadas en cada proyecto, pero ayudan a que la gerencia general de la empresa sea consciente del estado de cada uno de sus proyectos activos mediante sus tasas de avance y, además, saber cuántos recursos disponibles existen frente a la posibilidad de un nuevo proyecto.

9.3.2. Segmentación de clientes y filtros iniciales

En el proceso actual, tras el primer contacto, se realiza una reunión inicial entre el cliente y el área comercial, en la cual se discuten los requerimientos del proyecto en detalle. Estos requerimientos son derivados al área de desarrollo para que sean analizados en profundidad y luego generen una cotización. Esta cotización se deriva de vuelta al área comercial para luego iniciar la negociación con el cliente.

Este subproceso es ineficiente por muchas razones:

- Se coordina reunión con el cliente aunque los requerimientos ya estén claros o sean fáciles de aclarar de forma remota.
- Se derivan los requerimientos al área de desarrollo para ser analizados en profundidad aunque ya estén claros.
- Se utiliza tiempo del área de desarrollo en la confección de una cotización personalizada.

Es por esto que se propone un cambio en estas interacciones iniciales, tal y como se describe previamente en el rediseño.

La idea detrás del rediseño es la estandarización de este proceso, definiendo distintas categorías de proyecto con cotizaciones precalculadas, con el objetivo de que las reuniones iniciales pasen a estar enfocadas en la clasificación del proyecto requerido en una de estas categorías. Esto apunta a disminuir las horas-persona empleadas y disminuir la personalización de la parte inicial del proceso, la cual no aporta gran valor al producto final.

Actualmente, existen tres planes de precios en Chatbot Chile, separados principalmente por la cantidad de conversaciones que puede alcanzar el chatbot en un mes. Estos son:

- **Básico:** hasta 100 contactos, \$19.990.
- **Profesional:** hasta 400 contactos, \$59.990.
- **Empresa:** hasta 1.000 contactos, \$99.990.

El plan empresa es el único que incluye soporte telefónico, mientras que el plan básico y el plan profesional tienen soporte por correo electrónico.

Estos planes segmentan los proyectos solamente según el tráfico mensual del chatbot, lo cual tiene sentido desde un punto de vista de costos, pero no considera otras especificaciones o requerimientos del proyecto. Por esto, se propone realizar una categorización separada sobre el desarrollo del chatbot en sí, en la cual se consideren otros factores, como lo son:

- Funcionalidades que tiene el chatbot.
- Cantidad de plataformas por las cuales es accesible el chatbot.
- Complejidad del desarrollo.
- Urgencia del desarrollo.

Siguiendo la lógica de modularizar las funcionalidades del chatbot, se propone que el chatbot base tenga un precio base y que cada funcionalidad adicional aumente el precio del producto final, de manera que el precio para cada cliente sea la suma de los precios de las funcionalidades que necesite.

Para realizar la clasificación, se proponen las siguientes dos opciones:

1. **Cuestionario:** los clientes contestan un cuestionario on-line según sus requerimientos y son clasificados automáticamente según sus respuestas. Esta opción automatiza el proceso y ahorra la necesidad de reunirse con el cliente.
2. **Reunión inicial:** durante la reunión inicial con el área comercial, los empleados de Chatbot Chile clasifican el proyecto según las necesidades del cliente. Esta opción no automatiza el proceso, pero es más personalizada y permita una clasificación más precisa.

Como este cambio automatiza la porción inicial del proyecto, disminuye las horas-persona del proceso en 13 – 17 días para la opción 1 y 15 – 19 días para la opción 2, correspondientes al análisis preliminar, la reunión con el cliente, el levantamiento de requerimientos y la confección de la cotización.

9.3.3. Proceso de inducción a nuevos empleados

Si bien el ambiente laboral de la empresa no es malo, es casi inexistente, en el sentido de que casi la totalidad del trabajo es en modalidad remota (desde sus inicios en 2017). Por esto, existe reducida o nula interacción entre compañeros de trabajo, siendo la mayoría de las interacciones entre un empleado y su jefe. Esto genera independencia a cada trabajador, junto con la posibilidad de avanzar a su propio ritmo, pero tiene efectos indeseados, como lo es la falta de apoyo al llegar a la empresa.

Sin embargo, la empresa es muy pequeña y no posee los recursos como para formar un área de recursos humanos, por lo que no es posible establecer una política de inducción muy sofisticada.

Teniendo eso en mente, se propone la instauración de un proceso de inducción a nuevos empleados sencillo, con una duración de entre una y dos semanas, en el cual se realicen reuniones con empleados de Chatbot Chile y sus fundadores para conversar sobre el funcionamiento de la empresa, además de servir como una oportunidad para conocerse.

Además, se plantea la posibilidad de utilizar un servicio como Slack o Microsoft Teams para complementar el trabajo, siendo posible mantener una conversación profesional entre los miembros de la empresa, resolver dudas, trabajar conjuntamente, realizar reuniones remotas y compartir documentos y archivos.

Este cambio apunta a disminuir la alta rotación de personal mediante una mejora en el ambiente laboral sin una inversión muy alta, con el fin de aumentar la productividad promedio de los trabajadores (debido a menos tiempo perdido tratando de entender cómo funcionan algunos códigos).

9.3.4. Guía de instalación automática

Para automatizar la parte inicial del proceso de desarrollo de un chatbot, se propone confeccionar una guía de instalación que sirva como tutorial para los clientes, los cuales podrán seguir simples instrucciones para montar y configurar un chatbot en la plataforma de Chatbot Chile. Para esto, se recomienda que un diseñador profesional cree un template de documento oficial de la empresa, para darle una imagen más profesional y seria. Esta guía podría incluirse en formato web en la página de la empresa de forma pública, para servir como publicidad de forma indirecta.

Utilizando como base la plataforma de la empresa en su estado actual, el documento debe guiar a un cliente a través de los siguientes pasos:

1. Creación de cuenta en la plataforma virtual de Chatbot Chile (<https://chatbotlatam.com/register/>).
2. Activación de cuenta mediante correo electrónico.
3. Descripción de la plataforma, sus secciones y funcionalidades.
4. Cómo crear un chatbot básico.
5. Cómo simular un ambiente de prueba para poder conversar con el chatbot.
6. Cómo acceder a la configuración del chatbot y modificar su saludo inicial y sus respuestas estáticas.
7. Cómo modificar el árbol de respuestas según distintas categorías.
8. Cómo entrenar respuestas dinámicas.
9. Cómo acceder al dashboard con indicadores y estadística sobre el funcionamiento del chatbot.

Una vez completada la guía, el cliente podrá modificar y personalizar su chatbot según sus necesidades y analizar si desea contratar los servicios de Chatbot Chile. Este periodo

de prueba hará más claro el valor de los chatbots de la empresa y aumentará el interés de posibles clientes.

Como el objetivo de esta guía es la automatización de las partes iniciales del proceso de desarrollo de un chatbot, su impacto será aumentando la facilidad para iniciar nuevos desarrollos, permitiendo a la empresa aumentar su número de clientes.

9.3.5. Flexibilización del chatbot base

El chatbot base que existe actualmente en la empresa parece ser bastante funcional a simple vista, siendo capaz de ser configurado en meros minutos, tras los cuales estará listo para ser utilizado. Este proceso es completamente automático y sólo hace falta crear una cuenta en la página web de Chatbot Chile.

Para estudiar más en profundidad este chatbot generado automáticamente, la empresa otorga acceso al sistema para crear una cuenta con un chatbot creado automáticamente a partir del chatbot base.

La Ilustración 17 muestra la ventana del chat que viene por defecto en el chatbot base. De esta interfaz visual es posible cambiar el título (“Habla con Nosotros”), el saludo inicial del chatbot (“Hola ¿en qué puedo ayudarte?”), el texto en el botón de ayuda (“Feedback”) y el color (lila). El segundo mensaje (“¿Con qué necesitas ayuda?”) y los botones de alternativas (“Comercial” y “Postventa”) dependen de la configuración del árbol de conversación, la cual inicialmente es la indicada en la Ilustración 18. El chatbot base además está entrenado para responder a saludos y despidos, reconocer agradecimientos e insatisfacción, responder preguntas sobre el funcionamiento de los chatbots y realizar un registro de usuario básico (en el cual se registra un nombre, un mail y un número de teléfono). Si se hace clic en el botón de ayuda de la izquierda, se pasa a otra vista (Ilustración 19) donde es posible dejar comentarios.

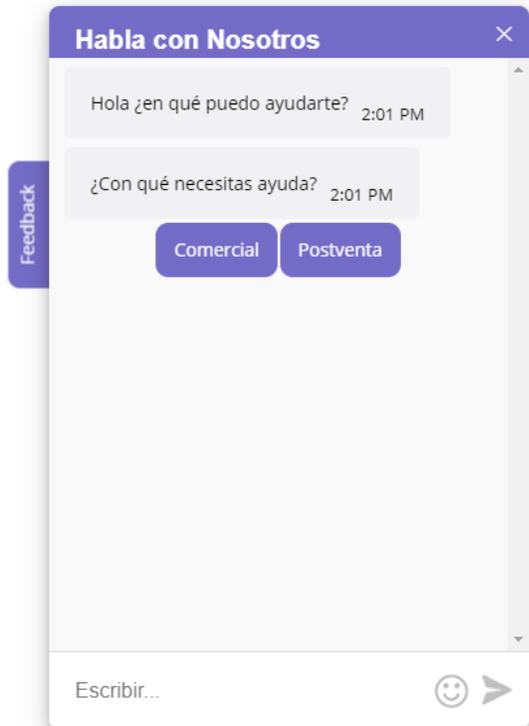


Ilustración 17: Chatbot base as-is, vista principal.

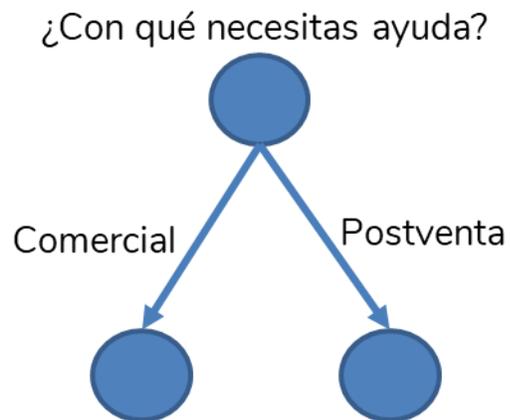


Ilustración 18: Árbol de conversación incluido en el chatbot base as-is.

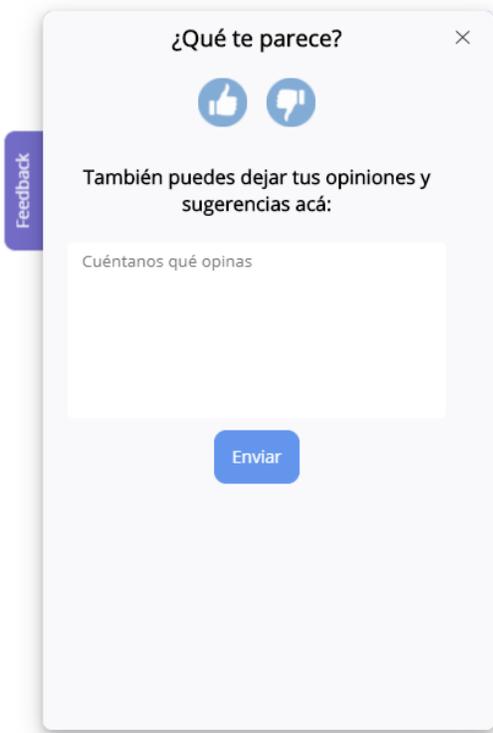


Ilustración 19: Chatbot base as-is, vista de ayuda.

Existen distintas formas de comunicarse con el chatbot, particularmente mediante mensajes escritos, *emojis* o clics en botones de respuesta.

Finalmente, la plataforma donde existe el chatbot base permite ver todas las conversaciones históricas, cambiar una conversación a modo “manual” donde el chatbot deja de responder y lo reemplaza una persona, cambiar manualmente el texto de las respuestas y ver un dashboard simple con KPI relevantes.

Entre las opciones que no están disponibles se encuentran:

- **Entrenar respuestas nuevas:** sólo es posible modificar el texto de mensajes de respuestas previamente entrenadas. Si se requieren nuevas respuestas, es necesario contactar a Chatbot Chile.
- **Derivar un usuario a una persona:** el chatbot base es capaz de derivar al usuario a una persona específica, pero las personas no son capaces de derivar al usuario a otra persona arbitraria.
- **Vía de comunicación integrada con Chatbot Chile:** si se desea contactar a Chatbot Chile, se debe hacer vía mail o presencial, ya que no existe una interfaz que simplifique la comunicación.
- **Vía de comunicación directa entre usuarios y administradores:** el único registro de una conversación entre un usuario y un chatbot es la conversación misma, y es difícil hacer seguimiento de una consulta o problema.

- **Envío de archivos:** no es posible enviar por el chat archivos, ya sean archivos de texto o archivos multimedia.

Se identifica una limitación crítica: el chatbot base solamente puede ser usado por completo: es decir, si un cliente necesita un chatbot que posea tan solo una funcionalidad que el chatbot base no tenga, se deberá optar por no utilizar el chatbot base (opción muy costosa) o utilizar técnicas poco ortodoxas de programación para interceptar mensajes para tener comportamiento no convencional. Esta última opción funciona bien, pero el desarrollo resulta complejo, difícil de entender y difícil de mantener, además de requerir más horas-persona que un desarrollo tradicional.

En la práctica, lo anterior significa que en muchos desarrollos, aproximadamente la mitad, el chatbot base no es utilizado y, en su lugar, el chatbot es creado por completo de forma independiente. Este desarrollo es claramente redundante, pero se opta por esta opción ya que termina siendo más eficiente que tratar de incorporar nuevas funcionalidades al chatbot base, proceso que es lento, complejo y desordenado.

En base a todo lo anterior, se propone flexibilizar el chatbot base, con el fin de que este sea más fácil de modificar para implementar nuevas funcionalidades. Este proceso de flexibilización tomará tiempo y esfuerzo, pero a la larga ahorrará recursos al evitar tener que desarrollar las funcionalidades básicas nuevamente en cada proyecto.

La propuesta consiste en modificar el chatbot base existente sin alterar sus funcionalidades, es decir, solamente modificando su estructura, principalmente en cómo está dividido el código: se propone que cada chatbot sea una aplicación simple (sin lógica de negocio), capaz de conectarse a cada funcionalidad a través de una API. Cada funcionalidad existirá en un módulo separado e independiente, siendo posible insertarlo como extensión a todos los chatbots que se desee, con diferentes configuraciones.

Esta técnica se conoce como una arquitectura de microservicios (24) (25), y posee ventajas como ser fácil de mantener, ser capaz de ser implementada de forma independiente y ser altamente escalable, entre otras. Estas características aplican directamente a los problemas que enfrenta actualmente el desarrollo de chatbots en la empresa.

Otra ventaja de este cambio de arquitectura es la posibilidad de separar la base de datos en múltiples bases pequeñas, de forma que cada una contenga la lógica necesaria para un grupo de funcionalidades. Esto permite disminuir el tráfico a la base de datos y mejorar los tiempos de respuesta de forma considerable.

Este cambio de arquitectura se representa en la Ilustración 20.

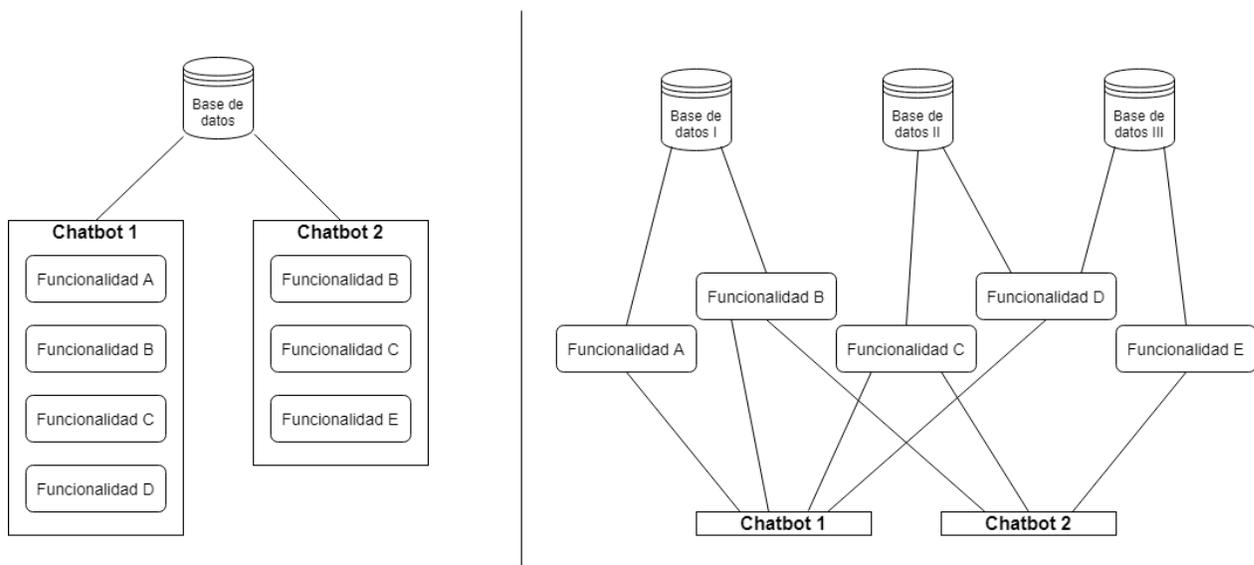


Ilustración 20: Arquitectura actual (izquierda) y arquitectura propuesta (derecha), elaboración propia.

Suponiendo que actualmente el 50% de los desarrollos no utilizan el chatbot base, se estima que este cambio de arquitectura disminuirá este valor a tan solo 10%. Utilizando los valores de la Tabla 2, esto provocaría una disminución de la duración promedio del proceso en 16 días hábiles y una disminución de la variabilidad en 16 días hábiles⁹.

9.3.6. Incorporación de funcionalidades al chatbot base

Para agregarle más valor al chatbot base, se propone desarrollar e implementar alguna funcionalidad que actualmente no existe y que haya sido solicitada recurrentemente por clientes y potenciales clientes. Para esto, se opta por realizar un análisis de impacto y factibilidad, considerando las funcionalidades según su frecuencia histórica.

Para estandarizar las dimensiones a analizar, todo potencial proyecto es evaluado con una nota de 1 a 5 en cuatro criterios diferentes, donde 1 significa no deseable y 5 significa muy deseable. Los criterios relevantes para el análisis son:

- **Veces solicitado:** número de ocasiones en las que un cliente o cliente potencial ha solicitado la funcionalidad, complementado por el tamaño de los proyectos en donde fue solicitado. De esta manera, se evalúan más alto aquellas funcionalidades que han sido solicitadas en proyectos que signifiquen altos ingresos para la empresa.
- **Valor agregado:** valor que añade al chatbot base la funcionalidad, haciéndolo más atractivo para futuros clientes.
- **Tiempo de desarrollo:** tiempo requerido para desarrollar la funcionalidad, donde se evalúan mejor aquellos proyectos que se ajustan más al marco temporal del trabajo.

⁹ Que ambos valores sean de igual magnitud es mera coincidencia.

- **Dificultad del desarrollo:** qué tan complejo es el desarrollo de la funcionalidad, considerando el contexto en donde será realizado el trabajo y los conocimientos necesarios para realizarlo.

Estos criterios son resumidos en impacto y factibilidad utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{Impacto} = 0,75 * \text{Veces solicitado} + 0,25 * \text{Valor agregado}$$

$$\text{Factibilidad} = 0,65 * \text{Tiempo de desarrollo} + 0,35 * \text{Dificultad del desarrollo}$$

Finalmente, se calcula un puntaje que resuma la relación entre impacto y factibilidad, según la siguiente fórmula:

$$\text{Puntaje} = \sqrt{\text{Impacto} * \text{Factibilidad}}$$

Los resultados del análisis se encuentran en la Ilustración 21, y los datos utilizados para su confección se encuentran en el Anexo C.

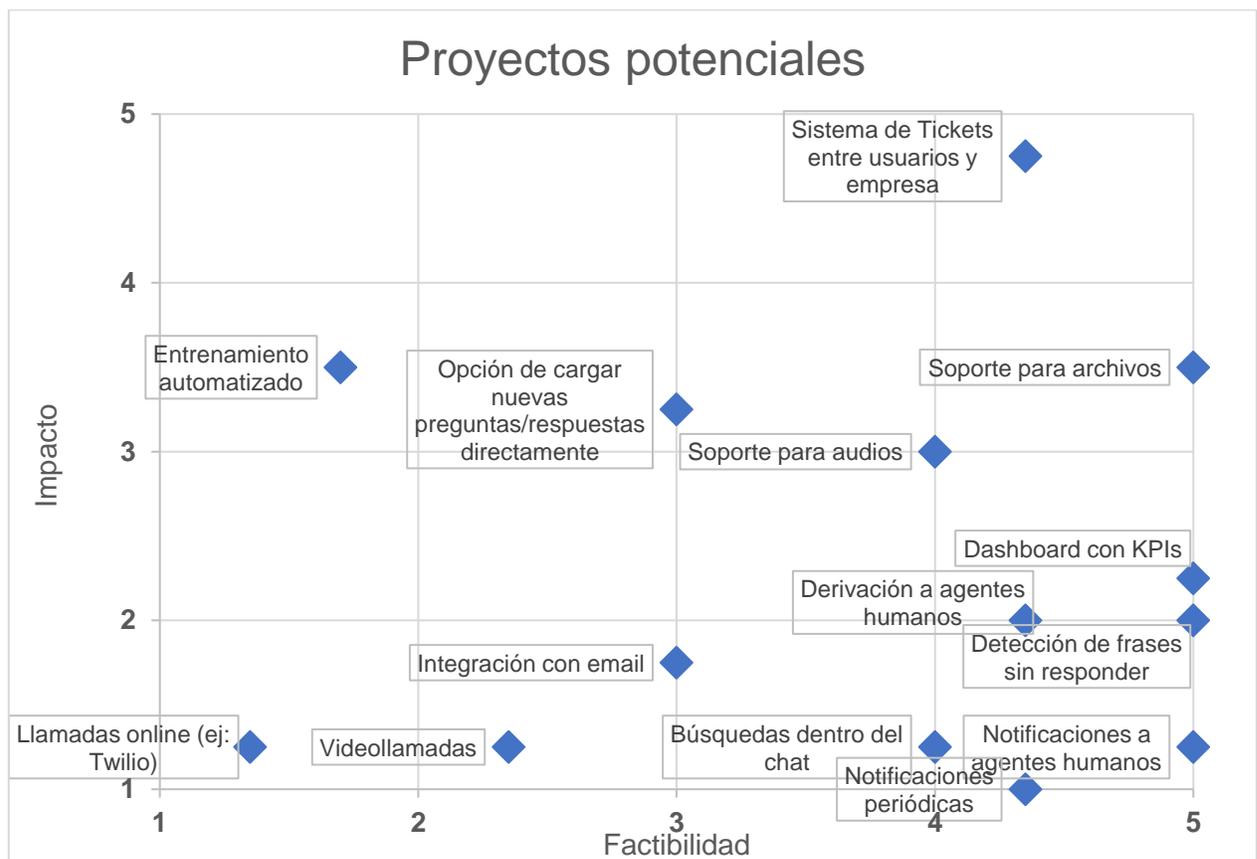


Ilustración 21: Análisis impacto-factibilidad de proyectos potenciales, elaboración propia.

Si se consideran las opciones con mayor puntaje, se observa que solamente las siguientes tienen un puntaje superior a 4,00:

- Sistema de tickets entre usuarios y empresa, puntaje 4,55. Consiste en implementar un sistema que formalice las conversaciones entre usuarios y

administradores mediante “tickets” únicos. Es la funcionalidad más solicitada y es desafiante por tratarse de una funcionalidad que actualmente no existe, lo que implica que su desarrollo involucraría diseño y modelamiento previo.

- Soporte para archivos, puntaje 4,18. Consiste en permitir a usuarios, agentes y chatbots adjuntar archivos de cualquier tipo a las conversaciones, ya sean archivos de texto, planillas de Excel, archivos multimedia, entre otros. Posee una alta factibilidad pero impacto menor, debido a que no es un punto de diferenciación con la competencia, y siempre existen maneras de hacer referencia a archivos con el chatbot base actual.

Luego, cualquiera de estas dos opciones es recomendada a la empresa como punto de partida en caso de desear desarrollar nuevas funcionalidades. En el caso del sistema de tickets, los datos históricos de Chatbot Chile indican que esta funcionalidad ha sido solicitada por cinco clientes en el pasado: cuatro de estos proyectos debieron ser rechazados y el restante se renegoció para no incluir la funcionalidad. Por esto, si se llegara a implementar esta funcionalidad en el chatbot base, se podría aumentar la cantidad de proyectos aceptados considerablemente en el futuro, sin tener que invertir horas-persona adicionales.

9.4. Desarrollo del rediseño

Considerando la propuesta de rediseño detallada previamente, se tienen diversas dimensiones en las cuales se puede profundizar en el corto plazo. Si se ve el estado actual de la empresa y los proyectos en los que está involucrado cada empleado, junto con los recursos disponibles, la opción más viable en el presente es la incorporación de funcionalidades al chatbot base.

Esta decisión se sustenta en el hecho de que el chatbot base actual es bastante pobre en funcionalidad, siendo capaz de abarcar un porcentaje mínimo de los requerimientos de cada cliente, por lo que una mejora en este ámbito significará un impacto directo en el funcionamiento de Chatbot Chile en el corto plazo.

9.4.1. Diseño de la solución

Antes de iniciar el desarrollo, se realiza un análisis previo para determinar los requerimientos básicos de un sistema de tickets, de manera de poder tener un producto mínimo viable para entregar a la empresa. Estos requerimientos son:

- **Existencia de tickets:** conjuntos de mensajes, correos, documentos y otros referidos a un mismo tema entre un usuario y la empresa cliente.
- **Integración con plataforma web de Chatbot Chile:** posibilidad de clasificar tickets según tema, asignarlos a agentes de la empresa, responderlos, cambiar su estado y prioridad.
- **Integración con correos electrónicos.**
- **Integración con chatbots de Chatbot Chile** mediante la creación de un ticket a partir de una conversación.

El flujo que sigue un ticket desde su creación hasta su resolución se muestra en la Ilustración 22.



Ilustración 22: Flujo de un ticket dentro del sistema, elaboración propia.

En base a lo anterior, el primer paso consiste en diseñar el modelo de datos que almacenará la información relacionada a los tickets, detallando cómo ésta se conectará con la base de datos existente en Chatbot Chile. El modelo de datos se ilustra mediante un diagrama entidad-relación en la Ilustración 23. Se separa la lógica del sistema de tickets en tres entidades:

- **Ticket:** entidad que representa un ticket completo, guardando datos básicos del usuario (*subscriber*), junto con llaves foráneas de las tablas preexistentes de la empresa (*app*) y del empleado asignado al ticket (*agent*). Además, guarda el asunto del ticket (*subject*) y su urgencia (*urgency*).
- **Ticket Component:** entidad que representa cada actualización en el estado del ticket, ya sea un mensaje enviado/recibido, un documento adjunto, un cambio de estado/urgencia, entre otros.
- **Ticket Topic:** entidad que describe cada tipo de actualización que se puede realizar a un ticket, y le asocia un código. Esta entidad solamente existe para que los datos se almacenen de forma más ordenada y estén normalizados.

Tal como se muestra en la Ilustración 23, cada ticket está asociado a una empresa, un usuario y un empleado, y puede estar relacionado a múltiples componentes. Cada componente, por su parte, está relacionado a solamente un ticket y un tópico, además de estar relacionado a un usuario y un empleado. La aparente redundancia en las relaciones con empleado y usuario se explica por el hecho de que es posible cambiar un empleado o usuario asignados a un ticket, por lo que si eliminaran las relaciones se perdería información histórica.

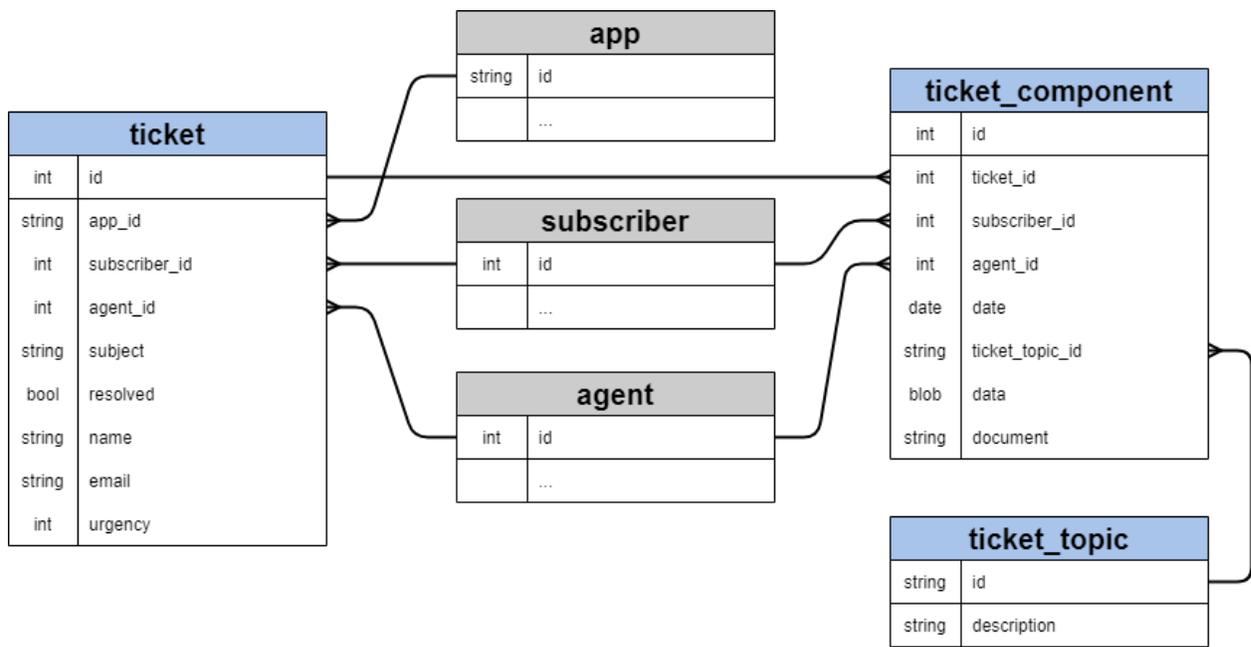


Ilustración 23: Diagrama entidad-relación del sistema de tickets, con entidades nuevas en celeste, elaboración propia.

Para implementar este modelo de datos, se opta por incorporarlo a la misma base de datos que existe actualmente en la empresa, para no agregar complejidad innecesaria. Esta base se encuentra en un servidor de MariaDB, que sigue el estándar SQL, por lo que se elabora un archivo que inserte las tablas, índices y llaves necesarias para implementar el modelo, el cual se encuentra en el Anexo D.

Una vez implementado el modelo de datos, se procede a implementar una interfaz para realizar operaciones de tickets mediante una API, como crear tickets, enviar mensajes, cambiar estado/urgencia, entre otros.

9.4.2. Herramientas utilizadas

El trabajo se lleva a cabo de forma remota, manteniendo comunicación con la empresa mediante las plataformas de Zoom, Google Meet y Telegram. Se realizan reuniones periódicas para intercambiar información, resolver dudas y reportar avances.

La totalidad del código es escrita en los lenguajes de programación Python, Java y Kotlin, en orden descendiente de importancia. El desarrollo de software se gestiona utilizando el software de control de versiones Git, y además involucra el uso de múltiples programas y herramientas, como lo son:

- **Apache XAMPP**: paquete de software para el desarrollo y puesta en marcha de aplicaciones web de forma sencilla, que incluye base de datos.
- **DataGrip**: entorno de desarrollo integrado (o IDE) orientado al manejo de bases de datos.
- **IntelliJ**: IDE orientado al desarrollo de software en Java y Kotlin.

- **PyCharm:** IDE orientado al desarrollo de software en Python.
- **Docker:** conjunto de productos en formato “*platform as a service*”¹⁰ que virtualizan entornos de trabajo, principalmente para administrar dependencias y simular un entorno de producción.

9.4.3. Implementación

La implementación del sistema de tickets se divide en dos partes:

- La lógica de manipulación de tickets (creación, modificación, asignación y procesamiento de mensajes y correos), agrupada en un backend escrito en Java y Kotlin.
- La interfaz visual para el análisis de tickets, integrada a la plataforma existente de Chatbot Chile, sirviendo como frontend escrito en Python.

La idea general es que los usuarios interactúen directamente sólo con el frontend, el cual se comunicará con el backend mediante llamadas asíncronas utilizando una interfaz de programación de aplicaciones o API. Esta separación permite mantener ordenado el sistema, separando claramente la lógica interna (backend) de la externa (frontend).

En el backend, se crean funciones para cada operación básica de un sistema de tickets, y se habilita una API para permitir su ejecución desde el frontend.

El frontend consiste principalmente de dos vistas: una lista de todos los tickets de una empresa ordenados por la fecha de su última actualización, similar a una bandeja de entrada de un correo electrónico (como se observa en la Ilustración 24), y una vista de detalle de un ticket representada mediante una conversación en chat (como se observa en la Ilustración 25).

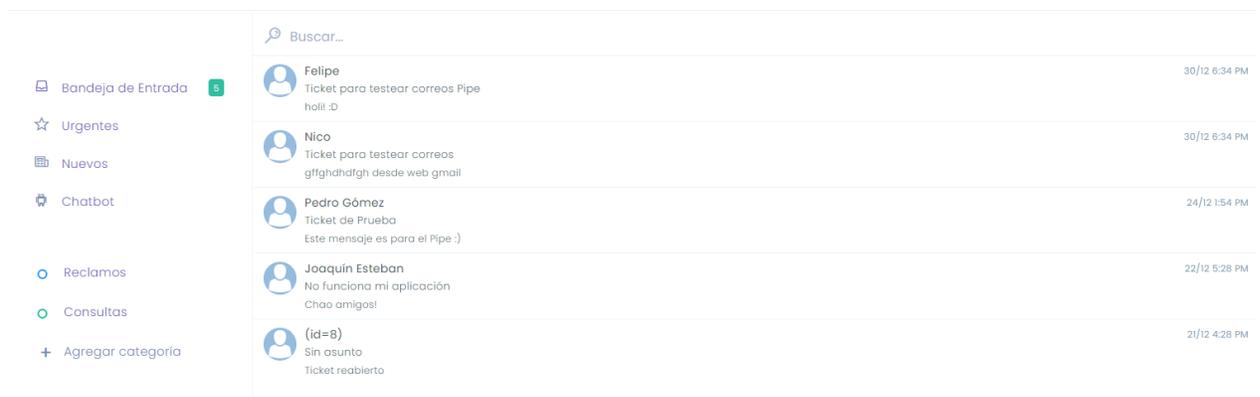


Ilustración 24: Vista de lista de tickets en el frontend.

¹⁰ El concepto de “*platform as a service*”, o PaaS, corresponde a un entorno preparado para ser integrado a un ambiente preexistente.

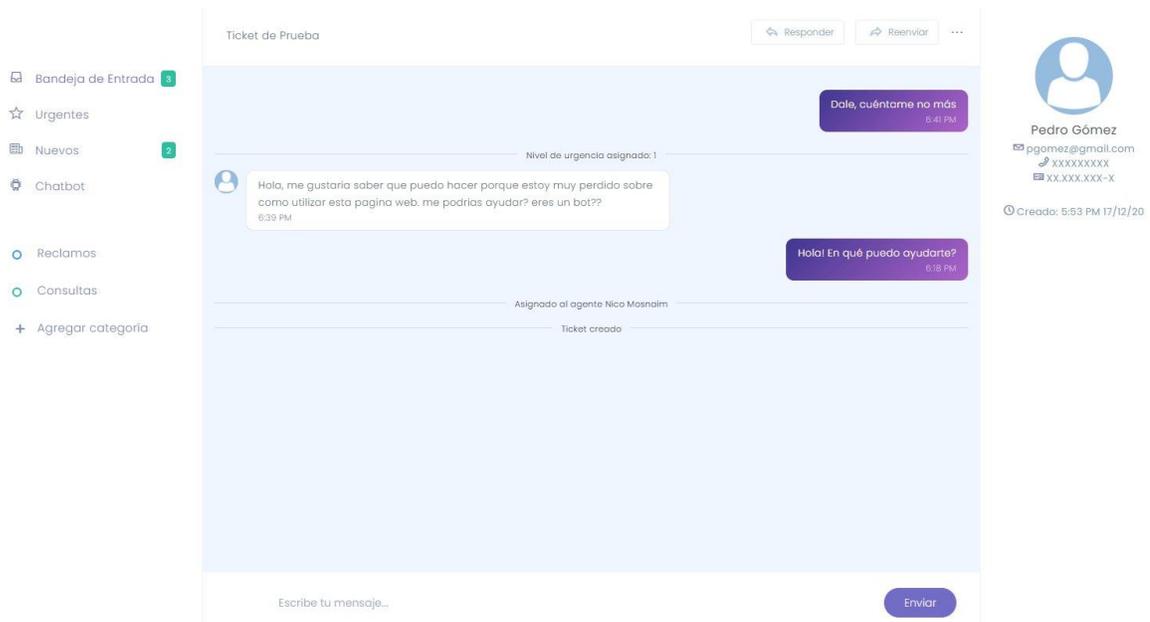


Ilustración 25: Vista de detalle de un ticket en el frontend.

9.5. Puesta en marcha

Una vez completa la formulación del rediseño, se presenta a Chatbot Chile una propuesta formal de rediseño, señalando los cambios en general mediante el diagrama BPMN y los cambios más detallados según lo detallado en la sección 9.4.

Debido a que completar en su totalidad la puesta en marcha del rediseño está fuera de los alcances del trabajo, se procede a definir indicadores para poder evaluar el rediseño cuando sea implementado y a desarrollar una estrategia para la puesta en marcha.

9.5.1. Métricas e indicadores

Para poder evaluar el funcionamiento de la empresa en relación a sus desarrollos, se definen múltiples métricas e indicadores relevantes, capaces de resumir los datos en un valor fácil y rápido de entender, junto a valores referenciales para entender si los valores están fuera del rango aceptable.

En el contexto de toda la empresa, se definen los siguientes:

- **Número de proyectos en curso:** indicador de capacidad que muestra la cantidad de desarrollos activos dentro de la empresa. Permite resumir en un solo número qué tan ocupada se encuentra Chatbot Chile, para poder saber si es prudente iniciar nuevos proyectos. Basado en la capacidad actual de la empresa, está limitado entre 0 y 8, donde menos de 2 es considerado preocupante y más de 4 es considerado bueno. Estos valores cambiarán al momento que aumente o disminuye la cantidad de desarrolladores de la empresa.
- **Retraso promedio:** indicador de productividad que muestra el promedio de tiempo de retraso por sobre la duración total de proyecto calculada al inicio del proceso. Permite medir qué tan bien se están calculando las duraciones de cada proyecto,

además de servir como indicador de la eficiencia del trabajo dentro del área de desarrollo. Históricamente, el retraso promedio de los proyectos oscila entre 0% y 20%, por lo que los límites adecuados para este indicador son 0% y 10%, donde más de 7,5% es considerado preocupante y menos de 2,5% es considerado bueno. La forma de calcular el valor de este indicador se muestra en la Ilustración 26.

$$RP = \begin{cases} \frac{TT}{TP} - 1 & TT \geq TP \\ 0 & TT < TP \end{cases}$$

Ilustración 26: Fórmula para calcular el valor del retraso promedio, donde RP es el retraso promedio, TT es el tiempo tomado y TP es el tiempo previsto al inicio del proyecto.

- **Rotación de personal:** indicador de valor calculado como el número de empleados que dejaron la empresa en los últimos 12 meses dividido por el número promedio de empleados en los últimos 12 meses. Representa qué tan frecuente los empleados cambian y se considera que valores altos son perjudiciales para toda empresa. Considerando los valores normales del rubro del desarrollo de software, este indicador está limitado entre 0% y 20%, donde más de 12,5% es considerado preocupante y menos de 10% es considerado bueno.

Estos indicadores se muestran en la Ilustración 27.



Ilustración 27: Mock-up de dashboard de indicadores nivel empresa (valores de ejemplo), elaboración propia.

9.5.2. Estrategia de implementación

Como el rediseño implica múltiples dimensiones, no es posible cambiar todas al mismo tiempo. Por lo tanto, se propone realizar cambios progresivos para disminuir el impacto en los trabajadores y en los desarrollos actuales.

El nuevo proceso de inducción puede ser diseñado a la brevedad, para poder ser aplicado a los próximos trabajadores que entren a la empresa, con el fin de disminuir la rotación inicialmente, lo que aumentará la capacidad de Chatbot Chile para llevar a cabo el resto de los cambios con más holgura. La nueva metodología de trabajo también debe ser

prioritaria, por el hecho de que se espera que afecte fuertemente la eficiencia del trabajo dentro de la empresa.

La nueva segmentación de clientes no es prioritaria, debido a que actualmente la empresa realiza pocos proyectos al año, por lo que su impacto solamente será relevante cuando los otros cambios permitan aumentar la capacidad de la empresa. Además, su realización posiblemente requiera de un estudio de mercado para definir la categorización de proyectos de manera que sea útil para Chatbot Chile.

En cuanto a la flexibilización del chatbot base, éste es un proceso que tomará bastante tiempo y recursos, ya que implica analizar y ordenar mucho código preexistente, además de un proceso de testeo riguroso y extenso, tras el cual es necesario portar los chatbots existentes. Por esto, se recomienda no dar prioridad a este cambio.

La guía de instalación automática solamente tendrá utilidad cuando esté lista la flexibilización del chatbot base y esté habilitada la creación de un chatbot de forma automática mediante la plataforma web, por lo que tampoco es prioritaria.

En cuanto a las funcionalidades extra, éstas podrán ser incorporadas como extensiones al chatbot base solamente cuando éste ya haya sido rediseñado. Sin embargo, la empresa deberá seguir desarrollando funcionalidades para los proyectos en los que está trabajando actualmente, por lo que se sugiere escribir el código de forma ordenada y documentada, para que luego sea fácil modificarlas para darles carácter autónomo y reutilizable (siguiendo la metodología de los microservicios).

Teniendo todas estas consideraciones en mente, se recomienda dividir la implementación según lo indicado en la Tabla 3, y se programa una carta Gantt que muestra el plan para la implementación (Ilustración 28).

Parte del rediseño	Semana de inicio	Duración en semanas
Proceso de inducción	1	2
Instauración de nueva metodología de trabajo	1	8
Segmentación de clientes y filtros iniciales	6	5
Flexibilización del chatbot base	8	11
Guía de instalación automática	17	2
Incorporación de funcionalidades al chatbot base	18	indefinida ¹¹

Tabla 3: Plan para la implementación.

¹¹ La duración de la incorporación de funcionalidades al chatbot base está indefinida porque es un proceso sin fecha de término y de mejora constante.

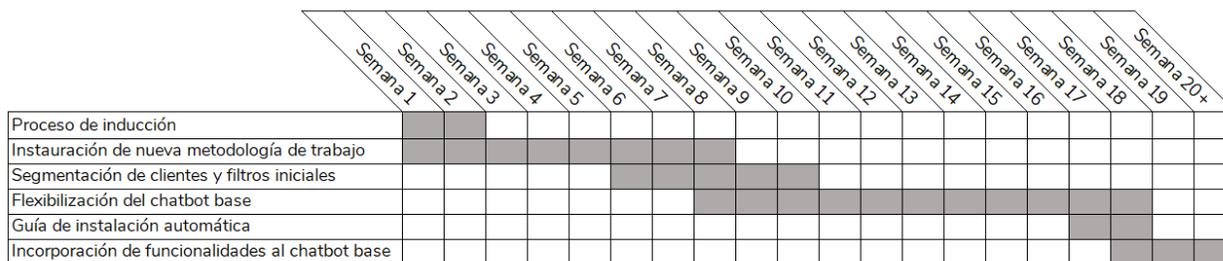


Ilustración 28: Carta Gantt del plan para la implementación.

9.5.3. Implementación en un proyecto real

Al momento de desarrollar la funcionalidad adicional al chatbot base del sistema de tickets, resulta que en Chatbot Chile existe un proyecto de desarrollo que incluye un requerimiento de funcionalidad aplicable, por lo que el software desarrollado como parte de la sección 9.4 puede ser aplicado en un caso real.

En este desarrollo, la implementación del sistema de tickets se acopla a la plataforma de Chatbot Chile como una nueva sección, funcionando en estado básico y siendo probada por el cliente.

De esta forma, la funcionalidad extra ya aporta valor al producto de la empresa, y es desarrollada teniendo en mente la metodología de microservicios, por lo que podrá ser reutilizada en cualquier desarrollo futuro.

9.6. Análisis de resultados

Como la implementación del rediseño no está contemplada en los alcances de este trabajo, no es posible realizar un análisis de resultados. Sin embargo, sí es posible establecer criterios para evaluar los resultados una vez que el rediseño se lleve a cabo.

Utilizando los indicadores definidos en la sección 9.5.1, se definen rangos de satisfacción para cada uno de ellos dependiendo de las partes del rediseño que se implementen, considerando los datos de la Tabla 4.

Parte del rediseño	Número de proyectos en curso	Retraso Promedio	Rotación de personal
Proceso de inducción			X
Instauración de nueva metodología de trabajo	X	X	X
Segmentación de clientes y filtros iniciales	X		
Flexibilización del chatbot base	X	X	
Guía de instalación automática	X		
Incorporación de funcionalidades al chatbot base			

Tabla 4: Impacto de las partes del rediseño en cada indicador. Una celda marcada significa que el indicador es afectado por la implementación de la parte del rediseño correspondiente.

Es importante recalcar que la guía de instalación automática solamente puede ser efectiva si se realiza la flexibilización del chatbot base, ya que de otro modo no es posible automatizar el inicio del proceso para permitir al cliente crear un chatbot de forma autónoma. Por otro lado, el efecto de la incorporación de funcionalidades al chatbot base no puede ser estimado correctamente, ya que sería necesario tomar supuestos muy fuertes o analizar cada funcionalidad posible por separado, lo cual no es factible.

9.6.1. Número de proyectos en curso

Actualmente, el número de proyectos activos en cualquier momento nunca supera cuatro y por lo general está entre uno y dos. Esto se debe a la alta carga en los trabajadores que representa cada desarrollo, sumado a la baja capacidad de la empresa, y ambos factores serán impactados por el rediseño.

En primer lugar, la segmentación de clientes y filtros iniciales disminuirá medianamente la dificultad de iniciar un nuevo proyecto de desarrollo, al simplificar los recursos necesarios en las primeras etapas mediante la automatización. Esto incidirá indirectamente en el indicador, el cual aumentará. Sin embargo, si ésta es la única parte del rediseño implementada, no aumentará el máximo actual de cuatro proyectos simultáneos.

Por otro lado, la guía de instalación automática tendrá un efecto similar pero más marcado, ya que le da mucha más autonomía al cliente en el inicio del proceso, agilizando el proceso de filtro y negociación, lo cual también generará un aumento en el indicador.

Finalmente, las dos partes del rediseño que más impactarán el indicador son la nueva metodología de trabajo y la flexibilización del chatbot base, ya que ambas disminuyen considerablemente los recursos necesarios para desarrollar un proyecto nuevo, lo que aumenta la capacidad de la empresa considerablemente. Si el área comercial de la empresa está al tanto de este aumento en capacidad, será posible aumentar la tasa de captación de nuevos clientes, aumentando directamente el indicador.

Si se implementan todas las partes propuestas en el rediseño, se espera que, en promedio, el número de proyectos en curso pasa de 0 – 4 a 7 – 12, lo cual significa un aumento de 375%. Como este incremento en proyectos no aumenta los costos variables de producción, al ser principalmente mejoras de eficiencia, los ingresos también aumentan en un porcentaje similar. Cerca de la mitad del aumento corresponde a la instauración de una nueva metodología de trabajo, seguida por la flexibilización del chatbot base.

9.6.2. Retraso promedio

Tal como fue calculado a partir de los datos históricos de Chatbot Chile, los proyectos poseen una gran variabilidad en tiempo de desarrollo, ubicándose entre 54 y 367 días (la Tabla 2 resume el desglose de tiempos en las distintas tareas). Debido a esto, no tiene sentido definir un indicador que mida la duración en días, ya que este valor no sería comparable entre distintos proyectos y su promedio no tendría fácil interpretación. Luego, es necesario analizar las diferencias entre el tiempo previsto por el área de desarrollo antes de iniciar el proyecto y el tiempo efectivo que toma. Esto permite aislar la

componente de la variabilidad que no es estimada correctamente, ya sea por temas de desorden o baja eficiencia.

Si bien no existe en la empresa un registro detallado de esta diferencia de tiempos, esta puede ser estimada entre 0% y 20%, es decir, en promedio Chatbot Chile se demora entre un 0% y un 20% más de lo que calcula inicialmente.

La instauración de una nueva metodología de trabajo disminuye considerablemente este retraso, ya que apunta a disminuir el desorden en el área, además de implementar una metodología agile de trabajo, por lo que los trabajadores estarán siempre conscientes de cuánto queda para los plazos establecidos. Se espera que esta parte del rediseño disminuya el límite superior del indicador a 8%.

La flexibilización del chatbot base también disminuye los retrasos, al simplificar las fases iniciales del desarrollo, las cuales suelen ser fuentes de incertidumbre y demoras inesperadas en múltiples casos. Se espera que esta parte del rediseño disminuya el límite superior del indicador a 12%.

Si se implementan todas las partes propuestas en el rediseño, se espera que el retraso promedio de los proyectos pase de 0% – 20% a 0% – 5%, lo que significa que los retrasos serán en promedio cuatro veces menores en magnitud.

9.6.3. Rotación de personal

El cálculo de la rotación de personal en Chatbot Chile es muy impreciso, debido a su pequeño tamaño, lo que implica que una persona que deje la empresa puede modificar su valor en más de un 10%. Pese a esto, es posible estimar su valor promedio entre los valores de 20% y 40%.

La parte del rediseño que espera disminuir este valor en mayor medida es la instauración de un nuevo proceso de inducción, el cual implica una disminución del indicador de un 15% (es decir, cerca de una persona y media al año) aproximadamente.

La nueva metodología de trabajo, por su parte, mejorará el ambiente laboral indirectamente, ya que los desarrolladores no perderán tiempo por falta de coordinación, estarán más involucrados en el trabajo de sus compañeros, y podrán visualizar claramente el estado de avance de un proyecto. Luego, implica una disminución del indicador de un 5% aproximadamente.

Si se implementan ambas partes del rediseño, se espera que la rotación de personal pase de 20% – 40% a 7% – 18%, lo cual está dentro del rango esperable para una empresa en el rubro del desarrollo de software (7).

9.6.4. Resumen

A modo de resumen, si se implementan todas las partes del rediseño propuesto, se esperan los siguientes valores para los indicadores definidos:

- Número de proyectos en curso: 7 a 12.

- Retraso promedio: 0% a 5%.
- Rotación de personal: 7% a 18%.

Se recomienda mantener registro de los valores periódicos de los indicadores desde este momento, para poder analizar su evolución en las distintas etapas de la implementación del rediseño. Los valores calculados en esta sección no serán alcanzados inmediatamente: se estima un periodo de adaptación a los cambios de 1 a 2 años, en el cual los indicadores se aproximarán cada vez más a éstos.

Para los casos en los cuales no se implementen todas las partes del rediseño, se incluyen los valores esperados para los indicadores en el Anexo E.

9.7. Entregables

Tras el término del trabajo, se puede identificar un conjunto de entregables producto de su desarrollo. Estos son documentos y softwares que sirven como un resultado concreto, u *output*, del trabajo de título. A continuación, se detallan los entregables de este trabajo.

9.7.1. Diagramas BPMN del proceso

Se confeccionan dos diagramas BPMN del proceso: uno correspondiente al proceso como existe actualmente en la empresa (diagrama *as-is*, Anexo A) y otro correspondiente al proceso rediseñado al que se pretende llegar (diagrama *to-be*, Anexo B). En las secciones 9.1 y 9.2 se detalla su confección.

9.7.2. Propuesta de rediseño

Se crea una propuesta de rediseño del proceso de desarrollo de chatbots según el análisis realizado previamente. En éste, se detallan diferentes dimensiones en las cuales incide el rediseño. En la sección 9.3 se detalla la confección de la propuesta.

9.7.3. Indicadores

Se definen tres indicadores para medir y evaluar el funcionamiento de la empresa, los cuales permiten el análisis futuro de rediseños implementados. Estos indicadores son:

- Número de proyectos en curso
- Retraso promedio
- Rotación de personal

En la sección 9.5.1 se detalla su creación, y la Ilustración 27 muestra un *mock-up* de un dashboard con estos indicadores.

9.7.4. Plan para la implementación

Se crea un plan para la implementación, detallando una posible estrategia para llevar a cabo cada una de las partes de la propuesta de rediseño, considerando los recursos

limitados de la empresa. En la sección 9.5.2 se describe el plan. La Tabla 3 y la Ilustración 28 lo detallan.

9.7.5. Sistema de tickets

Se inicia el desarrollo de una funcionalidad extra para ser incorporada al chatbot base luego de su flexibilización: un sistema de tickets¹². Este desarrollo es de carácter parcial y concluye con la confección de un prototipo funcional que sirve como punto de partida para seguir desarrollándolo. En la sección 9.4 se detalla su desarrollo.

En su estado actual, el sistema permite revisar todos los tickets activos de una empresa en un formato de lista, ordenados según su fecha de actualización, además de ver el detalle de un ticket. Es posible responder al ticket, lo cual enviará un correo al usuario, y si el usuario responde al correo, el ticket se actualizará automáticamente con el contenido de su respuesta.

¹² En la sección 9.4.1 se define el concepto de “sistema de tickets” y sus especificaciones.

10. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el trabajo, se revisa el objetivo general declarado en la sección 3: *“rediseñar y formalizar el proceso de desarrollo de chatbots en Chatbot Chile para hacerlo más escalable”*.

Se puede afirmar que este objetivo fue cumplido, puesto que el proceso en cuestión fue rediseñado siguiendo la metodología propuesta en la sección 5, utilizando las herramientas y conceptos descritos en la sección 4.

Luego de realizar el levantamiento del proceso actual, las principales conclusiones de esa etapa son que los desarrollos de chatbots son muy desordenados y diferentes entre sí. Se identifica que estas características son un factor importante que impide al proceso ser escalable.

En cuanto al propósito del rediseño (hacer el proceso más escalable), se puede afirmar que la propuesta de rediseño formulada en la sección 9.3 aumenta la escalabilidad del proceso de forma considerable y medible, puesto que automatiza las tareas iniciales y ordena el proceso, permitiendo simplemente contratar más desarrolladores para aumentar linealmente¹³ la capacidad del área de desarrollo de la empresa. Esto se traduce en que la empresa aumentará su capacidad de proyectos simultáneos de 4 a 12.

En cuanto a los objetivos específicos, todos fueron cumplidos a cabalidad. Se desarrolla un plan para la implementación en la sección 9.5.2, donde se detalla una estrategia para implementar las diferentes partes del rediseño en un horizonte temporal de 20 semanas, junto con definir indicadores para evaluar su impacto (sección 9.5.1). De manera complementaria, el sistema de tickets desarrollado como funcionalidad extra para el chatbot base alcanza a llegar a etapas iniciales de implementación en un proyecto en curso de Chatbot Chile, el cual sigue en marcha.

Como se indicó en la sección 1.1.6, una de las ventajas competitivas de Chatbot Chile es la alta personalización de sus productos comparados con su competencia. Considerando el rediseño propuesto, se puede afirmar que esta ventaja competitiva se acentuará aún más, debido a que permitirá a los desarrolladores centrarse en los requisitos particulares del cliente al automatizar la etapa inicial del desarrollo (común a todos los proyectos).

Se espera que en el futuro cercano la empresa pueda implementar parcial o completamente el rediseño propuesto para así convertir su proceso de desarrollo en uno escalable, lo cual impactará positivamente su desempeño en los próximos años, los cuales serán críticos para la futura viabilidad de Chatbot Chile.

10.1. Comentarios sobre la metodología propuesta

En la sección 5, se propuso una metodología para llevar a cabo el rediseño del proceso. Esta fue formulada antes de iniciar el trabajo, por lo que algunas etapas debieron ser modificadas según la información nueva que se aprendía a medida que se avanzaba. A continuación se describen los comentarios sobre cada etapa de la metodología.

¹³ Si bien este aumento no es perfectamente lineal, es una aproximación razonable.

10.1.1. Levantamiento del proceso actual

La principal dificultad presente durante el desarrollo del levantamiento es la escasez de datos históricos en la empresa, los cuales no están registrados de manera formal en ningún documento: es necesario realizar entrevistas a los empleados y exempleados de Chatbot Chile para recopilar lo necesario para poder realizar algún análisis.

Por otra parte, el proceso de desarrollo de chatbots no es un proceso rigurosamente definido, por lo que se tiene que tomar supuestos y hacer generalizaciones para poder ilustrar todos los desarrollos pasados en un único proceso. Un efecto secundario de esto es que el proceso no puede ser descrito muy detalladamente, debido a las diferencias existentes en las distintas etapas de los desarrollos pasados.

Por ende, esta etapa es mejor definida como una investigación descriptiva, incorporando técnicas de recolección de datos como entrevistas, para luego poder confeccionar el diagrama BPMN del proceso actual.

10.1.2. Investigación del estado del arte

La investigación del estado del arte puede ser interpretada de diversas maneras: en particular, el área del desarrollo de chatbots es muy reciente y su información de libre acceso es reducida. Además, al tratarse de un mercado muy competitivo en donde una metodología adecuada es un secreto codiciado por la competencia, las empresas dedicadas al desarrollo de chatbots no suelen divulgar sus procesos públicamente. Luego, la investigación de esta área se debe basar en la información proporcionada por los proveedores de motores de NLP y documentos académicos.

Sin embargo, al enfocar la investigación a otra área, el área de desarrollo de software, es posible obtener mucha más información del estado del arte reciente. Por ende, se opta por generalizar el proceso a uno de desarrollo de software (sin entrar en el detalle de qué tipo de software es desarrollado), para poder llevar a cabo un rediseño más adecuado y bien fundamentado.

10.1.3. Rediseño del proceso actual

Esta etapa no debe estar tan enfocada en los diagramas BPMN, ya que si bien éstos permiten ilustrar un proceso complejo de manera sencilla, no son capaces de reflejar todos los detalles de un proceso completo. Por ende, además de confeccionar los diagramas, es importante describir los cambios de forma escrita y detallada, como complemento a lo visual.

10.1.4. Propuesta formal de rediseño

La propuesta de rediseño no puede resumirse en una categoría aislada, sino que debe incluir todas las dimensiones del proceso que poseen espacio de mejora. Luego, la propuesta se vuelve más extensa y compleja, dividida en diferentes partes. Una consecuencia de esto es que resulta poco factible implementar simultáneamente todas las partes de la propuesta de rediseño.

Por ende, además de presentar la propuesta a la contraparte de la empresa, se debe crear un plan para la implementación, el cual detalle una estrategia para implementar de buena manera los rediseños a cada una de las partes del proceso, considerando factores como los recursos limitados de la empresa y la resistencia al cambio.

10.1.5. Plan para la implementación

Debido a que cada desarrollo tiene una duración muy larga, sumado a que la empresa no posee muchos clientes en un momento dado, no es posible la puesta en marcha del rediseño. Esto implica que no es posible analizar los resultados de forma crítica.

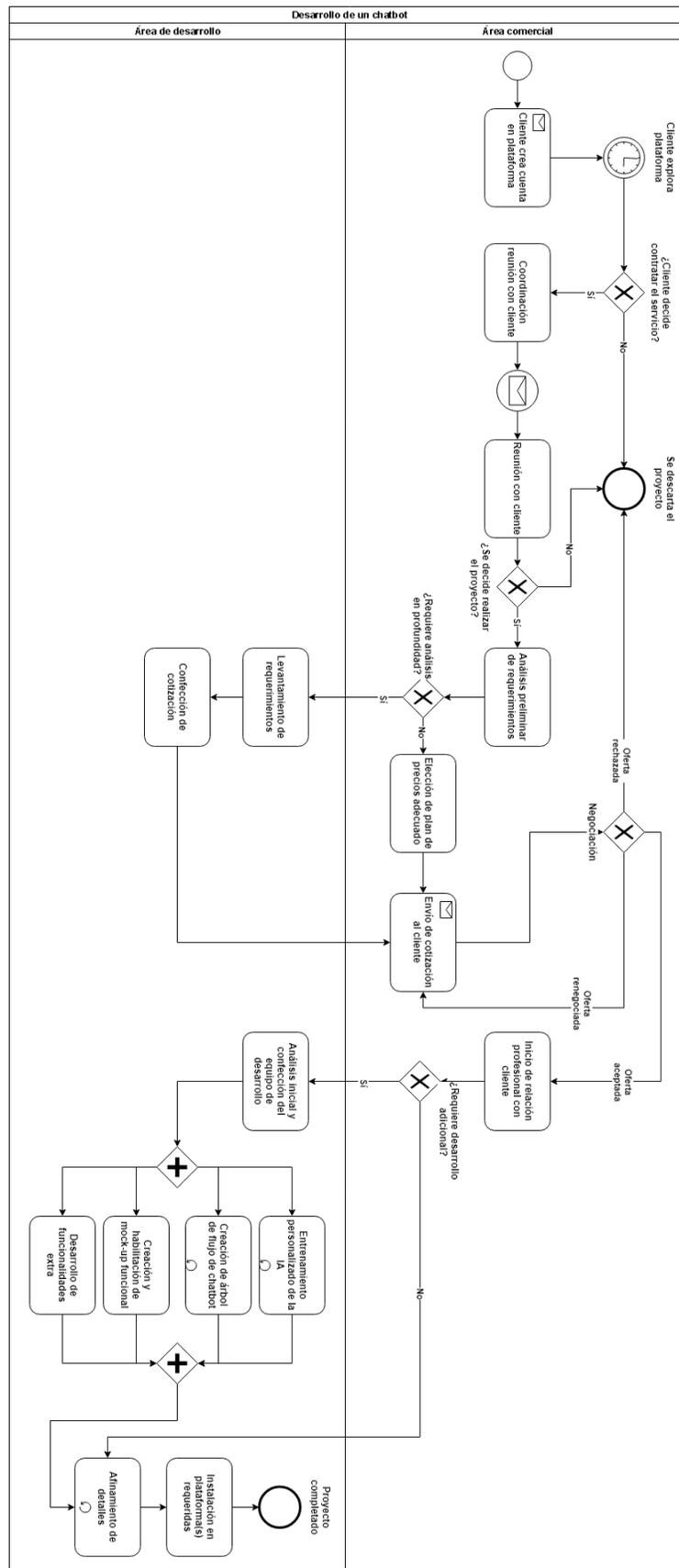
Sin embargo, en lugar de analizar resultados, es posible detallar la metodología para que el rediseño pueda ser evaluado cuando sea llevado a cabo en el futuro. Para esto, se definen indicadores y valores referenciales que permiten medir impacto, además de confeccionar una estrategia de implementación mediante una carta Gantt (Ilustración 28).

11. BIBLIOGRAFÍA

1. **Kunze, Lauren.** We're thinking about the Turing Test all wrong. *Quartz*. [En línea] Quartz, 7 de diciembre de 2018. [Citado el: 18 de diciembre de 2020.] <https://qz.com/1487101/the-turing-test-shows-how-chatbots-ultimate-goal-isnt-intelligence-its-language/>.
2. **Barker, Catalina.** *Evaluación y Desarrollo de Sistema de Asistencia Virtual sobre sexualidad en base a herramientas de inteligencia artificial para apoyar la labor educacional de escolares*. Santiago : Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2019. pág. 186.
3. **Quintana, Pedro.** *Diseño y Evaluación de factibilidad para Chatbot Chile, de sistema de capacitación asistido por herramientas de inteligencia artificial[...]*. Memoria de Ingeniero Civil Industrial. Santiago : Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2019. p. 80.
4. **CHILE. Ministerio Secretaría General de la República.** Ley 19.628: Sobre protección de la vida privada. 18 de agosto de 1999, pág. 13.
5. **Cuervo, José.** *Informática Jurídica*. [En línea] 27 de abril de 2017. [Citado el: 31 de diciembre de 2020.] <http://www.informatica-juridica.com/proyecto-de-ley/proyecto-ley-proteccion-datos-chile-abril-2017/>.
6. **Equidam.** Average Growth Rate for Startups: Equidam. *Equidam*. [En línea] Equidam, 30 de noviembre de 2016. [Citado el: 19 de junio de 2020.] <https://www.equidam.com/average-growth-rate-for-startups/>.
7. **Booz, Michael.** These 3 Industries Have the Highest Talent Turnover Rates. *LinkedIn*. [En línea] LinkedIn, 15 de marzo de 2018. [Citado el: 17 de diciembre de 2020.] <https://business.linkedin.com/talent-solutions/blog/trends-and-research/2018/the-3-industries-with-the-highest-turnover-rates>.
8. **Taylor, William A.** *What every engineer should know about artificial intelligence*. Cambridge, UK : The MIT Press, 1988.
9. **Banfi, Vittorio.** What is a chatbot? *Botsociety Blog*. [En línea] Botsociety, 15 de febrero de 2018. [Citado el: 30 de diciembre de 2020.] <https://botsociety.io/blog/2018/02/what-is-a-chatbot/>.
10. **Olson, Christi y Kemery, Kelli.** 2019 Voice report: Consumer adoption of voice technology and digital assistants. *Microsoft*. [En línea] abril de 2019. [Citado el: 30 de diciembre de 2020.] https://advertiseonbing-blob.azureedge.net/blob/bingads/media/insight/whitepapers/2019/04%20apr/voice-report/bingads_2019_voicereport.pdf.
11. **Weske, Mathias.** *Business Process Management*. 2nd. New York, NY : Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 408.

12. **Bridgeland, Dave and Zahavi, Ron.** *Business Modeling: A Practical Guide to Realizing Business Value.* Burlington, MA : Morgan Kaufmann, 2008. p. 408.
13. **Madison, Dan.** *Process Mapping, Process Improvement, and Process Management: A Practical Guide for Enhancing Work and Information Flow.* Chico, CA : Paton Professional, 2005. p. 313.
14. **Sommerville, Ian.** *Software Engineering.* 10th. London : Pearson, 2015. pág. 816.
15. **Pressman, Roger S.** *Software Engineering: A Practitioner's Approach.* 6th. New York, NY : McGraw Hill, 2005. pág. 880.
16. **Elmasri, Ramez and Shamkant, Navathe B.** *Fundamentals of Database Systems.* 3rd. San Francisco, CA : Benjamin/Cummings, 2002. p. 1009.
17. **Hoffman, Chris.** What Is an API? *How-To Geek.* [En línea] How-To Geek, 18 de marzo de 2018. [Citado el: 14 de enero de 2021.] <https://www.howtogeek.com/343877/what-is-an-api/>.
18. **Cloudflare.** What is the Cloud? *Cloudflare.* [En línea] Cloudflare. [Citado el: 14 de enero de 2021.] <https://www.cloudflare.com/learning/cloud/what-is-the-cloud/>.
19. **CloudBees.** What is Continuous Integration? *CloudBees.* [En línea] CloudBees. [Citado el: 28 de diciembre de 2020.] <https://www.cloudbees.com/continuous-delivery/continuous-integration>.
20. **GitHub.** About branches. *GitHub Docs.* [En línea] GitHub. [Citado el: 28 de diciembre de 2020.] <https://docs.github.com/en/free-pro-team@latest/github/collaborating-with-issues-and-pull-requests/about-branches>.
21. —. About pull requests. *GitHub Docs.* [En línea] GitHub. [Citado el: 28 de diciembre de 2020.] <https://docs.github.com/en/free-pro-team@latest/github/collaborating-with-issues-and-pull-requests/about-pull-requests>.
22. **Fowler, Martin.** State of DevOps Report. *martinFowler.com.* [En línea] martinFowler.com, 29 de mayo de 2019. [Citado el: 4 de enero de 2021.] <https://martinfowler.com/bliki/StateOfDevOpsReport.html>.
23. **Rigby, Darrell K., Sutherland, Jeff y Hirotaka, Takeuchi.** Embracing Agile. *Harvard Business Review.* [En línea] Harvard Business Review, mayo de 2016. [Citado el: 28 de diciembre de 2020.] <https://hbr.org/2016/05/embracing-agile>.
24. **Richardson, Chris.** Microservice Architecture pattern. *Microservices Architecture.* [En línea] 2019. [Citado el: 20 de diciembre de 2020.] <https://microservices.io/patterns/microservices.html>.
25. **Singh, Jetinder.** The What, Why, and How of a Microservices Architecture. *Medium.* [En línea] Hashmap, 7 de junio de 2018. [Citado el: 20 de diciembre de 2020.] <https://medium.com/hashmapinc/the-what-why-and-how-of-a-microservices-architecture-4179579423a9>.

12.2. Anexo B: Diagrama BPMN del proceso to-be



12.3. Anexo C: Análisis de impacto-factibilidad

Proyectos potenciales	Veces solicitado	Valor agregado	Tiempo de desarrollo	Dificultad del desarrollo	Impacto	Factibilidad	Puntaje
Sistema de Tickets entre usuarios y empresa	5	4	4	5	4.8	4.4	4.55
Soporte para archivos	4	2	5	5	3.5	5.0	4.18
Soporte para audios	3	3	4	4	3.0	4.0	3.46
Dashboard con KPIs	2	3	5	5	2.3	5.0	3.35
Detección de frases sin responder	2	2	5	5	2.0	5.0	3.16
Opción de cargar nuevas preguntas/respuestas directamente	3	4	3	3	3.3	3.0	3.12
Derivación a agentes humanos	2	2	4	5	2.0	4.4	2.95
Notificaciones a agentes humanos	1	2	5	5	1.3	5.0	2.50
Entrenamiento automatizado	3	5	1	3	3.5	1.7	2.44
Integración con email	1	4	3	3	1.8	3.0	2.29
Búsquedas dentro del chat	1	2	4	4	1.3	4.0	2.24
Notificaciones periódicas	1	1	4	5	1.0	4.4	2.09
Videollamadas	1	2	2	3	1.3	2.4	1.71
Llamadas online (ej: Twilio)	1	2	1	2	1.3	1.4	1.30

12.4. Anexo D: Instrucción SQL para crear el sistema de tickets

```
1 CREATE TABLE `chatbotadmin`.`ticket` (  
2   `id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT ,  
3   `app_id` VARCHAR(36) NOT NULL ,  
4   `subscriber_id` INT NOT NULL ,  
5   `agent_id` INT NULL ,  
6   `subject` VARCHAR(200) NULL ,  
7   `resolved` BOOLEAN NOT NULL DEFAULT FALSE ,  
8   `name` VARCHAR(200) NULL ,  
9   `email` VARCHAR(200) NULL ,  
10  `urgency` INT NOT NULL DEFAULT '0' ,  
11  PRIMARY KEY (`id`)  
12 ) ENGINE = InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;  
13  
14 CREATE TABLE `chatbotadmin`.`ticket_component` (  
15   `id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT ,  
16   `ticket_id` INT NOT NULL ,  
17   `subscriber_id` INT NULL ,  
18   `agent_id` INT NULL ,  
19   `date` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ,  
20   `ticket_topic_id` VARCHAR(30) NOT NULL DEFAULT 'ERROR' ,  
21   `data` LONGBLOB NULL ,  
22   `document` VARCHAR(200) NULL ,  
23   PRIMARY KEY (`id`)  
24 ) ENGINE = InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;  
25  
26 CREATE TABLE `chatbotadmin`.`ticket_topic` (  
27   `id` VARCHAR(30) NOT NULL ,  
28   `description` VARCHAR(100) NOT NULL ,  
29   PRIMARY KEY (`id`)  
30 ) ENGINE = InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;  
31  
32 INSERT INTO `ticket_topic` (`id`, `description`) VALUES  
33 ('ERROR', 'Tópico no determinado'),  
34 ('CREATED', 'Ticket creado'),  
35 ('RESOLVED', 'Ticket resuelto'),  
36 ('REOPENED', 'Ticket reabierto'),  
37 ('AGENT_ASSIGNED', 'Ticket asignado a agente'),  
38 ('AGENT_REASSIGNED', 'Ticket reasignado a nuevo agente'),  
39 ('SUBSCRIBER_REASSIGNED', 'Ticket reasignado a nuevo suscriptor'),  
40 ('MESSAGE_GENERIC', 'Mensaje'),  
41 ('MESSAGE_AGENT', 'Mensaje del agente'),  
42 ('MESSAGE_SUBSCRIBER', 'Mensaje del suscriptor'),  
43 ('DOCUMENT', 'Documento adjunto'),  
44 ('DOCUMENT_AGENT', 'Documento adjunto por el agente'),  
45 ('DOCUMENT_SUBSCRIBER', 'Documento adjunto por el suscriptor'),  
46 ('EMAIL', 'Email'),  
47 ('EMAIL_AGENT', 'Email enviado por el agente'),  
48 ('EMAIL_SUBSCRIBER', 'Email enviado por el suscriptor'),  
49 ('URGENCY_SET', 'Se le asignó un nivel de urgencia al Ticket'),  
50 ('URGENCY_CHANGED', 'Se le asignó un nuevo nivel de urgencia al Ticket'),  
51 ('WAITING_FOR_SUBSCRIBER', 'Se está esperando respuesta del suscriptor');  
52  
53 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket`  
54 ADD INDEX(`app_id`);  
55  
56 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket`  
57 ADD CONSTRAINT `fk_ticket_app`  
58 FOREIGN KEY (`app_id`)  
59 REFERENCES `chatbotadmin`.`apps`(`id`)  
60 ON DELETE NO ACTION  
61 ON UPDATE NO ACTION;  
62  
63 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket`  
64 ADD INDEX(`subscriber_id`);  
65  
66 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket`  
67 ADD CONSTRAINT `fk_ticket_subscriber`  
68 FOREIGN KEY (`subscriber_id`)  
69 REFERENCES `chatbotadmin`.`subscribers`(`id`)  
70 ON DELETE NO ACTION  
71 ON UPDATE NO ACTION;  
72  
73 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket`  
74 ADD INDEX(`agent_id`);  
75  
76 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket`  
77 ADD CONSTRAINT `fk_ticket_agent`  
78 FOREIGN KEY (`agent_id`)  
79 REFERENCES `chatbotadmin`.`agents`(`id`)  
80 ON DELETE NO ACTION  
81 ON UPDATE NO ACTION;  
82  
83 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket_component`  
84 ADD INDEX(`id`);  
85  
86 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket_component`  
87 ADD CONSTRAINT `fk_ticket_component`  
88 FOREIGN KEY (`ticket_id`)  
89 REFERENCES `chatbotadmin`.`ticket`(`id`)  
90 ON DELETE NO ACTION  
91 ON UPDATE NO ACTION;  
92  
93 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket_component`  
94 ADD INDEX(`subscriber_id`);  
95  
96 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket_component`  
97 ADD CONSTRAINT `fk_ticket_component_subscriber`  
98 FOREIGN KEY (`subscriber_id`)  
99 REFERENCES `chatbotadmin`.`subscribers`(`id`)  
100 ON DELETE NO ACTION  
101 ON UPDATE NO ACTION;  
102  
103 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket_component`  
104 ADD INDEX(`agent_id`);  
105  
106 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket_component`  
107 ADD CONSTRAINT `fk_ticket_component_agent`  
108 FOREIGN KEY (`agent_id`)  
109 REFERENCES `chatbotadmin`.`agents`(`id`)  
110 ON DELETE NO ACTION  
111 ON UPDATE NO ACTION;  
112  
113 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket_component`  
114 ADD INDEX(`ticket_topic_id`);  
115  
116 ALTER TABLE `chatbotadmin`.`ticket_component`  
117 ADD CONSTRAINT `fk_ticket_component_topic`  
118 FOREIGN KEY (`ticket_topic_id`)  
119 REFERENCES `chatbotadmin`.`ticket_topic`(`id`)  
120 ON DELETE NO ACTION  
121 ON UPDATE NO ACTION;
```

12.5. Anexo E: Impacto en indicadores con rediseños parciales

- A. Proceso de inducción
- B. Nueva metodología de trabajo
- C. Segmentación de clientes y filtros iniciales
- D. Flexibilización del chatbot base
- E. Guía de instalación automática

Partes del rediseño implementadas	Rango esperado para el indicador "Número de proyectos en curso"	Rango esperado para el indicador "Retraso promedio"	Rango esperado para el indicador "Rotación de personal"
ninguna	0 - 4	0% - 20%	20% - 40%
A	0 - 4	0% - 20%	10% - 25%
B	3 - 7	0% - 8%	15% - 35%
C	1 - 4	0% - 20%	20% - 40%
D	0 - 5	0% - 12%	20% - 40%
A, B	3 - 7	0% - 8%	7% - 18%
A, C	1 - 4	0% - 20%	10% - 25%
A, D	0 - 5	0% - 12%	10% - 25%
B, C	4 - 7	0% - 8%	15% - 35%
B, D	4 - 10	0% - 5%	15% - 35%
C, D	1 - 5	0% - 12%	20% - 40%
D, E	1 - 5	0% - 12%	20% - 40%
A, B, C	4 - 7	0% - 8%	7% - 18%
A, B, D	4 - 10	0% - 5%	7% - 18%
A, C, D	1 - 5	0% - 12%	10% - 25%
A, D, E	1 - 5	0% - 12%	10% - 25%
B, C, D	6 - 10	0% - 5%	15% - 35%
B, D, E	5 - 10	0% - 5%	15% - 35%
C, D, E	2 - 6	0% - 12%	20% - 40%
A, B, C, D	6 - 10	0% - 5%	7% - 18%
A, B, D, E	5 - 10	0% - 5%	7% - 18%
A, C, D, E	2 - 6	0% - 12%	10% - 25%
B, C, D, E	7 - 12	0% - 5%	15% - 35%
A, B, C, D, E	7 - 12	0% - 5%	7% - 18%

Notas:

- No se considera la incorporación de funcionalidades al chatbot base porque su impacto depende completamente de las funcionalidades específicas.
- La guía de instalación automática solamente puede ser implementada si se implementa la flexibilización del chatbot base.
- Las celdas grises representan casos donde al menos una de las partes implementadas no afecta al indicador, por lo que el rango esperado es igual al caso donde esa parte no es implementada.