



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

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD PARA CHATBOT CHILE, DE SISTEMA DE CAPACITACIÓN ASISTIDO POR HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, QUE PERMITA LA REDUCCIÓN DE ACCIDENTES EN EMPRESAS QUE SE ENCUENTRAN INGRESANDO AL MERCADO DE LA CONSTRUCCIÓN.

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PEDRO SEBASTIÁN QUINTANA PIÑEIRO

PROFESOR GUÍA:

JORGE OMAR ARAVENA SALAZAR

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

ROCÍO BELÉN RUIZ MORENO

FELIPE ESTEBAN VILDOSO CASTILLO

SANTIAGO DE CHILE

2019

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE: Ingeniero Civil Industrial
POR: Pedro Sebastián Quintana Piñeiro
FECHA: 07/01/2019
PROFESOR GUÍA: Jorge Omar Aravena Salazar

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD PARA CHATBOT CHILE, DE UN SISTEMA DE CAPACITACIÓN ASISTIDO POR HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, QUE PERMITA LA REDUCCIÓN DE ACCIDENTES EN EMPRESAS QUE SE ENCUENTRAN INGRESANDO AL MERCADO DE LA CONSTRUCCIÓN.

Chatbot Chile es un emprendimiento iniciado en agosto de 2017, que se encuentra en búsqueda de nuevas oportunidades de negocio en el mercado chileno de la inteligencia artificial, razón por la cual instauran el área de estudios dentro de su estructura. Este espacio tiene como objetivo el desarrollo de investigaciones que presenten soluciones innovadoras a problemas comunicacionales internos o externos en las empresas actuales.

Es en este contexto que se desarrolla el siguiente trabajo de investigación particularmente dirigido al mercado de la construcción en el país, rubro que presenta siniestralidades superiores al promedio del mercado chileno. Dadas estas características la empresa ve una oportunidad para estudiar el desarrollo de un sistema de capacitación asistido por inteligencia artificial con alto potencial de escalamiento que permita reducir los costos de la siniestralidad.

El objetivo del estudio en función de esta hipótesis es diseñar y evaluar un nuevo producto que por medio de herramientas tecnológicas, específicamente de procesamiento de lenguajes naturales, permita a las empresas capacitar a sus trabajadores para disminuir sus tasas de accidentabilidad, entregando de manera digital dinámicas similares a las que se pueden encontrar en sistemas de capacitación tradicional.

Para realizarlo se propuso una metodología en base a la articulación de tres metodologías distintas con focos en desarrollo de productos, diseño instruccional y generación de productos mínimo-viables. Este documento presenta un registro de todo lo realizado durante la investigación, incluyendo: la definición del problema, el diseño de la solución, el diseño y desarrollo del producto mínimo viable, la fase de calibración de la solución desarrollada, la fase de testeo del prototipo y un análisis de los resultados obtenidos, incluyendo recomendaciones futuras para producción y un análisis sobre la aceptación de este tipo de herramientas en el gremio.

Las conclusiones más importantes que se obtienen de la experimentación son: es factible generar una nueva línea de negocio con foco en las capacitaciones encontrando interés tanto a nivel de usuario como de cliente, sin embargo se debe considerar, que se debe entregar el curso por una multiplicidad de canales, que este tipo de desarrollos no se pueden realizar de manera correcta en equipos que no cuenten con múltiples profesionales como ingenieros, diseñadores, pedagogos, etc..., que los cursos deben entregarse en espacios donde se deban completar de manera obligatoria y acompañados de una figura de autoridad valorada y por último que la incorporación de material de apoyo es fundamental para el rendimiento del alumno.

“Y es todo lo que tengo que decir sobre eso”

Forrest Gump

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a mi familia porque no importa la forma que tenga ha sido siempre un apoyo fundamental. A mis padres por apoyarme en cada decisión, aunque no siempre estuviesen de acuerdo, gracias por permitirme el privilegio de estudiar en la universidad y convertirme en un ingeniero.

A mis amigos desde los más antiguos hasta los más nuevos, aquellos con quienes jugué, fui al colegio, estude, trabajé, lo pase mal y lo pase bien. Al lote de valdivianos con los que aún nos juntamos de vez en cuando a ponernos al día y pasarlo bien. A los universitarios con los que no solo aprendí a sobrellevar una facultad tan violenta como esta, sino que también tuve la oportunidad de trabajar para mejorarla. A la gente de La Radio Integral y del CEI por mostrarme que no todo es estudio, que Beauchef no tiene por qué ser tan frío y que trabajando en cosas que te gustan también se puede aprender mucho.

Finalmente, a mi comisión por su apoyo y guía, a todas las personas que aportaron a la investigación, los que me ayudaron con la planificación y la programación, los que conversaron con mi robot para enseñarle, que me ayudaron a buscar testadores y que me recibieron en sus empresas, fundamentales todos para que este trabajo se concrete.

“De ningún lado del todo y de todos lados un poco” [1], la identidad infinitamente densa se construye por una serie de personas, sucesos y lugares que conforman lo que somos y como nos comportamos... gracias a todos los que han aportado en construir la mía.

Tabla de contenido

1	Antecedentes Generales	1
1.1	Características de la Organización o Empresa	1
1.1.1	Misión y Visión	1
1.1.2	Organigrama	1
1.1.3	Productos o Servicios.....	2
1.1.4	Clientes.....	2
1.1.5	Dimensión de la empresa con respecto al mercado	3
1.1.6	Ventaja competitiva en el mercado.....	3
1.2	Marco Institucional del Rubro a Abarcar	3
1.2.1	Tendencias del Marco Institucional a Abarcar	3
1.2.2	Actores	5
1.2.3	Relaciones de la empresa con los actores	6
1.2.4	Niveles de venta de la empresa	6
1.2.5	Normativa nacional relevante.....	7
1.2.6	Posicionamiento de la empresa en el mercado	7
1.3	Desempeño Organizacional.....	8
1.3.1	Crecimiento	8
1.3.2	Ampliación	8
2	Justificación del Tema	8
2.1	Información del Área	8
2.1.1	Principales funciones	8
2.1.2	Productos.....	8
2.1.3	Clientes.....	9
2.1.4	Solicitante.....	9
2.1.5	Beneficiarios.....	9
2.2	Identificación del problema.....	9
2.2.1	Resumen del Problema Identificado	9
2.2.2	Justificación del Problema Identificado	10
2.3	Análisis del Problema	12
2.3.1	Identificación de Supuestos:.....	12
2.3.2	Análisis de Supuestos	13
2.3.3	Propuesta de Hipótesis	15
2.3.4	Alternativas de Solución	15

2.3.5	Selección de solución a estudiar.....	16
2.3.6	Propuesta de Valor.....	17
3	Objetivos	18
3.1	Objetivo General.....	18
3.2	Objetivos Específicos.....	18
4	Marco Conceptual.....	18
4.1	Contexto del Trabajo.....	18
4.1.1	Inteligencia Artificial.....	18
4.2	Términos Generales	19
4.3	Términos Específicos.....	20
4.4	Herramientas Existentes.....	20
5	Propuesta Metodológica.....	22
5.1.1	Detección del Dolor.....	23
5.1.2	Diseño de la Solución	23
5.1.3	Prototipado	23
5.1.4	Post Processing.....	24
6	Resultados Esperados y Alcances.....	24
6.1	Resultados	24
6.2	Alcances	25
6.2.1	Alcances del Trabajo	25
6.2.2	Alcances de la Solución	25
6.3	Impacto.....	25
6.4	Riesgos del Proyecto.....	26
7	Desarrollo del Trabajo de Memoria.....	26
7.1	Selección del Curso a Realizar	26
7.2	Definición de Requisitos y Diseño del Curso	28
7.2.1	Requisitos del prototipo	28
7.2.2	Diseño del Curso	29
7.3	Prototipo Virtual del Producto.....	33
7.3.1	Estructura de la entrevista	33
7.3.2	Respuestas	34
7.3.3	Síntesis de los puntos más importantes.....	35
7.4	Selección de Herramientas Tecnológicas.....	35
7.5	Funcionamiento del Software.....	37

7.5.1	Caracterización del Producto Mínimo Viable	37
7.5.2	Explicación de los procesos del Servicio	37
7.5.3	Calibración del Robot	44
7.5.4	Aprendizajes de la Calibración.....	45
7.6	Prototipo.....	46
7.6.1	Objetivos del Prototipo	46
7.6.2	Criterios de Evaluación.....	46
7.6.3	Resultados	47
7.6.4	Análisis de Resultados	50
7.7	Comentarios Sobre la Metodología Propuesta	52
7.7.1	Detección de Dolor.....	52
7.7.2	Diseño de la Solución	53
7.7.3	Prototipado	53
7.7.4	Post Processing.....	54
7.8	Conclusiones.....	54
7.8.1	Conclusiones Generales	54
7.8.2	Recomendaciones Futuras.....	56
8	Bibliografía.....	58
9	Anexos	61
9.1	Anexo A: Listado de Cursos Propuestos por la MUSEG para el 2018	61
9.2	Anexo B: Infografías utilizadas para el desarrollo del curso	62

Índice de tablas

Tabla 1.	Tasas de accidentabilidad y de accidentes fatales para los 3 rubros con más trabajadores asegurados en el país. Elaboración propia, datos informe estadístico de la SUSESO.....	10
Tabla 2.	Estimación nuevos trabajadores del rubro de la construcción. Elaboración propia datos informe estadístico de la SUSESO.	10
Tabla 3.	Tasas de accidentabilidad y accidentabilidad fatal para mutualidades en el rubro de la construcción. Elaboración propia datos informe estadístico de la SUSESO.	11
Tabla 4.	Costo promedio por accidente por días no trabajados. Elaboración propia, datos de la SUSESO.....	11
Tabla 5.	Estimación de costos de la tasa inicial de cotización adicional diferenciada para el rubro de la construcción. Elaboración propia, datos del informe estadístico de la SUSESO.	12
Tabla 6.	Matriz de selección de soluciones según utilidad para la empresa. Elaboración propia.	17
Tabla 7.	Resumen resultado calibración, crecimiento de la base de conocimiento. Elaboración propia.....	45

Tabla 8. Resumen resultado calibración, resultados preliminares del rendimiento del curso. Elaboración propia.	45
Tabla 9. Categorías de evaluación prototipo a desarrollar. Elaboración propia.	47
Tabla 10. Resumen resultado prototipo, crecimiento de la base de conocimiento. Elaboración propia.	48
Tabla 11. Resumen resultado prototipo, resultados preliminares del rendimiento del curso. Elaboración propia.	48

Índice de figuras

Ilustración 1. Organigrama Chatbot Chile, elaboración propia.	2
Ilustración 2. Trabajadores asegurados por año 2013 - 2017. Elaboración propia, datos de la Superintendencia de Seguridad Social.	3
Ilustración 3. Tasa de accidentabilidad promedio años 2013 - 2017. Elaboración propia, datos de la Superintendencia de Seguridad Social.	4
Ilustración 4. Empresas Cotizantes promedio años 2013 - 2017. Elaboración propia, datos de la Superintendencia de Seguridad Social.	5
Ilustración 5. Disciplinas de la Seguridad Social y problemas de los que se hacen cargo. Fuente Organización Iberoamericana de Seguridad Social.	13
Ilustración 6. Ejemplo de un mensaje tipo M. Elaboración propia.	38
Ilustración 7. Ejemplo de un mensaje tipo I. Elaboración propia.	38
Ilustración 8. Ejemplo de un mensaje tipo R. Elaboración propia.	39
Ilustración 9. Ejemplo de mensaje tipo A. Elaboración propia.	39
Ilustración 10. Ejemplo de mensaje tipo P. Elaboración propia.	40
Ilustración 11. Ejemplo de mensaje de error, en esta imagen se puede ver una variación del mensaje entregado en la clasificación anterior. Elaboración propia.	40
Ilustración 12. Esquema de funcionamiento de la lógica del Chatbot. Elaboración propia.	43
Ilustración 13. Recomendaciones de seguridad al trabajar desde una plataforma elevadora. Elaboración propia, material gráfico de ACHS.	62
Ilustración 14. Definición de un accidente por atrapamiento. Elaboración propia, material gráfico ACHS.	63
Ilustración 15. Definición de accidente por caída a distinto nivel. Extracto infografía ACHS. ...	63
Ilustración 16. Definición de andamio. Extracto curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.	64
Ilustración 17. Ejemplos de caídas a distinto nivel. Extracto curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.	64
Ilustración 18. Definición escalas de tijera. Extracto curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.	64
Ilustración 19. Definición escalas transformables. Extracto curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.	65
Ilustración 20. Definición escala de apoyo. Extracto curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.	65
Ilustración 21. Definición de accidente por golpes por caída de objetos. Extracto curso de capacitación para trabajos en altura de la ACHS.	66

Ilustración 22. Hoja de preparación para trabajo en andamios. Elaboración propia, material gráfico ACHS.	66
Ilustración 23. Cuadro resumen materiales de escaleras, ventajas y desventajas. Extracto curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.	67
Ilustración 24. Medidas de prevención trabajos en plataformas móviles. Elaboración propia, material gráfico ACHS.	67
Ilustración 25. Medidas preventivas en escalas. Extractos curso capacitación para trabajo en altura de la ACHS.	68
Ilustración 26. Planificación trabajo en escaleras. Elaboración propia, material gráfico ACHS. .	68
Ilustración 27. Planificación trabajo en plataformas móviles. Elaboración propia, material gráfico ACHS.	69
Ilustración 28. Cuadro índice de radiación UV. Extracto infografía ACHS.	69
Ilustración 29. Recomendaciones de seguridad en andamios. Elaboración propia, material gráfico ACHS.	70
Ilustración 30. Definición y características Sistema de Protección de Caídas. Elaboración propia, material gráfico ACHS.	70
Ilustración 31. Tipos de escalas. Extractos curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.	71
Ilustración 32. Definición tipos de plataforma elevadora. Elaboración propia, material gráfico ACHS.	71

1 ANTECEDENTES GENERALES

1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ORGANIZACIÓN O EMPRESA

El mercado laboral actual enfrenta cambios acelerados producto de la explosión tecnológica que ha caracterizado a la economía en las últimas décadas, algunos de los indicadores claros de esto son la incorporación a la medición del IPC del servicio de internet durante los cambios 2008 – 2009 y posteriormente la inclusión de la banda ancha móvil en el año 2013 [2] o que para el año 2020 aproximadamente el 50% de los trabajadores serán millennials una generación de trabajadores que se criaron en la época digital y que por lo tanto se desenvuelven con mayor facilidad al utilizar tecnologías [3]. Los cambios a los que se ha visto enfrentado el mercado, han hecho que la incorporación de infraestructuras tecnológicas avanzadas en los procesos de las empresas, migre desde lo que alguna vez pudo ser una ventaja competitiva a lo que hoy en día se considera como una condición necesaria pero no suficiente para subsistir en el largo plazo [3]. Aprovechando como oportunidad de negocios esta nueva necesidad en el mercado, ChatBot Chile busca posicionarse en el mercado como una consultora que preste servicios de transformación digital de los procesos que realicen las empresas, incluyendo en ellas herramientas de Inteligencia Artificial particularmente herramientas de Natural Language Processing¹ que formen parte de la estructura tecnológica necesaria para su funcionamiento.

1.1.1 Misión y Visión

La misión y visión declaradas por la empresa son:

- **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

La empresa actualmente es un emprendimiento en etapa de formación por lo que su organigrama se encuentra en constante cambio, sin embargo, se puede observar al momento de la redacción de este documento la siguiente estructura:

¹ De ahora en adelante NLP



Ilustración 1. Organigrama Chatbot Chile, elaboración propia.

Como se puede observar en la ilustración la empresa se divide en tres áreas cada una de ellas responde directamente a los fundadores de la empresa.

1.1.3 Productos o Servicios

La empresa al dedicarse a la venta de soluciones personalizadas solo cuenta con un producto y un servicio:

- **Producto, *Desarrollo de soluciones tecnológicas para problemas comunicacionales de las empresas por medio de NLP*:** Chatbot Chile realiza para todos sus clientes soluciones personalizadas que buscan enfrentar problemas de comunicación ya sea en el front o el back end de la empresa, apoyándose para esto en herramientas de Inteligencia Artificial especialmente NLP².
- **Servicios, *Mantenimiento mensual y reentrenamiento de los sistemas instalados en empresas*:** Mensualmente la empresa entrega un servicio de mantenimiento a todos sus desarrollos mediante planes determinados por el flujo de consultas que se espera reciban, asegurando la disponibilidad de las soluciones y el continuo entrenamiento de las mismas para poder adecuarlas a las consultas realizadas por los usuarios.

1.1.4 Clientes

Como se mencionó anteriormente la empresa es un emprendimiento con pocos meses de funcionamiento, por lo tanto, no ha logrado acumular un número significativo de clientes. En este contexto los actuales clientes son:

- **Agencia de Calidad de la Educación:** Proyecto de consulta de resultados de la prueba SIMCE.
- **Sociedad Química y Minera de Chile:** Generación de una mesa de ayuda interna.
- **Juan Maestro:** Automatización de campañas publicitarias.
- **Inmobiliaria Algarrobo:** Captura de leads³ para ventas de departamentos.

² Procesamiento de lenguajes naturales (NLP por sus siglas en inglés).

³ Usuario que ha entregado sus datos a una empresa y que por lo tanto pasa a ser un registro en la base de datos con que esta opera.

1.1.5 Dimensión de la empresa con respecto al mercado

Con ventas de alrededor de 40 millones de pesos anuales Chatbot Chile no tiene actualmente una participación significativa del mercado, sin embargo, espera crecer en ventas para alcanzar los 100 millones anuales en un plazo de dos años. Los servicios automatizados de capacitaciones se perfilan en este plano como una línea de negocios a desarrollar para aumentar su participación de mercado, razón por la cual se propone realizar un estudio de factibilidad de un producto de este estilo para la empresa.

1.1.6 Ventaja competitiva en el mercado

La principal ventaja que la empresa identifica para su negocio es:

- **Ventaja del Primer Participante:** La empresa se identifica como una de las primeras en prestar servicios de inteligencia artificial y no solo de desarrollo de soluciones, generando un negocio más cercano al cliente en el que cuentan con más experiencia que sus competidores, y por ser una empresa que se encuentra en un incipiente estado de crecimiento aún mantiene un fuerte grado de flexibilidad. Los competidores más cercanos que se identifican son empresas como cognitiva, que funcionan como agentes de herramientas de procesamiento de lenguaje natural que pertenecen a otras compañías (en este caso Watson de IBM) y que por la naturaleza de su negocio presentan soluciones más estandarizadas, con un mayor grado de dependencia tanto de los clientes con la empresa como de la empresa con su proveedor.

1.2 MARCO INSTITUCIONAL DEL RUBRO A ABARCAR

1.2.1 Tendencias del Marco Institucional a Abarcar

La ley 16.744 establece la obligatoriedad del “Seguro Social Contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales”, en la Ilustración 2 se puede observar el comportamiento de los últimos 5 años de los trabajadores que se encuentran protegidos por este seguro, los datos de



estos años muestran una tendencia de crecimiento para los trabajadores asegurados que promedia el 2,18% anual, totalizando incrementos anuales promedio de 104.737 trabajadores para llegar a un total de 5.049.818 trabajadores el año 2017⁴ [4].

Estos trabajadores se encuentran concentrados principalmente en 3 áreas de la economía nacional: el área de servicios (45,1%), el área de comercio (18,6%) y el área de la construcción (10,9%) y geográficamente se encuentran mayoritariamente en la región Metropolitana (60,3%), la región de Valparaíso (7,5%) y la región del Bío Bío (7,5%) [5]. Por último, las principales aseguradoras que se pueden encontrar en el mercado son la Mutual de Seguridad (40,2%), la Asociación Chilena de Seguridad (48,3%) y el Instituto de Seguridad del Trabajo (11,5%).

Con respecto a la accidentabilidad laboral⁵ y según lo observado en la Ilustración 3 se aprecia una tendencia a la baja durante los últimos 5 años para la accidentabilidad promedio de alrededor de un 0,2% anual, consolidando en 2017 una accidentabilidad promedio para el mercado chileno de un 3,4% [5].

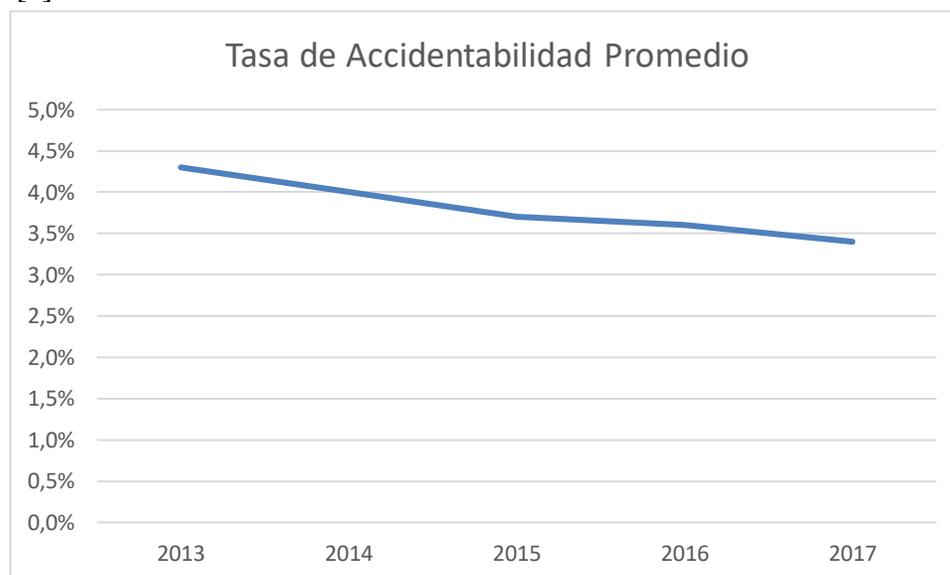


Ilustración 3. Tasa de accidentabilidad promedio años 2013 - 2017. Elaboración propia, datos de la Superintendencia de Seguridad Social.

Las áreas con más asegurados mencionadas anteriormente presentan tasas de accidentabilidad de 2,4% para el área de servicios, 3,9% para el área de comercio y 4,1% para el área de construcción posicionándola como la más peligrosa de las tres. Finalmente, si se observan los accidentes fatales por cada 100.000 trabajadores para estos rubros, nuevamente la construcción se posiciona como el más peligroso de los 3 presentando una tasa de 7 accidentes fatales por cada 100.000 trabajadores mientras que servicios tiene una de 1,4 y comercio una de 1,3.

⁴ Solo considerando las mutualidades

⁵ Para los efectos de este trabajo de memoria se considerará como tasa de accidentabilidad: los accidentes anuales por cada 100 trabajadores durante las jornadas laborales, esto significa que quedarán fuera de la estadística los accidentes de trayecto y las enfermedades profesionales.

Por último con respecto a la evolución de la cantidad de empresas cotizantes en el mercado en la Ilustración 4 se puede observar el comportamiento de los últimos 5 años, los datos de estos años muestran una tendencia de crecimiento que promedia el 10,99% anual, totalizando incrementos anuales promedio de 14.992 empresas para llegar a un total de 179.797 empresas el año 2017 [4].

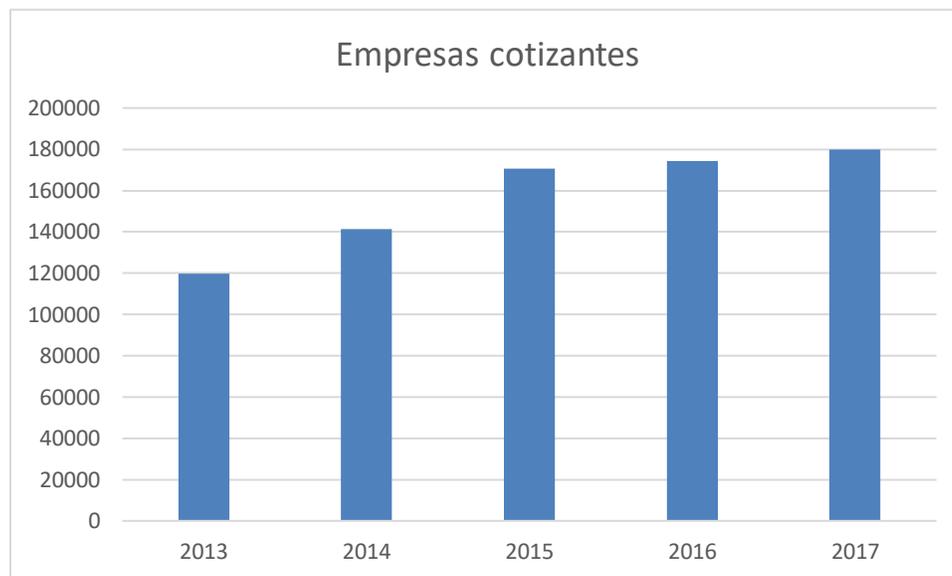


Ilustración 4. Empresas Cotizantes promedio años 2013 - 2017. Elaboración propia, datos de la Superintendencia de Seguridad Social

1.2.2 Actores

Dentro del rubro de la seguridad social laboral se puede encontrar variedad de actores en el país, para los efectos de esta memoria los más importantes son:

- **Dirección del Trabajo:** Servicio público descentralizado que se encuentra supervisado por la Presidencia de la República a través del Ministerio del Trabajo, cuyos principales objetivos son: aumentar el cumplimiento de la legislación laboral, promocionar la organización y libertad sindical e incrementar la cobertura y calidad de los sistemas de prevención y solución alternativa de conflictos. Para lograr esto la dirección del trabajo lleva a cabo funciones de fiscalización, prestación de servicios de prevención y solución alternativa de conflictos y diálogos sociales, promoción de libertad sindical y asistencia técnica, atención de usuarios y la realización de dictámenes con el objetivo de orientar la interpretación de la normativa laboral [6].
- **Superintendencia de Seguridad Social:** La superintendencia es una institución autónoma del Estado que se relaciona con la Presidencia a través del Ministerio del Trabajo, su función principal es el cumplimiento del objetivo de fiscalización del ministerio del que depende [7]. Para esto las principales funciones que realiza son: regulación de la interpretación de la normativa sobre seguridad social, fiscalización según las exigencias de la Ley, resolución de las apelaciones presentadas por usuarios sobre sus derechos de seguridad social y capacitación en lo relacionado a la seguridad social [8]

- **Mutualidades de Seguridad:** Reconocidas en 1968 como organismos autorizados para la administración del “Seguro Social Contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales” establecido en la Ley 16.744. Las mutuales se definen como un organismo que tiene como principales objetivos proteger al trabajador mediante programas preventivos y de capacitación, otorgar prestaciones médicas y conceder indemnizaciones, subsidios o pensiones a quienes hayan sido víctimas de un siniestro o enfermedad profesional. Las principales características de las mutuales es que son: sistemas solidarios, contienen directorios paritarios, son sistemas con bajos costos obligatorios (0,95% + costo variable que depende de la accidentabilidad de la empresa), generadoras de su propio capital, competitivas gracias a la libertad de afiliación y por último responsables socialmente [9]. Actualmente las mutuales más importantes en Chile son dos la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) y la Mutual de Seguridad CChC.
- **Empresas Empleadoras:** De acuerdo con el artículo N°184⁶ del Código del Trabajo, “Los empleadores están obligados a tomar las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores, informando posibles riesgos y manteniendo las condiciones adecuadas de higiene y seguridad en las faenas [...]” [10]. Por lo tanto, se asumirá para los efectos de este trabajo que la responsabilidad de la seguridad laboral recaerá exclusivamente en las empresas empleadoras⁷.
- **Trabajadores:** Para los efectos de esta memoria, se considerarán como trabajadores a aquellos que califiquen según lo establecido en la Ley N°16.744, para la obligatoriedad del “Seguro Social Contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales”, a grandes rasgos esto incluye: trabajadores por cuenta ajena cualesquiera sean las labores que ejecuten y estudiantes que ejecuten labores que se traduzcan en ingresos para los empleadores [11].

1.2.3 Relaciones de la empresa con los actores

Actualmente y como parte del programa de posicionamiento que está llevando a cabo Chatbot Chile en el mercado chileno, se genera el Área de Estudios dentro de la empresa cuyo objetivo es encontrar espacios de desarrollo para herramientas de inteligencia artificial que produzcan avances disruptivos y la posicionen como una empresa innovadora y atractiva para sus clientes. Por esta razón es que las relaciones con los actores anteriormente mencionados se encuentran en un estado incipiente de desarrollo, se espera que en caso de existir buenos resultados durante el estudio a partir del desarrollo y posterior comercialización del producto resultante, la empresa pueda ingresar a mercado generando relaciones de mutuo beneficio con las empresas que ya se encuentran en él.

1.2.4 Niveles de venta de la empresa

Al ser un emprendimiento que se encuentra en su primer año de funcionamiento las ventas de la empresa son bajas (alrededor de 40 millones de pesos anuales) ya que el foco principal ha estado en el posicionamiento de la marca y en buscar nuevos clientes. Sin embargo, según la empresa de

⁶ Libro II, Título I

⁷ Se obviarán para los efectos de análisis y propuesta de solución la posibilidad e iniciativas de parte del propio trabajador.

consultoría y prestación de servicios tecnológicos Accenture, el tamaño potencial del mercado de la Inteligencia Artificial en Chile se acerca a los 63.000 millones de dólares [12], lo que permite un espacio de captación de valor importante.

1.2.5 Normativa nacional relevante

Para la realización de este trabajo de investigación resulta fundamental las regulaciones que establecen el marco legal de la seguridad social laboral en el país, con esto en mente es que las principales normativas a revisar son:

- **Código del Trabajo:** Ley base para lo que concierne a las relaciones laborales, estableciendo los parámetros básicos y supletorios⁸ que debe cumplir una relación empleador-empleado. En particular para el desarrollo de este trabajo resulta fundamental el “Libro II de la Protección a los Trabajadores” [10].
- **Ley 16.744:** Promulgada el año 1968, la norma fija el marco legal en cuanto a los accidentes laborales y enfermedades profesionales. Estableciendo entre otras cosas el “Seguro Social Contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales” [11].
- **Decreto Supremo N°67:** Promulgado en 1999 este decreto del Ministerio del Trabajo entrega el procedimiento y marco legal mediante el cual se calcula la “Siniestralidad Total” de las empresas empleadoras para obtener sus correspondientes tasas adicionales de cotización [13].
- **Decreto Supremo N°110:** Promulgado en 1968 este decreto de Ministerio del Trabajo establece las tasas de cotización adicionales para las empresas cuya “Siniestralidad Total” no ha sido reevaluada según lo establecido en el Decreto Supremo N°67 de 1999 del Ministerio del Trabajo y Previsión Social [14].

Es importante también para el desarrollo de este trabajo considerar las exigencias de la Superintendencia de Seguridad Social para acceder a la rebaja o exención de las cotizaciones adicionales diferenciadas, estas son:

- Encontrarse al día con el pago de las cotizaciones de la Ley N°16.744.
- Mantener un “Reglamento Interno de Seguridad e Higiene en el Trabajo” e informar a sus trabajadores de los riesgos de las labores que realizan, las medidas preventivas y los métodos de trabajo correcto.
- Tener en funcionamiento, cuando proceda, el o los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad.

1.2.6 Posicionamiento de la empresa en el mercado

Actualmente la empresa no se encuentra participando en el mercado como prestador de servicios, sin embargo, se encuentra en la búsqueda de posibilidades de ingreso a través del área de estudios. En particular como se mencionó anteriormente el enfoque que se busca para ingresar a este mercado es a través de la venta de productos de capacitación, rubro que no cuenta con competidores actuales,

⁸ Todo lo que no se encuentre regulado por normativas específicas en materias del trabajo, está sujeto a lo dispuesto en el Código del Trabajo.

pero en el cual empresas dedicadas a la inteligencia artificial como Cognitiva pueden interesarse en participar mediante la inserción algunos de sus productos ya existente o la generación de nuevas líneas.

1.3 DESEMPEÑO ORGANIZACIONAL

1.3.1 Crecimiento

Al ser una empresa con poco más de un año de operación⁹ no presenta cifras de crecimiento estable, sin embargo, dado que las ventas actuales bordean los 40 millones de pesos anuales y tomando en consideración el ratio de crecimiento estimado por Equidam para empresas del rubro de tecnologías de la información y servicios, se debiese esperar un crecimiento de alrededor de 200% para el próximo año y del 100% para el año 3 [15], totalizando ventas de alrededor de 240 millones para el año 2020, para esto la empresa cuenta con un mayor grado de consolidación y experiencia en los rubros químicos y mineros, de alimentación, de educación y el mercado inmobiliario.

1.3.2 Ampliación

A pesar de que la empresa ha encontrado oportunidades para ampliar su operación en otros países de Latinoamérica, tomó la decisión de concentrar sus esfuerzos operacionales en el crecimiento dentro del mercado chileno y por lo tanto no proyecta ampliarse a otros mercados al menos en un horizonte de mediano plazo.

2 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

2.1 INFORMACIÓN DEL ÁREA

2.1.1 Principales funciones

El área de estudios de Chatbot Chile tiene como función principal el desarrollo de implementaciones de herramientas de inteligencia artificial que permitan soluciones disruptivas en espacios donde normalmente no se utiliza esta tecnología, con el fin de posicionar a la empresa como un actor innovador en el mercado de la inteligencia artificial y generar exposición para la marca.

2.1.2 Productos

El área de estudios genera solo un tipo de producto: investigación y desarrollo de herramientas de inteligencia artificial, que por medio de la facilitación personalizada de comunicación constituyan una solución disruptiva a un problema detectado en un mercado específico. El objetivo final de

⁹ Desde agosto de 2017

estas investigaciones es pivotar productos mínimo-viables a partir de los cuales se pueda generar soluciones estandarizables que permitan ser vendidas como servicios de la empresa.

2.1.3 Clientes

El área de estudios de la empresa trabaja para clientes internos, particularmente responde a los fundadores, a los cuales debe entregar los resultados de las investigaciones y las propuestas de nuevos productos que surgieron en el transcurso de estos trabajos para su posterior evaluación, en caso de ser consideradas suficientes los dueños de la empresa generarán a través de área de producción una primera versión del producto estandarizado.

2.1.4 Solicitante

El solicitante del trabajo de memoria es Felipe Vildoso, ingeniero civil industrial de la Universidad de Chile y co-fundador de la empresa quién actualmente se encuentra en la búsqueda de nuevos espacios donde poder introducir la inteligencia artificial como medio de solución de problemas, posicionar la marca de Chatbot Chile en el país y generar nuevos productos estandarizados que puedan ser vendido como servicios por la empresa.

2.1.5 Beneficiarios

Como se mencionó anteriormente los beneficiarios del trabajo del área serían en el corto plazo la empresa en caso de que las investigaciones sean exitosas y permitan crear un nuevo producto o servicio para la venta y en el largo plazo las empresas que podrán disminuir sus tasas de accidentabilidad y los trabajadores que en caso de que este trabajo de investigación presente resultados exitosos podrán ser capacitados a través de las herramientas que desarrolle la empresa.

2.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1 Resumen del Problema Identificado

El problema identificado en este mercado¹⁰ es que existe un área de la producción con alrededor de 33 mil trabajadores nuevos cada año, que presenta una tasa de accidentabilidad mayor al promedio y de accidentes fatales que duplican las del mercado chileno, donde las empresas que se incorporan tienen como principales costos monetarios de los accidentes las licencias de los trabajadores y la tasa de cotización adicional diferenciada impuesta por ley que deberán pagar por más de dos años, dependiente directamente de la tasa de accidentes de la empresa. Lo que deja a las empresas ingresando al sistema una ventana de dos años para disminuir sus tasas de accidentes y optar así a reducciones en el pago de cotizaciones. La situación descrita anteriormente genera una oportunidad a la empresa para realizar una propuesta de producto, que por medio de herramientas de inteligencia artificial ofrezca cursos que permitan disminuir esta siniestralidad y por lo tanto la tasa de cotización mencionada y que a la vez le permita ingresar al mercado.

¹⁰ El análisis en detalle se puede encontrar en el siguiente capítulo.

2.2.2 Justificación del Problema Identificado

Como se mencionó anteriormente los tres sectores donde más trabajadores cotizan seguro obligatorio en el mercado nacional son los del sector servicios, comercio y construcción. En la Tabla 1 se puede observar que con respecto a la tasa de accidentabilidad tanto el rubro del comercio como el de la construcción se encuentran por sobre el promedio nacional de accidentabilidad, se descartó para análisis más profundos el rubro de servicios por encontrarse sus tasas bajo el promedio del país, a pesar de ser el más grande de los sectores mencionados. Por otro lado, con el objetivo de acotar la investigación a un único rubro de trabajo se observaron las tasas de accidentes fatales por cada 100.000 trabajadores, en ellas se puede ver que la tasa de accidentes fatales del rubro de la construcción es aproximadamente el doble que la del mercado nacional y más de 5 veces más alta que la del rubro comercial. Por lo tanto, se decide profundizar la investigación en el rubro de la construcción que para el año 2017 contaba con 541.733 trabajadores¹¹ [4].

<i>Rubro</i>	<i>Accidentabilidad</i>	<i>Accidentes Fatales¹²</i>
<i>Servicios</i>	2,4%	1,4
<i>Comercio</i>	3,9%	1,3
<i>Construcción</i>	4,1%	7
<i>Promedio</i>	3,4%	3,8

Tabla 1. Tasas de accidentabilidad y de accidentes fatales para los 3 rubros con más trabajadores asegurados en el país. Elaboración propia, datos informe estadístico de la SUSESO¹³.

Actualmente el área de la construcción en el país cuenta con 21.926 empresas que se encuentran cotizando en las mutualidades, lo que representa un incremento global de 1.359 nuevas empresas cotizantes con respecto al año 2016. Si consideramos el promedio de mercado de trabajadores por empresa (actualmente es de 24 para la Mutual de Seguridad y de 25 para la Asociación Chilena de Seguridad), obtendremos un total estimado de 33.911 nuevos trabajadores para el rubro. En la Tabla 2 se puede observar el desglose de la estimación según la mutualidad a la que se encuentren afiliadas [4].

<i>Mutualidad</i>	<i>Trabajadores 2017</i>	<i>Empresas 2017</i>	<i>Empresas 2016</i>	<i>Trabajadores promedio 2017</i>	<i>Nuevas empresas 2017</i>	<i>Estimación trabajadores nuevos 2017</i>
<i>ACHS</i>	168.270	6.635	5.868	25	767	19.452
<i>MUSEG</i>	373.464	15.291	14.699	24	592	14.459
<i>Total</i>	<i>541.734</i>	<i>21.926</i>	<i>20.567</i>	<i>25</i>	<i>1.359</i>	<i>33.911</i>

Tabla 2. Estimación nuevos trabajadores del rubro de la construcción. Elaboración propia datos informe estadístico de la SUSESO.

Para ambas de las mutuales expuestas anteriormente podemos encontrar tasas de accidentabilidad superiores al promedio y tasas de accidentabilidad fatal también superiores, en la Tabla 3 se pueden observar estas tasas.

¹¹ Solo considerando las mutualidades.

¹² Por cada 100.000 trabajadores.

¹³ Superintendencia de Seguridad Social.

<i>Mutualidad</i>	<i>Tasas de Accidentabilidad</i>	<i>Accidentes Fatales¹⁴</i>
<i>ACHS</i>	4,0%	7
<i>MUSEG</i>	4,1%	5

Tabla 3. Tasas de accidentabilidad y accidentabilidad fatal para mutualidades en el rubro de la construcción. Elaboración propia datos informe estadístico de la SUSESO.

Se puede observar que la accidentabilidad es algo a lo que sus trabajadores se ven fuertemente expuestos y en caso de concretarse un accidente puede tener costos importantes para las empresas, algunos de los más importantes a destacar son:

- **Días promedio no trabajados:** En promedio un trabajador accidentado pasará 24 días sin trabajar si estaba afiliado a la Asociación Chilena de Seguridad o 22 si estaba afiliado a la Mutual de Seguridad, las pérdidas derivadas de esto por accidente se pueden observar utilizando los sueldos promedios según mutualidades [4].

<i>Mutualidad</i>	<i>Días promedio no trabajados</i>	<i>Sueldo promedio</i>	<i>Costo promedio del accidente</i>
<i>ACHS</i>	24	\$ 711.516	\$ 569.213
<i>MUSEG</i>	22	\$ 666.113	\$ 488.483

Tabla 4. Costo promedio por accidente por días no trabajados. Elaboración propia, datos de la SUSESO.

- **Detención de faenas:** La Ley 16.744 en el artículo 76 obliga a las empresas a detener las faenas en caso de accidentes fatales o graves y estas solo pueden ser reiniciadas una vez que la autoridad competente haya determinado que la fuente de peligro o deficiencias constatadas hayan sido subsanadas [11]. Este es un costo más complejo de determinar dada la alta variabilidad que se puede encontrar en los costos dependiendo del tamaño y características de la empresa que se esté evaluando.
- **Aumento o mantención de la tasa de cotización adicional:** La tasa de cotización adicional cumple la función de “sanción” para aquellas empresas que presenten Siniestralidades Totales muy altas, estas son tasas que no cambian durante por lo menos dos años y que pueden significar fuertes costos para las empresas en particular para las que se incorporan recientemente al mercado ya que ellas tendrán que cotizar a tasas decretadas y que no necesariamente se corresponden con las que realmente presentan, en la Tabla 5 se pueden observar los costos que tienen para las empresas nuevas la tasa de cotización adicional diferenciada, especificada en el Decreto 110¹⁵ por los dos años que deberán mantenerla [14].

¹⁴ Por cada 100.000 trabajadores.

¹⁵ Ministerio del Trabajo y Previsión Social, 1980.

<i>Mutualidad</i>	<i>Estimación trabajadores 2017</i>	<i>Sueldo Promedio</i>	<i>Tasa cotización adicional decreto 110</i>	<i>Costo por trabajador estimado</i>	<i>Costo Total Mensual estimado [Millones]</i>	<i>Costo Anual estimado [Millones]</i>	<i>Costo estimado Antes de la Reevaluación [Millones]</i>
<i>ACHS</i>	19.451	\$ 711.516	2,55%	\$ 18.143	\$ 352,9	\$ 4.235,1	\$ 8.470,2
<i>MUSEG</i>	14.458	\$ 666.113	2,55%	\$ 16.985	\$ 245,5	\$ 2.947,1	\$ 5.894,3

Tabla 5. Estimación de costos de la tasa inicial de cotización adicional diferenciada para el rubro de la construcción. Elaboración propia, datos del informe estadístico de la SUSESO.

En conclusión, las cifras y tendencias explicadas en este capítulo permiten sustentar el problema propuesto con anterioridad como uno de suficiente complejidad y alcance potencial como para ser abordado durante este trabajo de memoria.

2.3 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

2.3.1 Identificación de Supuestos:

En vista de lo expuesto anteriormente se generaron una serie de supuestos que proponen formas de enfrentar el problema o componentes de este. A continuación, se propone un análisis para evaluar si estos aportan o no a la hipótesis que se buscará trabajar en esta investigación:

2.3.1.1 Supuesto 1: El problema se puede abordar principalmente desde la Seguridad Laboral

La prevención de riesgos está compuesta por una variedad de disciplinas que podrían ayudar a solucionar el problema, si bien está establecido que los problemas en la Seguridad Social no son nunca producto de una única razón [16], este supuesto busca evaluar si la Seguridad Laboral es la que abarca -para los objetivos de esta investigación- la porción más grande del problema abordado.

2.3.1.2 Supuesto 2: La aplicación de inteligencia artificial a algunos de los procesos de seguridad laboral puede permitir disminuir costos en las empresas del gremio de la construcción.

En este supuesto podemos encontrar una serie de “sub-supuestos” que lo conforman y que serán abordados para poder aceptar o rechazar el principal.

2.3.1.2.1 Sub-supuesto 1: Las actividades de prevención de riesgos realizadas por las empresas son mayoritariamente reactivas y no proactivas

Para el análisis del problema es necesario entender la aproximación que están teniendo las empresas con la seguridad laboral, esto debido a que las empresas que actúan de manera reactiva a los accidentes laborales ya tienen accidentes en su historial que afectarán sus cotizaciones.

2.3.1.2.2 Sub-supuesto 2: Hay metodologías de seguridad laboral que presentan mejores resultados que otras al momento de disminuir la accidentabilidad

Es importante saber cuáles son las metodologías más eficientes ya que es a través de ellas que el problema se puede enfrentar con mejores resultados estadísticos y económicos para las empresas.

2.3.1.2.3 Sub-supuesto 3: Mientras más actividades se hagan para prevenir accidentes menores serán las tasas de accidentabilidad

La lógica dice que mientras más esfuerzos se hagan por solucionar un problema, mejores resultados se obtendrán, sin embargo, dado que en este caso se está hablando de rendimientos sistémicos es probable que existan rendimientos decrecientes, esto es particularmente importante de evaluar debido a que la solución propuesta debe ser eficiente en cuanto a costos.

2.3.1.2.4 Sub-supuesto 4: La combinación de metodologías de prevención da mejores resultados que cada una por si sola

Se busca entender si el atacar el mismo problema desde una multiplicidad de ángulos en las empresas marca una tendencia que por ejemplo permita realizar un producto estandarizable.

2.3.1.3 Supuesto 3: Es viable generar capacitaciones e-learning en seguridad laboral asistidas por herramientas de Natural Language Processing que presenten resultados consistentes y aprendizajes demostrables.

En caso de que la realización de capacitaciones por medios digitales sea más eficiente en costos que los cursos análogos, para poder generar un producto que se pueda comercializar se hace necesario que éste presente resultados demostrables, una producción estandarizable y viable.

2.3.2 Análisis de Supuestos

Con respecto a las hipótesis propuestas se obtuvieron los siguientes resultados:

2.3.2.1 Supuesto 1: Se acepta como sujeto de estudio que: la seguridad laboral como la disciplina desde la que se va a enfrentar principalmente el problema

Con el objetivo de poder disminuir las tasas de accidentabilidad es que con el tiempo se han desarrollado distintas disciplinas que evalúan y tratan de mitigar los peligros que se pueden encontrar en el ambiente laboral, en la Ilustración 5 se pueden encontrar las distintas disciplinas de acuerdo con la Organización Iberoamericana de Seguridad Social (OISS) y los aspectos del entorno que tratan:

CAMPO GENERAL DE LA PREVENCIÓN		ACCIDENTE DE TRABAJO	ENFERMEDAD PROFESIONAL	DISCONFORT
AMBIENTE Y ENTORNO FÍSICO		SEGURIDAD	HIGIENE INDUSTRIAL	ERGONOMÍA
HOMBRE / MUJER	CONDICIONES FÍSICAS	MEDICINA DEL TRABAJO		
	CONDICIONES PSÍQUICAS	PSICOSOCIOLOGÍA APLICADA, MOTIVACIÓN FORMACIÓN, ADIESTRAMIENTO		

Ilustración 5. Disciplinas de la Seguridad Social y problemas de los que se hacen cargo. Fuente Organización Iberoamericana de Seguridad Social.

De todas las disciplinas mencionadas en el cuadro resulta particularmente interesante para el desarrollo del trabajo de memoria la Seguridad Labora que definida por la OISS es “Conjunto de

técnicas que estudian las causas de los accidentes para controlarlas” [16], esto se debe a que busca directamente hacerse cargo de las variables que afectan el tercero de los costos mencionados, es decir aquellas que tienen que ver con la Siniestralidad Total de las empresas según lo expresado en el Decreto Supremo N°67 de 1999 del Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

2.3.2.2 Supuesto 2: Se acepta el supuesto con todos sus sub-supuestos con la excepción del número 4 como sujeto de estudio

Dentro de la Seguridad Social se pueden encontrar varios métodos para mejorar las tasas de accidentabilidad, en la Tesis para Magister en Ciencias de la Ingeniería de Diego Acuña: “Uso de Datos Empíricos para Identificar Mejores Prácticas y Estrategias de Seguridad Laboral en Empresas Constructoras” [17] se analizan 221 diferentes métodos de prevención de riesgo con el objetivo de identificar los más efectivos, del documento es posible extraer las siguientes conclusiones para este trabajo investigativo y en particular el análisis de las hipótesis expuestas:

- Existe una correlación negativa, aunque pequeña, entre la cantidad de actividades de prevención y la tasa de accidentabilidad, es decir mientras más actividades de prevención realice una empresa menor será su tasa de accidentabilidad, pero las disminuciones pueden no ser costo eficientes.
- Propone que las medidas de prevención de riesgo en Chile tienen en su mayoría un carácter reactivo, observación también realizada en el “Informe Final” de la Comisión de Seguridad del Trabajo [18].
- Establece intervalos en los que hay cambios significativos de la accidentabilidad según la cantidad de actividades. Proponiendo los intervalos 0; [1,2]; [3,7]; [8,10]; [11, inf+] como intervalos de actividades de capacitación verificados como estadísticamente significativos.
- Las actividades que presentan los mayores efectos por separado para la prevención de accidentes son: incentivos a la seguridad, actividades exclusivas de las mutualidades y dentro de las capacitaciones las que se realizan para la administración y los trabajadores.
- No es posible determinar que las combinaciones de actividades sean siempre mejores, tampoco es posible concluir algo sobre una misma combinación ya que su resultado variará de acuerdo con contexto en que se aplique. Sin embargo, la actividad de entrenamiento para los trabajadores sistemáticamente presenta buenos resultados al evaluarse en combinaciones de grupos.

Con esta información se decide aceptar la hipótesis ya que es razonable pensar que la implementación de inteligencia artificial permitiría, enfrentar proactivamente los problemas de seguridad laboral, aumentar la cobertura de aquellas herramientas que presenten mejores resultados estadísticos y generar economías de escala en la implementación de actividades.

2.3.2.3 Supuesto 3: Se acepta como sujeto de estudio: la utilización de Natural Language Processing como facilitador de la comunicación en procesos de capacitación

Se propone estudiar como objetivo central de este trabajo ya que se encuentra dentro de los proyectos que realiza la empresa sponsor del trabajo y el desarrollo de un producto mínimo viable para la evaluación de la hipótesis puede realizarse dentro del rango de tiempo que abarca este trabajo de memoria.

2.3.3 Propuesta de Hipótesis

En función de los supuestos anteriormente descritos se propone la siguiente hipótesis como sujeto de estudio durante el desarrollo de este trabajo:

“Se pueden generar herramientas automatizadas de capacitación en seguridad laboral que, asistidas por herramientas de inteligencia artificial, específicamente procesamiento de lenguajes naturales, puedan presentar una alternativa para las empresas en el rubro de la construcción para disminuir su siniestralidad y los costos asociados a ella.”

2.3.4 Alternativas de Solución

Existen actualmente variadas formas de hacer frente a los esfuerzos de capacitación, a continuación, se revisarán brevemente las herramientas más utilizadas y por medio de una matriz de selección se definirá cuál de ellas resultará interesante de explorar en el desarrollo de este documento.

2.3.4.1 Soluciones análogas

Dentro de las soluciones análogas podemos encontrar dos tipos: En primer lugar, la capacitación tradicional en la cual mediante cursos presenciales se capacitan a los trabajadores en la materia que se busca educar por medio de clases impartidas por un experto, esta modalidad requiere de tiempo de parte de todos los trabajadores a capacitar, espacio para realizar estas capacitaciones, un sistema de seguimiento de la asistencia, un experto en la materia y un sistema de evaluación. En segundo lugar, existe la posibilidad de realizar estas mismas capacitaciones a través de una plataforma digital, donde se realice la entrega de información y las evaluaciones, pero de todos modos siendo corregidos y guiados por un profesional experto, esta modalidad elimina con respecto a la anterior las necesidades de tiempo y de espacio para los trabajadores ya que pueden realizar sus capacitaciones en los momentos que tengan libres. En ambos casos la entrega de retroalimentación hacia las personas que se encuentren tomando el curso, se va a ver dificultada por la cantidad de personas que tenga a su cargo el experto que lo realiza. Ejemplos del primer caso de esta alternativa podemos encontrar en las capacitaciones in situ que realizan las mutualidades y ejemplos del segundo caso podemos encontrar ejemplos de webinars como los realizados por Amazon. [19]

2.3.4.2 Soluciones asistidas por tecnología

En el caso de las soluciones asistidas por tecnología se pueden encontrar también dos tipos: En primer lugar capacitaciones online automatizadas que cuenten con una estructura definida específicamente para la materia en cuestión y supervisadas en su creación por un experto, esta modalidad requiere de recursos tecnológicos, un sistema de seguimiento de asistencia, evaluaciones, la asistencia de un experto al momento de su desarrollo, a diferencia de las otras en esta modalidad resulta complejo realizar retroalimentación y por lo general se omite. En segundo lugar la empresa propone la posibilidad de generar soluciones de capacitación asistidas por inteligencia artificial, esto es generar sistemas similares al anteriormente descrito pero que permitan al trabajador capacitado interactuar con el software de forma más personalizada, esta modalidad tendría los mismos requerimientos que la anterior con la salvedad de que por medio de un costo de desarrollo levemente mayor se espera que genere la posibilidad de entregar

retroalimentación. Ejemplos del primer caso se pueden encontrar en los cursos digitales que ofrece la Asociación Chilena de Seguridad. [20]

2.3.5 Selección de solución a estudiar

Es necesario para acotar el trabajo de memoria a desarrollar, que las opciones de solución anteriormente descritas se clasifiquen de acuerdo con los intereses de la empresa y sus propias utilidades como soluciones al problema, para esto se definen una serie de criterios que se explicaran a continuación con sus correspondientes escalas de evaluación.

Para evaluar cada una de las metodologías descritas se entregará como puntaje la posición de importancia que le da la empresa a la metodología en ese criterio en particular. Los criterios mediante los que se evaluarán las soluciones serán:

- **Crecimiento del capital tecnológico de la empresa con la solución:** Parte importante de los intereses para el área de estudio por parte de la empresa radica en su capacidad de generar iniciativas que aumenten su capital tecnológico, en este sentido se puntuaran con un 4 las soluciones que generen mayor desarrollo tecnológico para la empresa descendiente de a una unidad hasta llegar a la puntuación 1.
- **Crecimiento del capital físico de la empresa con la solución:** El crecimiento del capital físico de la empresa no es una prioridad para ellos dado el estado inicial en que se encuentran, en este sentido se puntuaran con un 4 las soluciones que generen menor desarrollo de capital físico para la empresa descendiente de a una unidad hasta llegar a la puntuación 1.
- **Dependencia de expertos externos para funcionamiento de la solución:** Es importante para la empresa que las soluciones que se desarrollen en el área de estudios no la vuelvan dependiente de consultorías externas ya que su estado tan temprano de desarrollo no permite financieramente el funcionamiento apalancado en consultorías de externos, en este sentido se puntuaran con un 4 las soluciones que contemplen una menor intervención de externos descendiente de a una unidad hasta llegar a la puntuación 1.
- **Potencial impacto para la empresa:** Es importante poder evaluar también el aporte que la solución a estudiar entregará a la empresa y si este se alinearé o no el modelo de negocios que esta presenta, en este sentido se puntuaran con un 4 las soluciones que generen mayor avance en el desarrollo de la propuesta de negocios para la empresa descendiente de a una unidad hasta llegar a la puntuación 1.
- **Potencial para replicar la solución:** Uno de los objetivos que busca la empresa con las soluciones que se desarrollen en el área de estudios es que estas sean replicables, para poder ser vendidas de manera masiva como productos, en este sentido se puntuaran con un 4 las soluciones que presenten mayores facilidades para ser replicadas descendiente de a una unidad hasta llegar a la puntuación 1.

<i>Criterios de evaluación</i>	<i>Capacitación presencial</i>	<i>Capacitación asistida por tecnología</i>	<i>Capacitación online automatizada</i>	<i>Capacitación asistida por inteligencia artificial</i>
<i>Crecimiento de capital tecnológico</i>	1	2	3	4
<i>Crecimiento de capital físico</i>	1	2	4	3
<i>Dependencia de expertos externos</i>	1	2	4	3
<i>Potencial para replicar la solución</i>	1	2	3	4
<i>Total</i>	4	8	14	14

Tabla 6. Matriz de selección de soluciones según utilidad para la empresa. Elaboración propia.

Se puede observar de la Tabla 6 que existen dos soluciones para el problema propuesto que comparten nivel de importancia según los criterios expuestos, como ya existen propuestas de capacitaciones online automatizadas se propone estudiar los resultados que las capacitaciones asistidas por inteligencia artificial pueden tener.

Por lo tanto y según lo expuesto en los capítulos previos existen dos espacios de capacitación interesantes de abordar para el desarrollo de la hipótesis 4: capacitaciones para el personal obrero de las empresas del rubro de la construcción y para el personal administrativo en ellas¹⁶, que pueden ser enfrentados mediante dos metodologías distintas que resultan de interés para la empresa. Se propone evaluar la viabilidad de generar un programa de capacitación en modalidad e-learning como producto estandarizado para la empresa utilizando como asistencia elementos de inteligencia artificial como NLP para facilitar la interacción entre los estudiantes, la plataforma y las personas responsables en la empresa, que permita a los trabajadores de manera remota y con disponibilidad 24/7 realizar el proceso de capacitación, se considerarán solamente capacitaciones a obreros durante el desarrollo de este trabajo ya que la naturaleza de los cursos que deben aprobar los hace más estandarizables y por lo tanto abordables en los plazos disponibles.

2.3.6 Propuesta de Valor

Diseño y evaluación de un nuevo producto para la empresa consistente en un sistema tecnológico de capacitación para obreros en el gremio de la construcción con el objetivo de disminuir los accidentes, para esto se evaluarán dos posibles soluciones tecnológicas: en primer lugar una solución automatizada y poco personalizable y en segundo lugar una solución asistida por NLP que permita personalizar la experiencia del usuario durante la capacitación, aquella que presente los

¹⁶ Con sus respectivos sistemas de monitoreo.

mejores rendimientos tanto en educación como para la empresa se sistematizará en una metodología de implementación para el área de desarrollo de la empresa.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este trabajo se puede identificar como:

“Diseñar y evaluar un nuevo producto, basado en herramientas de inteligencia artificial, que permita a las empresas capacitar a sus trabajadores para disminuir sus tasas de accidentabilidad laboral en el rubro de la construcción, entregando digitalmente dinámicas similares a las que se pueden encontrar en sistemas de capacitación tradicional.”

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar criterios aplicables a las capacitaciones para identificar las que son sistematizables.
- Crear un currículo de posibles capacitaciones seleccionando una para su desarrollo.
- Definir la metodología e-learning que mejor se acomode al proyecto a realizar.
- Establecer los requerimientos y puntos a desarrollar en los cursos.
- Definir las características que debería tener un MVP¹⁷.
- Realizar el desarrollo, calibración, testeo y análisis de resultados de un MVP.
- Establecer la descripción de la metodología con que se pueden generar otras capacitaciones.

4 MARCO CONCEPTUAL

4.1 CONTEXTO DEL TRABAJO

4.1.1 Inteligencia Artificial

Como se mencionó anteriormente la asimilación de tecnología en la vida diaria, ha hecho que cada vez con mayor velocidad se requieran cambios en las empresas para incorporarla como un engranaje fundamental generando la necesidad de estructuras tecnológicas cada vez más complejas, a esta necesidad de implementación se le llama Transformación Digital y se encuentra fuertemente impulsada por la utilización de herramientas de Inteligencia Artificial [12]. Se vuelve importante entonces para que una empresa mantenga su capacidad competitiva en el mercado la asimilación y rápida implementación de estos cambios, sin embargo esto es importante también entender que la reestructuración y la incorporación de tecnologías no es parte de las competencias centrales de empresas del sector de la construcción y por lo tanto no es recomendable que concentren sus esfuerzos en realizar estas tareas pudiendo subcontratarlas [21], por esta razón empresas consultoras prestan servicios que aporten a la transformación digital de sus clientes.

¹⁷ Producto mínimo viable, MVP por sus siglas en inglés.

La Inteligencia Artificial es un campo de investigación relativamente nuevo acuñado como concepto en la década de 1950 y que se puede definir como “[...] *Estudio de modelos de cómputo capaces de realizar actividades propias de los seres humanos en base a dos de sus características primordiales: el razonamiento y la conducta [...]*” [22]. Estas características se pueden dividir en 3 funcionalidades importantes descritas por Accenture [12]:

- **Sentir Artificial:** Percepción activa de imágenes o sonidos que rodeen al robot permitiéndole captar sonidos e imágenes que pueden ser posteriormente utilizadas para identificar personas u objetos o comunicarse verbalmente con un usuario.
- **Comprensión de Información:** Una vez que se capta la información es necesario procesarla para poder hacer sentido de ella, para esto se utilizan herramientas como motores de inferencia o natural language processing, estas herramientas se pueden utilizar para los motores de traducción o los chatbots que se pueden encontrar implementados como herramientas de servicio al cliente.
- **Acción:** Finalmente se pueden programar decisiones para que robots actúen en función de la información que captan y procesan, como por ejemplo lo hacen los frenos asistidos de los vehículos inteligentes.

Es importante entender que estos sistemas de inteligencias además son capaces de recibir entrenamiento para aprender y mejorar su funcionamiento, pudiendo en algunos casos realizar esto sin necesidad de un “profesor”.

4.2 TÉRMINOS GENERALES

Algunos términos generales que facilitaran la comprensión del trabajo son:

- **Natural Language Processing:** “[...] *Conjunto de técnicas computacionales de análisis y representación de textos producidos naturalmente por los distintos niveles de comunicación, con el propósito de alcanzar una comprensión similar a la humana para prácticamente cualquier tipo de tarea [...]*” [23].
- **Chatbots:** Un chatbot es una herramienta que por medio de Natural Language Processing simula conversaciones humanas, suelen utilizarse como asistentes con algún objetivo específico como por ejemplo los asistentes de telefonía smartphone Siri y Google Now [24]. Los chatbots se caracterizan también porque pueden ser utilizados en multiplicidad de canales, particularmente para este estudio los canales que se encuentran disponibles en la empresa son: web, Facebook, Whatsapp y Telegram.
- **E-learning:** Utilización de tecnologías para crear oportunidades en disponibilidad, flexibilidad y no presencialidad en el aprendizaje [25].
- **Seguridad Laboral:** Conjunto de técnicas que estudian las causas de los accidentes para controlarlas [16].
- **Producto Mínimo Viable (MVP):** Técnica de la metodología lean startup, consiste en generar una versión de un nuevo producto que permita recolectar la mayor cantidad posible de aprendizajes de sus usuarios con la menor cantidad de esfuerzo. Esta técnica se utiliza para pivotar aspectos de un producto en desarrollo y poder entender cómo reaccionan los usuarios ante ellos [26].

4.3 TÉRMINOS ESPECÍFICOS

Es importante también clarificar para el entendimiento del texto los términos más específicos a utilizar:

- **Sistema de Manejo del Aprendizaje:** Software utilizado para la creación administración y entrega de material docente en formato e-learning, además facilita la comunicación con los estudiantes facilitando el rastreo de sus rendimientos.
- **Intents:** Se definirá como “intent” la intención del usuario detrás de cada mensaje que le envíe al bot, cada uno tendrá como herramienta para procesar la información recibida una serie de intents que representarán lo que este debe entender para poder comunicar.

4.4 HERRAMIENTAS EXISTENTES

Dadas las características del problema a solucionar en el presente trabajo de memoria se vuelve necesario definir una metodología de diseño de producto que dentro de ella incluya metodologías de diseño instruccional y de prototipado de productos, en primer lugar, se compararon dos metodologías de diseño de productos.

- **Propuesta Metodológica para el desarrollo de productos [27]:** Metodología propuesta para el diseño de productos que tiene como objetivos concentrar la mayor cantidad de cambios en las etapas iniciales del producto, evitar los postprocesos, ciclos repetitivos y disminuir los tiempos de desarrollo. Cuenta con los siguientes pasos divididos en dos macro secciones (análisis donde se desarrolla la estrategia de negocios y síntesis donde se desarrollan los productos o servicios)
 - **Fase Preliminar:** Fase de acercamiento donde se hace la solicitud formal de parte de los clientes para el desarrollo de un producto o servicio. En esta etapa se definen los alcances de la solicitud del cliente.
 - **Fase 0:** Durante esta etapa se genera el equipo de trabajo necesario para desarrollar las características del producto que fueron solicitadas por el cliente. Se definirán también en esta sección las condiciones bajo las cuales se deberá realizar el trabajo.
 - **Fase 1:** Construcción y validación con el cliente de una propuesta de solución para el producto. En esta etapa se define la estrategia que seguirá el producto, analizando las alternativas tecnológicas, los principales competidores, las formas de competir, se definen objetivos generales y específicos, se reformula el equipo de ser necesario y se define el camino que seguirá una solución.
 - **Fase 2:** Definición del concepto de producto. Se plantea un producto con características, se determinan los elementos diferenciadores, se definen los arquetipos.
 - **Fase 3:** Desarrollo del producto. Etapa en que el producto es creado y prototipado, se valida o modifica el concepto de la etapa anterior, definen las alternativas de configuración y la identidad de marca, se valida el resultado por parte del equipo y el cliente
 - **Fase 4 y 5:** Definición de especificaciones y desarrollo técnico del producto. En esta etapa se realizan todos los análisis y desarrollos técnicos para la eventual producción masiva del producto.

- **Fase 6: Producción.** Se adquieren los equipos o maquinaria necesaria y se realizan la producción de las piezas y matrices de lo que compondrá el producto.
- **Fase 7:** Testeo y análisis de resultados. Se testean las piezas producidas se realizan modificaciones de ser necesario, se realiza una primera pequeña serie que se testea a nivel de mercado, se realiza un primer lote del producto con el que se recalibra la producción y posteriormente se genera la producción final de él.
- **Fase 8:** Presentación del producto al mercado.
- **A methodology for product-service systems development** [28]: Investigación realizada en el Instituto Politécnico de Sentúbal que luego de analizar 5 metodologías de diseño de productos en el mercado, los autores proponen una propia que busca integrar tanto el diseño de productos como de servicios en una sola metodología y que se divide en 4 etapas, con sus correspondientes subdivisiones:
 - **Etapa 0:** Preparación organizacional. Antes de embarcarse en un desarrollo costoso la empresa deberá asegurarse que su estructura organizacional es capaz de realizarlo, esto con el fin de evitar inconvenientes durante el desarrollo que sean producto de rigidez institucional.
 - **Etapa 1:** Planificación. En esta etapa se identifican las necesidades de un cliente o mercado, es importante en esta sección incorporar información externa para identificar la necesidad, pero también información interna para evaluar donde el posible producto o servicio se ubica en el portafolio de la empresa, se estudian brevemente las soluciones que ya han sido propuestas, se definen los requerimientos que debe suplir la solución.
 - **Etapa 2:** Diseño. Se inicia esta etapa con el concepto del producto que se busca desarrollar basado en las necesidades y requerimientos detectados, se generan los casos de uso del producto y se generan varios conceptos de solución para ser evaluados, se definen los conceptos que serán testeados, se generan los diseños detallados y por último se realiza un testeo de las propuestas.
 - **Etapa 3:** Post-processing. Una vez validada la propuesta el equipo a cargo del desarrollo deberá generar las tareas necesarias para que la empresa pueda producir o desarrollar en masa el producto o servicio evaluado.

Dadas las características del proceso a realizar durante este trabajo, se descarta la primera metodología expuesta ya que esta presenta una mirada de desarrollo de productos más enfocada a las soluciones entregadas por consultoras a clientes externos, mientras que lo que se busca realizar es un desarrollo interno de producto en la empresa. Adicionalmente la segunda metodología expuesta se ajusta de mejor manera a lo que se busca realizar en este trabajo, ya que es más exploratoria que la primera describiendo un proceso que busca generar un producto para ser desarrollado por la empresa en lugar de terminar con la producción en masa de este.

También es importante notar que la etapa 0 de la metodología no será desarrollada en este trabajo, dado que el nivel de modificaciones que requiere están fuera del alcance y la etapa 2 será complementada con metodologías de diseño instruccional y de desarrollo de prototipos que se explicarán a continuación.

- **Modelo ASSURE para diseño instruccional** [29]: Heinich, Molenda, Russell y Smaldino desarrollan este modelo que busca asegurar el uso efectivo de los medios en la instrucción, el modelo busca a partir del estudiante diseñar la lección y contiene seis fases:
 - **Análisis de las características del estudiante:** Se conocen las características con relación a: nivel de estudios, edad, características sociales, conocimientos previos, estilos de aprendizaje, etc...
 - **Establecimiento de objetivos de aprendizaje:** Se fijan los resultados esperados al finalizar el curso, especificando el grado con que se espera que se obtengan.
 - **Selección de estrategia, medio y materiales:** Selección del método instruccional, medios multimedia más adecuados para realizar el curso y definición de materiales de apoyo.
 - **Organizar el escenario de aprendizaje:** Orquestrar los recursos definidos anteriormente con el propósito de que el curso cumpla el objetivo propuesto.
 - **Participación de los estudiantes:** Verificar que se fomente a través de la construcción del curso la participación de los estudiantes.
 - **Evaluación y revisión de la implementación y resultados del aprendizaje:** Evaluar el curso al terminar cada implementación permite estar en un constante estado de perfeccionamiento, mejorando la calidad del aprendizaje.
- **Nail the Solution, metodología para productos mínimo viables** [30]: Metodología para el testeo rápido de un producto mínimo viable desarrollada con la idea de generar los fracasos que presentan avances lo más temprano posible en el desarrollo de un producto, para el desarrollo del trabajo solo se utilizará la porción de la metodología referente a la generación de una solución, esta se compone de 3 fases de las cuales se utilizarán las dos últimas fases debido a que la inicial se encuentra cubierta por las otras metodologías descritas:
 - **Test 1 el prototipo virtual:** A modo preliminar y para testear las hipótesis más importantes que van a definir el producto y su funcionalidad, se generan prototipos virtuales no reales del producto final y mediante entrevistas se obtiene feedback de las partes interesadas para mejorar el producto, es importante en esta porción entender que las personas encargadas de tomar la decisión de compra también deben ser parte de las entrevistas.
 - **Test 2 el prototipo:** Construir un prototipo que presente un set mínimo de características que hagan al producto atractivo para la venta, el objetivo de este prototipo es determinar si estas características son suficientes para motivar la compra. Realizar pruebas de campo con este prototipo para entender como reaccionarán tanto clientes como usuarios al producto.

5 PROPUESTA METODOLÓGICA

Con el estudio de metodologías mencionado anteriormente se procedió a estructurar una propuesta de metodología para el desarrollo de capacitaciones digitales que defina el trabajo a realizar durante el semestre, esta se compone de 4 fases que se dividen en metas concretas.

5.1.1 Detección del Dolor

La primera fase de la metodología consiste en la definición de un problema en el mercado que se busca abordar, mayoritariamente lograda en los capítulos anteriores esta fase cuenta con 3 pasos:

- **Definición del problema:** Se estudia el mercado para identificar los espacios de mejora, identifican y cuantifican las necesidades y se estudian las propuestas que ya existen en el mercado.
- **Estrategias de solución:** Se proponen estrategias de solución educacional para el problema definido en el paso anterior, estas propuestas deben poder insertarse en el portafolio de la empresa.
- **Definición del producto:** Utilizando las propuestas anteriores se define el producto a evaluar en función de las necesidades y el impacto potencial que este pueda tener para la empresa

5.1.2 Diseño de la Solución

La segunda fase consiste en el diseño incremental de la solución poniendo particular énfasis en el testeo de los aspectos más importantes a evaluar en el producto, para el desarrollo de esta investigación esta fase se centrará en el diseño de un prototipo para el testeo de las principales características que tendría el producto, esta fase cuenta con 4 pasos a desarrollar.

- **Definición de la materia:** Con el fin de determinar cual es la temática que abordará el prototipo a realizar, se debe definir el espacio total de cursos y por medio de criterios definidos con la empresa y con asesoría de expertos.
- **Requerimientos de la solución:** Se establecen las características funcionales y no funcionales que debe cumplir la solución, con el objetivo de definir los límites de lo que será el estudio.
- **Diseño:** Por medio de la utilización de la metodología ASSURE descrita anteriormente se genera el diseño instruccional del proceso a sistematizar.

5.1.3 Prototipado

La tercera fase del proyecto consiste en la definición de las características de un producto mínimo viable y su desarrollo y pivoteo para estudiar el comportamiento de la solución, esta fase se divide en 6 pasos a desarrollar.

- **Desarrollo del prototipo virtual del producto:** Se generan entrevistas con actores del rubro que tienen como objetivo la validación del problema, la recolección de opiniones informadas sobre la propuesta de solución y el interés que esta genera en los posibles clientes.
- **Modificaciones al producto:** En función de los testimonios recopilados durante la experiencia anterior se generan modificaciones o inclusiones a al diseño propuesto en la sección anterior.
- **Detalle de un producto mínimo viable:** Se definen las herramientas tecnológicas a utilizar y los procesos técnicos que van a tener lugar en el funcionamiento del prototipo.

- **Desarrollo de un producto mínimo viable:** Se desarrolla el producto definido por los requisitos especificados, el diseño instruccional descrito y las herramientas tecnológicas seleccionadas.
 - **Entrenamiento:** En el entendido que el leguaje es una herramienta comunicacional en constante cambio, es necesario estar constantemente revisando los inputs¹⁸ que recibirá el bot para realizar en caso de ser necesario actualizaciones a los intents que lo componen.
- **Testeo de producto mínimo viable:** Se testea el producto mínimo viable desarrollado, se analiza y concluye sobre la información obtenida.

5.1.4 Post Processing

La fase final de la metodología propuesta para el desarrollo del trabajo consiste en la evaluación en retrospectiva del trabajo realizado para proponer una metodología de desarrollo del producto, esta fase se compone de 4 pasos a desarrollar.

- **Revisión del proceso realizado:** Analizar el proceso realizado durante el desarrollo del trabajo de memoria con el objetivo de identificar los espacios que resultan claves para el desarrollo del producto y entender los espacios en que se pueden aplicar mejoras.
- **Cambios al diseño del curso:** Se generan cambios al diseño con la información obtenida del testeo de la fase anterior.
- **Revisión de metodología y generación de entregable:** Con los análisis realizados en los pasos anteriores de esta fase se procede a sistematizar la metodología utilizada a modo de producto para su reproducción por parte de la empresa en la creación de futuras capacitaciones.

6 RESULTADOS ESPERADOS Y ALCANCES

6.1 RESULTADOS

Con respecto a los resultados, se espera obtener del trabajo de memoria:

- Listado de requerimientos de la solución.
- Criterios para la selección de cursos.
- Diseño instruccional para uno de los cursos.
- Primera iteración de un prototipo funcional del sistema de manejo del aprendizaje.
- Metodología de desarrollo para replicar la creación de capacitaciones.

¹⁸ Frases escritas por los usuarios.

6.2 ALCANCES

6.2.1 Alcances del Trabajo

Dadas las condiciones en que se desarrolla este trabajo se espera que el alcance del proyecto se limite a la presentación del proceso de creación del producto, la generación de un producto mínimo viable que cuente con un pivoteo y la metodología replicable como entregable para la empresa.

Quedan fuera del alcance de este trabajo, los planes comerciales, de desarrollo e introducción en las empresas del producto final a desarrollar.

6.2.2 Alcances de la Solución

Es importante definir el contexto en el que se desarrollará el trabajo de investigación: se definirá el producto a testear como uno diseñado para realizar capacitaciones de emergencia (en español) a modo de apoyo a un plan de capacitación más amplio ofrecido por los empleadores a sus trabajadores, buscando suplir los conocimientos en seguridad faltantes de un trabajador antes de iniciar una faena a la cual el no estaba asignado originalmente.

Dado el contexto en que se define el funcionamiento del producto se debe hacer otra distinción entre los espacios en los que se espera que el producto tenga un correcto funcionamiento. Se espera que el producto sea utilizado solo en contextos en los que la realización de una “capacitación de último minuto” no expone al trabajador a tener que aprender operaciones complejas que puedan exponerlo en caso de no realizarse bien resultar en secuelas permanentes, es decir esta propuesta no está pensada para cursos de actividades que tengan altas tasas de accidentes con resultados de invalidez parcial¹⁹, gran invalidez²⁰ o muerte y que requieran de conocimientos técnicos elevados para desarrollarse (como por ejemplo manejo de sustancias peligrosas).

Es importante notar también que el desarrollo de este trabajo contempla la investigación del NLP como una herramienta para la realización de capacitaciones por parte de la empresa y es en eso en lo que está centrado, por lo tanto otros aspectos de un posible producto de parte de la empresa quedarán fuera del alcance (modelos de comercialización, interfaces para supervisores o clientes, reportes estadísticos de resultados, validación de los contenidos con las autoridades correspondientes, etc).

Por último, la herramienta que se utilizará como canal de difusión del curso a realizar será el servicio de mensajería instantánea de Facebook, lo que implica que las conclusiones y aprendizajes que surjan del estudio deben ser considerados en este contexto. Otro tipo de herramientas pudiese llevar a conclusiones de distinta naturaleza.

6.3 IMPACTO

Se esperan tres impactos importantes como resultado de este trabajo de memoria, en primer lugar, la generación de una metodología para que la empresa pueda implementar un nuevo producto en su catálogo, en segundo lugar, que se puedan realizar más actividades de seguridad laboral y que

¹⁹ Invalidez que le ha producido a un trabajador una disminución en su capacidad de ganancia.

²⁰ Incapacidad permanente de naturaleza irreversible, que no permite continuar trabajando.

estas sean de mejor calidad y cobertura, lo que derive en que se reduzca la tasa de siniestralidad en la empresa y en tercer lugar, se espera que en el largo plazo esta reducción en la tasa de siniestralidad permita disminuir la tasa adicional de cotización que las empresas deben pagar por sus trabajadores.

Otro impacto identificado que no se encuentra dentro de los objetivos principales de este documento es que al digitalizar los procesos de capacitación, surge la posibilidad de traducir estas actividades y poder realizarlas a trabajadores que no hablen español por un costo similar. Un ejemplo de esto puede ser la implementación de traducción al idioma creole hablado por la gran mayoría de los migrantes haitianos, quienes no pueden acceder a estas capacitaciones y que tienen como fuente principal de trabajo el rubro de la construcción.

6.4 RIESGOS DEL PROYECTO

Los riesgos más importantes que se identifican para el desarrollo del proyecto de investigación son:

- **Muestra del MVP de pequeño tamaño:** No conseguir suficientes obreros para que testeen el producto mínimo viable a generar, puede traducirse en que las observaciones sobre la utilidad que la solución puede prestar a los futuros clientes se generen en un contexto de mayor incertidumbre.
- **Software de NLP no es capaz de comprender el lenguaje que utilizan los obreros:** Dada el área en que se va a realizar la investigación, se espera que el vocabulario que manejen los usuarios hacia los que se dirige la aplicación sea inculto formal, por lo que el software puede encontrarse con dificultades al momento de interpretar los mensajes entregados.
- **Disponibilidad de parte de los proveedores:** Si bien es un riesgo cuya probabilidad de ocurrencia es baja, la caída de los servidores de los proveedores de canales de distribución del software y de la inteligencia propiamente tal presentan un problema importante al momento de realizar el trabajo de memoria. Dado que estos son problemas técnicos que se encuentran fuera de alcance para solucionar, se buscará evitar estos riesgos planificando las tareas que dependan de ellos con tiempo para que en caso de ser necesario se puedan repetir los tests.
- **Integridad de la Data:** La forma en que se registre la información obtenida durante el desarrollo del proyecto resulta importante para poder ser analizada a posteriori y, por lo tanto, es necesario planificar con detalle que es lo que se va a registrar para que no suceda que al momento de analizar no exista la información necesaria para concluir.

7 DESARROLLO DEL TRABAJO DE MEMORIA

El trabajo de memoria se desarrolló según el plan de trabajo y la metodología expuestos en capítulos anteriores, en esta sección se puede encontrar la sistematización del trabajo realizado y los resultados que fueron obtenidos de ella

7.1 SELECCIÓN DEL CURSO A REALIZAR

La primera tarea a realizar durante el trabajo consistió en determinar cuál es la posible oferta de cursos a sistematizar y de ellos cuál es el que se buscaría prototipar, para esto se definieron dos

grupos de criterios: en primer lugar con la empresa se definen criterios prácticos que permitan concentrar los esfuerzos del trabajo en el testeado de la herramienta y no en estudios de temáticas complejas o que pudiesen involucrar factores que distorsionen las conclusiones, los criterios definidos para esto son:

- Se utilizará para el estudio el listado que propone para el año 2018 la Mutual de Seguridad de la Cámara Chilena de la Construcción para el rubro de la construcción, debido a que es esta asociación la que concentra la mayor cantidad de afiliados en el mercado chileno²¹.
- Se considerarán para el prototipado solo los cursos que estén pensados para personas en Santiago ya que es en este espacio geográfico en que se llevará a cabo el testeado del prototipo.
- Se descarta el testeado con cursos que correspondan a iniciativas de gobierno, debido principalmente a que estas son iniciativas que normalmente requieren de más de una sesión y de un seguimiento más complejo
- Se realizará el testeado sobre cursos que están enfocados a trabajadores y obreros, evitando cursos pensados para administradores y profesionales de alto grado de calificación.
- Se descarta el testeado con cursos que no presenten implicancias directas sobre el rubro, evitando así la posibilidad de introducir factores externos al testeado del producto, un buen ejemplo de cursos que se descartaron con este criterio es el curso de manejo a la defensiva.

Luego de la aplicación de estos criterios sobre el listado de cursos propuesto por la mutual de seguridad se obtuvo la siguiente lista de candidatos para el desarrollo del trabajo:

- Control de riesgos en caídas de altura
- Control de riesgos en el manejo de sustancias peligrosas
- Control de riesgos en equipos energizados
- Control de riesgos en trabajo con soldaduras
- Decreto 148 de 2004 del Ministerio de Salud
- Manejo manual de cargas
- Prevención de riesgos para señaleros en grúas torres

Por medio de una reunión con expertos del Área de Aprendizaje en Ingeniería y Ciencias de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, se definieron criterios de carácter pedagógico que permitan acotar el listado anterior para facilitar la selección, los criterios propuestos por ellos para testear la respuesta de un público determinado a las capacitaciones digitales fueron:

- Realización del testeado con cursos que cuenten con temáticas sencillas de captar por el usuario
- Realizar cursos donde el flujo de conocimientos siga una secuencia lineal durante el aprendizaje
- Realizar cursos donde el resultado esperado sea inmediatamente visible

El objetivo de estos criterios es que: al momento de estudiar los resultados, la cantidad de variables externas que puedan influir sobre la evaluación de la herramienta se vea reducida. Luego de

²¹ Se puede encontrar el listado completo de cursos propuestos en el Anexo A.

aplicarlos sobre el listado anterior, se determinó que los cursos que presentaban las mejores características para convertirse en el prototipo de este trabajo eran:

- Control de riesgos en caídas de altura
- Manejo manual de cargas
- Prevención de riesgos para señaleros en grúas torres

Finalmente, la decisión entre estos tres cursos se realiza por razones pragmáticas optando por realizar el testeo en la única de estas materias en la que se logró conseguir una capacitación real para cursar previo al desarrollo del prototipo, optando de esta manera por la sistematización del curso de “*Control de riesgos en caídas de altura*”.

7.2 DEFINICIÓN DE REQUISITOS Y DISEÑO DEL CURSO

7.2.1 Requisitos del prototipo

Para definir con claridad el alcance que el prototipo tendrá es necesario determinar los requisitos que deberá cumplir, para esto se separan los requisitos en funcionales y no funcionales. El detalle de los requisitos definidos para el prototipo es:

- **Funcionales:** Aquellos que se refieren a una función específica que debe realizar el software, los que se definen para este caso son.
 - **Entrega de información por medio de múltiples herramientas educativas:** Para desarrollar las capacitaciones es necesario poder de utilizar la mayor cantidad de material didáctico posible, es por esto que se define que el prototipo debe ser capaz de entregar información por medio de: texto e imágenes a modo de prueba, el objetivo es que durante el desarrollo final del producto²² se puedan incorporar otras formas de entregar información (audio o video).
 - **Entender lenguaje natural:** Para el correcto funcionamiento de la interacción que se pretende lograr, es necesario que el software sea capaz de entender inputs entregados por los usuarios en lenguaje natural escrito.
 - **Guardar y consultar información de una base de datos transaccional:** Con el objetivo de llevar registro del progreso de cada uno de los trabajadores, para facilitar la fluidez y la naturalidad de las interacciones es necesario que el software pueda conectarse e interactuar con una base de datos transaccional.
- **No funcionales:** Aquellos que se refieren a los requerimientos no relacionados con una función en particular.
 - **Disponibilidad:** Con el objetivo de mejorar la accesibilidad de parte de los trabajadores a los cursos de capacitación, se propone que el curso debe estar disponible de forma continua 24 horas al día durante toda la semana.
 - **Secuencialidad en la entrega de información:** El software debe ser capaz de entregar los contenidos de manera secuencial, manteniendo un registro del progreso de cada alumno con el fin de retomarlo en cualquier momento desde el punto en que su reproducción se vea interrumpida.

²² Proceso que no se encuentra dentro de los alcances de este trabajo.

- **Interfaz Familiar:** Con el objetivo de que el proceso de aprendizaje sea lo menos invasivo posible para la rutina del trabajador es que se vuelve necesario que el canal por el cual se entregue la información resulte amigable para el usuario.
- **Estado de Avance:** El software debe ser capaz de registrar el nivel de avance del estudiante en el curso, con el objetivo de que este puede realizarlo en forma diferida durante una extensión de tiempo indeterminada.
- **Precisión:** El software debe ser lo suficientemente preciso como para responder las preguntas que se le hacen de manera clara, pero lo suficientemente impreciso como para poder captar la gran variabilidad de formas de preguntar lo mismo.
- **Advertencia “no entendí”:** El software debe ser capaz de informar al usuario cuando no entiende algo para que este pueda intentar un camino alternativo y al mismo tiempo a un desarrollador para que este pueda crear una nueva respuesta aumentando la base de conocimiento.

7.2.2 Diseño del Curso

Como se mencionó anteriormente, la metodología mediante la que se realizará el diseño del curso es la metodología ASSURE de diseño instruccional. Esta se divide en pasos cuyos desarrollos serán detallados a continuación:

7.2.2.1 Análisis de las Características del Estudiante

Antes de comenzar el diseño del curso propiamente tal es necesario identificar al estudiante y sus características, para el prototipo se definen las siguientes características como importantes:

- **Características Generales:** Se esperan adultos entre 18 y 65 años que no presenten impedimentos físicos o psicológicos para realizar trabajos en altura, con estudios ya sea técnicos o humanistas de al menos enseñanza media.
- **Capacidades Específicas de Entrada:** Se esperan personas con conocimientos técnicos del mundo de la construcción, con experiencias anteriores de capacitación mayoritariamente presencial.
- **Estilos de Aprendizaje:** De los 4 estilos de aprendizaje propuestos por Peter Honey y Alan Mumford, [31] se espera que el grueso de los usuarios esperados para el prototipo presente estilos pragmáticos de aprendizaje, es decir:
 - Los enlaces entre la materia a estudiar y la oportunidad que esto presenta al usuario deben ser obvios.
 - Las medidas propuestas para ellos deben ser poco complejas.
 - El entrenador debe ser creíble.
 - Lo que se les enseña debe ser fácilmente replicable y atingente al trabajo que están realizando.
 - Se pueden concentrar en ejemplos prácticos.
 - Pueden testear lo aprendido rápidamente.

7.2.2.2 Establecimiento de Objetivos de Aprendizaje

Se define para el desarrollo del prototipo que el objetivo esperado del aprendizaje será:

- **Objetivo General:** *Entender y aplicar medidas preventivas para evitar caídas en altura.*

- **Objetivos Específicos:**
 - Conocer las características de los sistemas de protección de caídas, andamios, plataformas móviles y escaleras.
 - Conocer los peligros de trabajar en altura en andamios, plataformas móviles y escaleras
 - Identificar las medidas preventivas para el trabajo en altura, en andamios, plataformas móviles y escaleras.

7.2.2.3 Selección de Estrategia, Medio y Materiales.

Para la implementación de prototipo es necesario definir la estrategia educacional que se va a utilizar, los medios por los que se realizará el curso y los materiales con que se va a realizar la clase:

7.2.2.3.1 Estrategia

La estrategia educacional para el curso es un conjunto de metodologías de trabajo y métodos instruccionales²³, en este caso particular las metodologías y métodos a utilizar serán:

- **Aproximación general al e-learning:** Existen dos grandes tipos de aproximación| al e-learning [32]:
 - **Self-paced:** Se les ofrece a los estudiantes cursos en los que ellos son libres de definir el ritmo con que se completan, con la posibilidad de definir su velocidad a sus necesidades y capacidades.
 - **Instructor-led:** En esta modalidad un curso es programado a todos los estudiantes y en sesiones online es liderado por un instructor capacitado, entregando retroalimentación en tiempo real a los estudiantes.

De las dos aproximaciones descritas la que mejor se ajusta y que por lo tanto será la que se utilizará es la “self-paced”, ya que permite al usuario aprovechar al máximo la flexibilidad que le ofrecería un software de aprendizaje que no cuenta con instructores humanos en su interacción.

- **Modalidad de Respuesta:** Al igual que con las aproximaciones generales existen dos modalidades de respuesta con las que se puede desarrollar un producto de e-learning [32]:
 - **Synchronous:** Los eventos de la clase que se está realizando tienen lugar en tiempo real, para que este tipo de cursos se den es necesario que ambas entidades en la realización de la clase se encuentren disponibles al mismo tiempo.
 - **Asynchronous:** Los eventos de la clase ocurren con desfase, no hay necesidad de que ambas entidades en la realización de la clase se encuentren disponibles al mismo tiempo. Se utiliza en la mayoría de los casos de “self-paced” e-learning tradicionales.

A pesar de que la modalidad de respuesta más utilizada para la aproximación general seleccionada sea la Asynchronous, las características particulares del producto que se

²³ Los métodos instruccionales son las distintas formas que existen para entregar o reforzar valor a través de una metodología de e-learning.

espera desarrollar requieren que se defina como modalidad de respuesta del prototipo una respuesta Synchronous.

- **Métodos Instruccionales:** Los métodos instruccionales son la forma mediante la que se va a entregar o reforzar la información que conforma el curso, existen tres grandes grupos de métodos instruccionales [32]:
 - **Métodos Expositivos:** Se enfocan en la absorción de conocimiento nuevo, incluyen presentaciones, estudios de caso, ejemplos y más.
 - **Métodos Aplicados:** Se usa principalmente con estudiantes que presenten aprendizajes más aplicados. Incluyen demostraciones, juegos de roles y simulaciones entre otros.
 - **Métodos Colaborativos:** Enfatizan la dimensión social del aprendizaje y obliga a los estudiantes a establecer relaciones de colaboración y de generosidad en la creación de conocimiento.

Dadas la característica del producto que se busca desarrollar (enfoque en capacitaciones suplementarias de emergencia), las metodologías instruccionales que se utilizarán durante la elaboración del prototipo serán mayoritariamente expositivas ya que el objetivo es que el trabajador logre la mayor absorción de conocimientos en el menor tiempo posible.

En resumen, la estrategia del curso a desarrollar se puede enunciar como:

“Se generará un curso que permita al usuario seguir su propio ritmo de aprendizaje, pero recibiendo información, retroalimentación y evaluaciones en tiempo real. Todo esto a través de presentaciones, ejemplos y casos con el objetivo de potenciar todo lo posible la absorción de conocimiento en el estudiante”

7.2.2.3.2 Medio

Para definir el medio con que se va a entregar el curso que se va a realizar, es importante definir algunos factores de antemano, a continuación, se explicarán y definirán aquellos que afectan al desarrollo de este trabajo [32]:

- **Factores propios del estudiante:** Se debe buscar un espacio en que los estudiantes se sientan cómodos, evitando realizar las clases en idiomas que no sean nativos para ellos, utilizando plataformas complejas o con terminologías alejadas de su vocabulario. En este caso estamos hablando de personas con manejos bajos de vocabulario, con baja capacidad esperada para seguir estructuras abstractas complejas y con acceso en muchos casos a las redes sociales más comunes del mercado.
- **Aspectos Tecnológicos:** Es importante considerar los elementos tecnológicos con que puede disponer el usuario al momento de tomar el curso para no generar una instancia educativa que le resulte tecnológicamente inabordable. En términos computacionales se asumirá que los usuarios solo contarán con un terminal móvil (teléfono celular) con capacidad suficiente para realizar el curso y para reducir la carga de este se alojará la inteligencia de la aplicación en un servidor que envíe las respuestas a las terminales.
- **Requerimientos organizacionales:** Por último, se deben considerar las exigencias que la organización tiene con respecto a la capacitación que se está realizando, la velocidad con que debe estar a disposición, la cobertura que está debe tener en términos de tiempo y la

calidad que esta ofrece a sus alumnos. En el caso del proyecto, las capacitaciones deben tener disponibilidad inmediata lo que significa que deben ser cursos pre estructurados con disponibilidad web para sus estudiantes y que sus resultados puedan ser previamente validados como útiles.

Dados los factores anteriormente descritos se opta como medio de entrega de los cursos la herramienta de mensajería instantánea provista por Facebook, ya que esta cumple con ser una terminal con bajo requerimiento computacional de parte del usuario, permite conexión a un servidor provisto por externos y por lo tanto que el desarrollo del software se haga pensando en la producción de cursos pre estructurados para un accionar más veloz al momento de iniciar una capacitación.

7.2.2.3.3 Materiales

Antes de definir los materiales con que se va a generar un curso de e-learning es necesario identificar cuales componentes de él se encontraran presentes en el curso a desarrollar y, por lo tanto, que es lo que se deberá apoyar:

- **Contenido:** Para definir el material debe considerarse el nivel de complejidad de la información que se busca transmitir, el nivel de interactividad que se espera que este tenga o si se necesita que el curso tenga simulaciones de algún tipo. Para el nivel de complejidad de la información que se presenta al usuario en el caso a desarrollar durante el prototipo, el apoyo con infografías resulta suficiente.
- **Tutorías, consultorías o mentorías virtuales:** Este aspecto incluye interacción de parte del estudiante con un profesor que pueda entregar retroalimentación en tiempo real. Para el caso del prototipo se propone el reemplazo de este profesor “humano” por uno digital, que cumpla las mismas funciones pero que su disponibilidad sea 24/7.
- **Aprendizaje colaborativo:** Aspecto mayoritariamente social del e-learning el aprendizaje colaborativo busca generar, discusiones o trabajo en equipo para generar conocimiento en todo el grupo de alumnos. Dadas las características definidas para el producto a desarrollar este aspecto del e-learning no será trabajado.
- **Clase Virtual:** Por último, este aspecto busca utilizar las herramientas digitales como una fuente de conexión y no de automatización, colocando en una sala virtual a los alumnos con el profesor. Dadas las características definidas para el producto a desarrollar este aspecto del e-learning no será trabajado.

Del análisis de los aspectos anteriores se concluye que el material de apoyo necesario para la realización del curso planificado, serán en su mayoría imágenes. Para el desarrollo de esta memoria entenderemos imagen como cualquier medio de apoyo visual estático que entregue información nueva o complementaria al proceso educativo que el software está llevando a cabo, las imágenes que se van a utilizar como apoyo para este trabajo se componen mayoritariamente por infografías y se pueden encontrar en el anexo B

7.2.2.3.4 Malla Curricular y Contenidos

Con todas las definiciones anteriores ya hechas es posible proponer una maya curricular para la capacitación a realizar, como se había mencionado anteriormente el curso a desarrollar es el de “Control de riesgos en caídas de altura” y para él se definieron 4 unidades importantes que se describirán a continuación:

- **Introducción:** Porción inicial del curso en ella se espera que el alumno logre captar con claridad:
 - Definición de lo que constituye un accidente en altura.
 - Definición y características de un Sistema Personal de Detención de Caídas.
 - Definición y características de los principales tipos de accidentes en altura.
- **Trabajo en Altura, Andamios:** En esta unidad se espera que el alumno logre captar con claridad:
 - Definición de lo que constituye un andamio.
 - Tipos de accidente de altura en el trabajo con andamios.
 - Comprensión de los peligros que tiene trabajar en andamios.
 - Medidas de prevención contra los peligros para evitar que se transformen en accidentes.
- **Trabajo en Altura, Plataformas Móviles:** En esta unidad se espera que el alumno logre captar con claridad:
 - Definición de lo que constituye una plataforma móvil y cuáles son los tipos.
 - Tipos de accidente de altura en el trabajo con plataformas.
 - Comprensión de los peligros que tiene trabajar en plataformas móviles.
 - Medidas de prevención contra los peligros para evitar que se transformen en accidentes.
- **Trabajo en Altura, Escalas:** En esta unidad se espera que el alumno logre captar con claridad:
 - Definición de lo que constituye una escala y cuáles son los tipos.
 - Tipos de accidente de altura en el trabajo con escaleras.
 - Comprensión de los peligros que tiene trabajar en escaleras.
 - Medidas de prevención contra los peligros para evitar que se transformen en accidentes.

En cada punto si la información que se busca entregar resulta ser extensa se presentara en forma de infografía, con el objetivo de que el trabajador pueda desplazarse por ellas y de manera dinámica incorporar o reforzar contenidos.

7.3 PROTOTIPO VIRTUAL DEL PRODUCTO

7.3.1 Estructura de la entrevista

Tal como se explica en el capítulo de metodología del trabajo el prototipo virtual del producto es una iteración a escala más reducida de lo que será eventualmente el prototipo final y que busca: validar el problema, validar la solución y validar la solución como una propuesta de negocios válida con las personas que eventualmente usarán el producto. Es importante notar que esta etapa de prototipado no busca conocer la opinión de los usuarios finales, sino que la opinión institucional en particular de la persona que podría eventualmente impulsar una decisión de compra.

Para el desarrollo de este trabajo se entrevistó a dos miembros del gremio de la construcción, a ambos se les realizaron las siguientes preguntas:

- **Identificación del problema:** Se explican los aspectos más importantes del problema descrito en capítulos anteriores.
 - La primera pregunta que se realiza es: En su experiencia en el gremio, ¿le parecen acertadas estas problemáticas? ¿Por qué?
 - La segunda pregunta realizada es: De acuerdo con sus experiencias ¿existe algún aspecto de este problema que no se haya mencionado? ¿Cuál y por qué?
- **Validación de la solución:** Se explican las características del curso descrito anteriormente y la capacidad de realización remota del curso.
 - La primera pregunta que se realiza es: ¿Cree que esta solución se hace cargo de los problemas descritos? ¿Por qué?
 - La segunda pregunta que se realiza es: ¿Qué le gustaría que también estuviese incluido en esta solución?
- **Evaluación de interés comercial:** Una vez que las dudas sobre la solución están resueltas y las opiniones de los entrevistados están vertidas, se realizan las últimas preguntas de la jornada.
 - La última pregunta a realizar es: ¿Cuáles son las características que debiese cumplir este producto para convertirse en una alternativa atractiva para su empresa?

7.3.2 Respuestas

Los puntos más importantes obtenidos en la entrevista descrita anteriormente son:

7.3.2.1 *Entrevista con Cristián Oliva, Arquitecto*

De esta entrevista los puntos más importantes que se pueden rescatar son:

- Es difícil para las PYMES encontrar capacitaciones de buena calidad ya las mutuales tienden a favorecer los horarios de capacitación para las empresas más grandes.
- Encuentra importante que las capacitaciones realizadas en esta modalidad se limiten a cosas que se puedan aprender sin experiencias prácticas, de lo contrario la medida podría ser contraproducente.
- Encuentra que la aplicación resultaría útil a nivel gerencial o de mandos medios, que para un uso masivo entre obreros sería bueno limitarla a capacitaciones de emergencia que además cumplan con el punto anterior.
- Encuentra que la herramienta es útil y la utilizaría siempre y cuando esté validada por las mutualidades.
- Considera que puede resultar útil como una fuente de antecedentes para una defensa legal de la empresa.
- Cree que el catálogo de cursos debiese ser extenso, mientras más extenso mejor.
- Se propone que la capacitación debe ser por medios visuales o audiovisuales que permitan sortear las limitaciones educacionales con que cuentan algunos de los obreros.

7.3.2.2 *Entrevista con Kenneth Nielsen, Constructor Civil*

Los puntos más importantes que se pueden rescatar de esta entrevista son:

- Es complejo para las empresas mantener un registro del entendimiento de los obreros de las medidas de seguridad que deben cumplir.

- Es complejo encontrar trabajadores certificados y cuando se los encuentra es común que sean muy jóvenes y no tengan experiencia.
- Los trabajadores capacitados se van a trabajar en empresas más grandes donde encuentran más trabajo y a veces mejores remuneraciones.
- Las obras más pequeñas no necesariamente tienen un prevencionista de riesgos presente todo el tiempo.
- Las obras son espacios de trabajo de alta incertidumbre, cuyos planes pueden cambiar de un momento a otro debido a contingencias que pueden suceder. Volviendo complejo coordinar capacitaciones con las mutualidades que se ajusten a estos cambios y por otro lado, la detención de las obras tampoco es viable.
- Le interesa que las evaluaciones se puedan controlar para verificar que el trabajador las realice de forma honesta.
- Compraría una solución como la propuesta siempre que sea práctica y que sus costos de integración sean mínimos.

7.3.3 Síntesis de los puntos más importantes

De ambas entrevistas se pueden extraer las siguientes conclusiones como inputs interesantes para mejorar la propuesta de prototipo:

- Conseguir trabajadores capacitados resulta complejo para empresas pequeñas y medianas, ya sea porque los obreros capacitados se van a empresas más grandes o porque la oferta actual de capacitaciones no está pensada en sus modelos de negocio.
- Resulta interesante evaluar una propuesta de capacitación que preste “capacitaciones de emergencia” que se puedan hacer cargo del dinamismo existente en una faena, pero que a la vez se centre en capacitaciones de baja complejidad para evitar accidentes por realización de trabajos con capacitaciones inapropiadas.
- Un eventual “portal de administrador” que permita a los administradores y personas a cargo de una obra acceso a información de rendimiento e historial de las capacitaciones puede resultar interesante de evaluar para el producto, pero esto se encuentra fuera del alcance de este trabajo de memoria.
- La solución debe tener mínimos costos de integración para las empresas y antes de su comercialización debiese buscarse el respaldo de alguna de las mutualidades. El último de estos puntos si bien resulta importante para el desarrollo del producto se encuentra fuera del alcance de este trabajo de memoria.
- En ambos casos la solución propuesta para el problema descrito se encuentra validada por los futuros clientes entrevistados, por lo tanto un desarrollo más extenso del pivoteo del producto mínimo viable es razonable.

7.4 SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS

Con las definiciones de estrategia, el diseño del curso y el prototipo virtual realizados se puede proceder a diseñar el producto mínimo viable con que se pretende testear la hipótesis de este trabajo, como primer paso es necesario definir las herramientas tecnológicas con que se va a realizar el trabajo. Es importante notar que las herramientas no son el foco del trabajo a desarrollar

y que por lo tanto su selección responde a criterios pragmáticos, los más importantes siendo que las herramientas seleccionadas son utilizadas en la empresa en que se realiza la memoria y que su utilización es gratuita por lo que se reducen los costos del MVP y se podrá contar con apoyo técnico de la empresa:

El desarrollo de esta investigación tuvo lugar en un ambiente compuesto por: un computador con sistema operativo Windows 10 de 64 bits sobre el que se generaron instancias locales de servidores y bases de datos para la producción del código del chatbot. Para la ejecución local de la base de datos se utilizó el ambiente de desarrollo para PHP Xampp [33] en su distribución v3.2.2 y el para el servidor se utilizó la distribución local de NODE.js [34], para conectar el desarrollo local con el servicio de mensajería de Facebook se utiliza el sistema de relay de tráfico web ngrok en su distribución v2.2.8 [35], por último el desarrollo del código se hizo por medio del IDE Sublime Text en su distribución v3.1.1 [36].

Cuando el desarrollo del trabajo ya se encontraba estable y en la versión final a utilizar para el prototipado, se realizó la migración desde el ambiente local a uno público para esto se utilizó un repositorio git²⁴ administrado por medio del administrador git Bitbucket [37], las principales características del servidor público utilizado son:

- **Herramienta de procesamiento de lenguajes naturales:** El motor de procesamiento de lenguaje natural que se utilizará en el MVP es “WIT.AI”, una inteligencia artificial actualmente desarrollada por Facebook que permite acceso gratuito a su plataforma y facilita la integración con plataformas de terceros. Separa las entradas de lenguaje natural entregadas por el usuario en grandes grupos llamados “entity” compuestos por subgrupos llamados “intent” y entrega una probabilidad de ocurrencia para cada uno [38].
- **Servidor:** El servidor que el MVP utilizará para realizar la lógica que hará funcionar al robot cuenta con un sistema operativo Ubuntu 16.04.5 LTS el que correrá NODE.js, entorno de ejecución en JavaScript orientado a eventos asíncronos, está diseñado para construir aplicaciones en red escalables y es de código libre [34]. El servidor es una máquina virtual provista por el sistema de servidores cloud Linode [39], con el data center de esta máquina ubicado en Fremont, California, Estados Unidos y sus especificaciones técnicas son: 2GB de RAM, 1 CPU Core y 50 GB de almacenamiento SSD.
- **Sistema de administración de bases de dato relacional:** Para la operación y administración necesarias y generadas por la operación se utilizará MariaDB, debido en particular a que es de código libre [40], el motor de base de dato que permite el almacenamiento de los datos en este sistema es InnoDB.

²⁴ Sistemas de control de versionamiento

7.5 FUNCIONAMIENTO DEL SOFTWARE

7.5.1 Caracterización del Producto Mínimo Viable

7.5.1.1 Objetivo

El objetivo del producto mínimo viable a desarrollar es poder evaluar que tan eficiente resulta como herramienta de asistencia a la realización de capacitaciones la utilización de software de procesamiento de lenguajes naturales.

Se espera poder evaluar también la metodología propuesta para el diseño de los cursos y en función de los resultados obtenidos verificarla como la que se utilizará o reevaluarla.

Por último, se espera también poder conocer las reacciones que tendrán los trabajadores del gremio de la construcción a un canal de entrega de capacitaciones muy distinto al que están acostumbrados.

7.5.1.2 Alcances

Se define entonces como producto mínimo viables un chatbot capaz de realizar la capacitación de trabajo en altura, en idioma español, de forma lineal, apoyando la docencia en la entrega de imágenes, con la capacidad para responder dudas que estén relacionadas con los contenidos y con la capacidad de realizar un control que evalúe la retención de los conocimientos con el mismo nivel de dificultad que las capacitaciones realizadas en el mismo tema por las mutualidades.

7.5.2 Explicación de los procesos del Servicio

Antes de comenzar es importante entender que el proceso se divide en 3 capas, la capa de visualización que es realizada casi íntegramente por la api de Facebook para las conversaciones por chat, la capa de lógica que tiene lugar entre el servidor NODE y WIT.AI que se creó para el prototipo y la capa de datos que corre sobre el motor MariaDB.

7.5.2.1 Capa de Visualización

Para la visualización existen cinco clasificaciones de respuesta a entregar.

- **Clasificación M**

Utilizada para definir mensajes cuyo contenido corresponde a la sección lineal del curso y que por lo tanto solo tiene un lugar lógico en que pueden ser entregados, su activación depende del grado de avance en que se encuentre el alumno y de la respuesta que entregue al estímulo en pantalla, el contenido es exclusivamente texto.

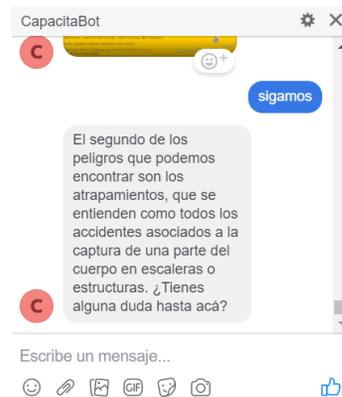


Ilustración 6. Ejemplo de un mensaje tipo M. Elaboración propia

- **Clasificación I**

Utilizada para definir mensajes cuyo contenido corresponde a la sección lineal del curso y que por lo tanto solo tiene un lugar lógico en que pueden ser entregados, su activación depende del grado de avance en que se encuentre el alumno y de la respuesta que entregue al estímulo en pantalla, el contenido de esta respuesta es un mensaje acompañado de texto.



Ilustración 7. Ejemplo de un mensaje tipo I. Elaboración propia.

- **Clasificación R**

Utilizada para definir mensajes cuyo contenido corresponde a la sección lineal del curso y que por lo tanto solo tiene un lugar lógico en que pueden ser entregados, su activación depende del grado de avance en que se encuentre el alumno, de la respuesta que entregue al estímulo en pantalla y de que esté cometiendo su tercer error en una evaluación, el contenido de esta respuesta es un mensaje que informa su reprobación de la evaluación y en caso de ser la tercera su reprobación del curso. Este tipo de mensaje gatilla un cambio de estado en la base de datos registrando la reprobación del alumno.

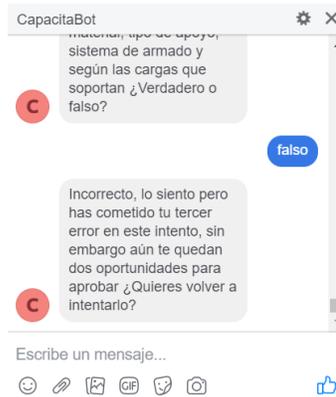


Ilustración 8. Ejemplo de un mensaje tipo R. Elaboración propia.

- **Clasificación A**

Utilizada para definir mensajes cuyo contenido corresponde a la sección lineal del curso y que por lo tanto solo tiene un lugar lógico en que pueden ser entregados, su activación depende del grado de avance en que se encuentre el alumno, de la respuesta que entregue al estímulo en pantalla y de que esté respondiendo correctamente la última pregunta de la evaluación o si al responderla de forma incorrecta no supero el límite de dos errores por evaluación, el contenido de esta respuesta es un mensaje que informa la aprobación de la evaluación. Este tipo de mensaje gatilla un cambio de estado en la base de datos registrando la aprobación del alumno.

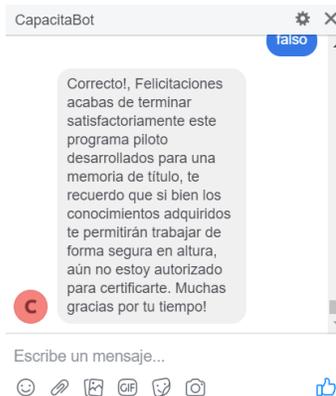


Ilustración 9. Ejemplo de mensaje tipo A. Elaboración propia.

- **Clasificación P**

Utilizada para definir mensajes que representan respuestas genéricas y que por lo tanto pueden ser utilizados en cualquier parte del curso, para ser vistos en pantalla el usuario debe realizar una interacción que no gatille un mensaje de ninguna clasificación anterior. Su contenido puede incluir mensajes e imágenes. El envío de un mensaje tipo P no altera el estado de avance del alumno en el curso.

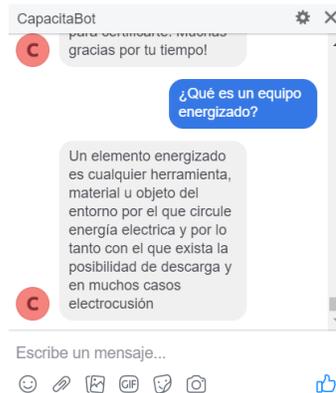


Ilustración 10. Ejemplo de mensaje tipo P. Elaboración propia.

- **Mensaje de error**

Utilizado para informarle al usuario que “no se entendió lo que se estaba solicitando”, error que sucede cuando el software de NLP no es capaz de entregar con certeza una clasificación del mensaje, esto puede suceder porque el usuario está realizando una pregunta que nunca estuvo programada o una variación muy grande de las expresiones conocidas para una pregunta. Este mensaje entrega una notificación al usuario de que no se entendió el input y se genera una alerta al desarrollador para que decida que hacer con el mensaje que generó el error.

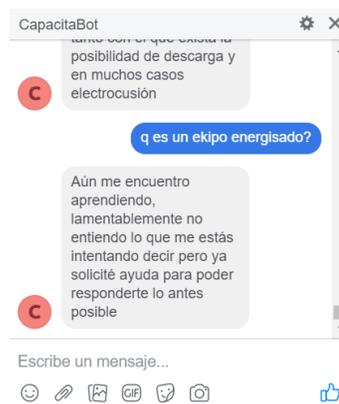


Ilustración 11. Ejemplo de mensaje de error, en esta imagen se puede ver una variación del mensaje entregado en la clasificación anterior. Elaboración propia.

7.5.2.2 Capa de Datos

La base de datos detrás de los mensajes de la capa de visualización cuenta con cuatro tablas:

- **Tabla de usuarios:** En ella se registra la información de los usuarios que se espera guardar en el largo plazo y que se utiliza para determinar el estado de avance actual de usuario en el curso y sus estadísticas de rendimiento, las columnas que componen esta base son:
 - **ID_usuario:** ID de la entrada.
 - **Nombre:** Nombre registrado en Facebook del usuario.
 - **Apellido:** Apellido registrado en Facebook del usuario.
 - **Avance:** Estado de avance del usuario en el curso, se utiliza para determinar las respuestas de tipo M, I, R o A.
 - **Test_Errores:** Cantidad de errores cometidos por el usuario en su iteración actual de la evaluación, se utiliza para determinar las respuestas de tipo R y A.
 - **Test_Repeticiones:** Cantidad de repeticiones de la evaluación del curso, se utiliza para determinar las respuestas de tipo R.
 - **Aprobaciones y Reprobaciones:** Últimas dos columnas de la base se usan para registrar la cantidad de aprobaciones o reprobaciones que el usuario tiene en el curso.
- **Tabla estado_diccionario:** En ella se registra la información que permite determinar en que consiste el estado en que se encuentra el usuario, las columnas que componen esta base son:
 - **ID_estado:** ID del estado que se busca describir.
 - **Descripción:** Breve explicación del estado.
- **Tabla conversación:** En ella se registran todas las interacciones que tienen los usuarios con el bot y viceversa, el objetivo es tener un registro para buscar tendencia en caso de ser necesario y manejar información estadística sobre algunos aspectos del curso (por ejemplo las preguntas más reprobadas), las columnas que componen esta base son:
 - **ID_conversacion:** ID de la entrada.
 - **ID_emisor:** Identificador que Facebook asigna al emisor del mensaje.
 - **Mensaje:** Se almacena la porción de texto del mensaje enviado, no se almacenan las fotografías.
 - **TIMESTAMP:** Se almacena el momento en que se registra el mensaje para poder ordenar las conversaciones.
 - **ID_receptor:** Identificador que Facebook asigna al receptor del mensaje.
- **Tabla respuestas:** En ella se almacenan todas las posibles respuestas con que cuenta el robot para entregar al usuario dependiendo de la situación en que se encuentre la conversación, las columnas que componen esta base son:
 - **ID_respuestas:** ID de la entrada, particularmente importante para las actualizaciones y correcciones de la tabla.
 - **Entity:** Agrupación mayor entregada por WIT.AI, se utiliza para definir el tipo de input entregado por el usuario y por lo tanto el contenido de la respuesta que se va a entregar.
 - **Intent:** Agrupación menor entregada por WIT.AI, se utiliza para definir el tipo de input entregado por el usuario y por lo tanto el contenido de la respuesta que se va a entregar.

- **Estado_Actual:** Contiene el estado en que se encuentra el usuario al momento de recibir el mensaje, se utiliza para los mensajes de tipo M, I, R o A.
- **Estado_Siguiente:** Contiene el estado en que se encontrará el usuario después de recibir el mensaje, se utiliza para los mensajes de tipo M, I, R o A.
- **Respuesta:** Contiene el texto del mensaje de respuesta que se entregara al usuario.
- **Tipo_de_Material:** Contiene la clasificación de mensaje que corresponda a la entrada de la base (M, I, R, A o P).
- **Imagen:** Contiene el enlace a la imagen que entrega el bot en las respuestas de tipo I o P.
- **Error_Actual:** Contiene el conteo de errores en que está el usuario antes de responder la pregunta en que se encuentra, se utiliza para los mensajes tipo M, R o A.
- **Error_Siguiente:** Contiene el conteo de errores en que se encontrará el usuario en caso de responder incorrectamente la pregunta en que se encuentra, se utiliza para los mensajes tipo M, R o A.
- **Repetición_Actual:** Contiene el conteo de evaluaciones que ha rendido el usuario antes de responder la pregunta en que se encuentra, se utiliza para los mensajes tipo M, R o A.
- **Repetición_Siguiente:** Contiene el conteo de evaluaciones que ha rendido el usuario después de responder la pregunta en que se encuentra, se utiliza para los mensajes tipo M, R o A.

7.5.2.3 Lógica

La lógica que permite el funcionamiento del chatbot de cara al usuario sigue una serie de pasos para determinar cuál será el mensaje que se va a responder al input que se recibe, los pasos que determinarán el flujo de información y por lo tanto la experiencia que tiene el usuario se pueden observar en la siguiente imagen:

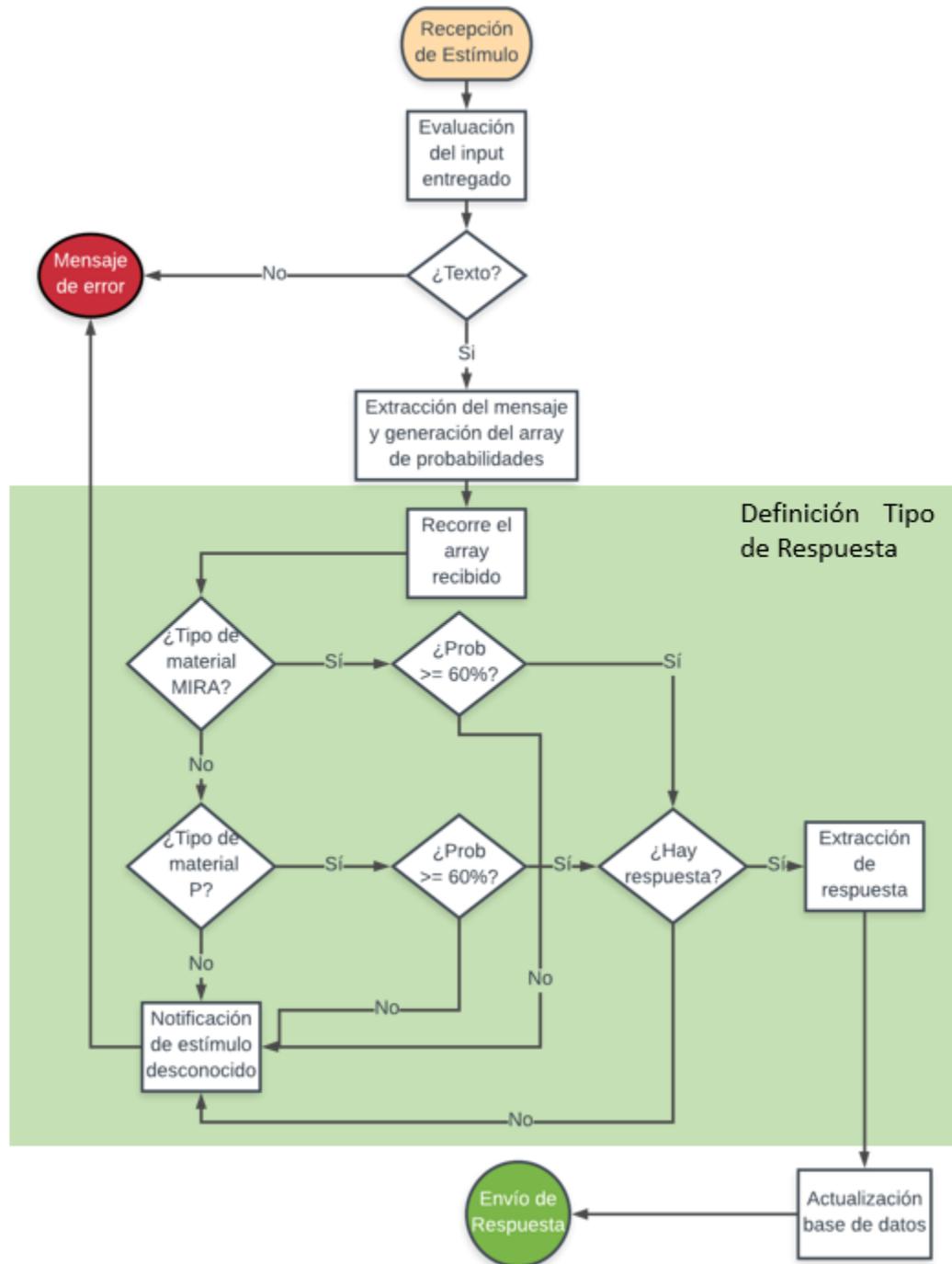


Ilustración 12. Esquema de funcionamiento de la lógica del Chatbot. Elaboración propia.

- **Identificación de input:** Se verifica que el input recibido de parte del usuario sea un mensaje de texto y no de otro tipo, a pesar de que la interfaz permite enviar otro tipo de mensajes para el desarrollo de este prototipo solo se utilizarán mensajes. En caso de recibir otro tipo de inputs avisará al usuario que por favor escriba un mensaje de texto.
- **Extracción del mensaje:** Una vez que se recibe el mensaje de parte del usuario, se obtiene de él el mensaje escrito y se envía a WIT.AI para que se realice el procesamiento de lenguaje natural, el software entregará un array tan grande como intents se hayan definido durante el entrenamiento y cada uno de ellos irá acompañado de una probabilidad que se utilizará para determinar qué es lo que está intentando decir el usuario.
- **Definición del tipo de respuesta:** Se recorre el array entregado dos veces, en primera instancia para verificar si el input busca continuar con momento específico del curso, es decir se determina si la respuesta a entregar es de tipo M, I, R o A, la segunda instancia es para verificar si el input busca una respuesta genérica, es decir determinar si la respuesta a entregar es de tipo P. Para poder definir una clasificación de respuesta a dar es necesario que la seguridad con que se está seleccionando sea de al menos un 60%. En caso de que no haya ninguna respuesta con seguridad mínima de 60% se enviará un mensaje de error. Por último, se extrae de la base la respuesta que coincida con el tipo de mensaje determinado, en caso de no existir respuesta para el tipo determinado se enviará un mensaje de error
- **Actualización de la base de datos:** Dependiendo del tipo de respuesta será necesario o no hacer cambios de estado en los usuarios, existen 3 tipos de modificaciones para esta etapa:
 - **Modificaciones nulas:** Como dice el nombre no hay avances ni retrocesos, estas se asignan a las respuestas tipo P, algunas tipo M, algunas tipo I y a los mensajes de error.
 - **Modificaciones de avance:** En ellas se modifica el estado de avance, se asignan a la mayoría de las respuestas tipo M e I.
 - **Modificaciones completas:** En ellas se modifica el estado de avance, la cantidad de errores, repeticiones del test, aprobados y reprobados, se asignan a las respuestas tipo R, A y algunas tipo M.
- **Envío de la respuesta:** Una vez determinado el tipo de respuesta que se va a entregar, el contenido de esta y las modificaciones necesarias a la base de datos, se cierra el ciclo de operación de la lógica con el envío a la api de Facebook de la respuesta que se debe imprimir al usuario.
- **Manejo de estímulos desconocidos:** Por último, en caso de que se envíe una respuesta de error al usuario, desde la interfaz para desarrolladores de WIT.AI se recibirá una notificación con la intención de comunicación entregada por el usuario que no fue asignada a las definidas en la inteligencia. Se podrá en este punto asignar la intención de comunicación a una ya existente o definir una nueva para ella con sus correspondientes respuestas en la base de datos.

7.5.3 Calibración del Robot

Una vez terminado el proceso de desarrollo del prototipo descrito en los capítulos anteriores, se procede a realizar una fase de calibración para poder conocer las interacciones que se dan entre seres humanos y el curso programado en el robot.

Para la realización del proceso de calibración se contactó a un total de 17 personas durante 10 días como se puede observar en los cuadros se generaron dos análisis estadísticos de esta etapa. En primer lugar, se puede observar un crecimiento de la base de conocimiento del robot de 8 intenciones de comunicación una vez iniciada la calibración a 71 una vez terminada representando un crecimiento del 787,50% y un aumento de la cantidad de respuestas que es capaz de entregar de 746 respuestas para situaciones distintas a 1013 representando un crecimiento de un 35,79%.

Fase del Testers Prototipo	Intenciones de comunicación iniciales	Intenciones de comunicación finales	Respuestas iniciales	Respuestas finales
Calibración	17	8	71	1013

Tabla 7. Resumen resultado calibración, crecimiento de la base de conocimiento. Elaboración propia.

En segundo lugar y con respecto al rendimiento del curso propiamente tal se puede observar una tasa de deserción de un 17%, con una aprobación del curso (entre aquellas personas que no desertaron) de un 100%, promediando un rendimiento en la evaluación de un 90% y sin necesitar repetir la evaluación²⁵.

Fase del Prototipo	Tasa de deserción	Índice de aprobación	Promedio de la evaluación
Calibración	17,65%	100%	90%

Tabla 8. Resumen resultado calibración, resultados preliminares del rendimiento del curso. Elaboración propia.

7.5.4 Aprendizajes de la Calibración

Los principales aprendizajes que se obtuvieron durante la calibración sobre el comportamiento de los usuarios y de la plataforma son:

- Importancia de la calidad en las infografías.
- La gente tiende a comunicarse de la forma que genera la menor cantidad de trabajo (números en lugar de nombres).
- Es necesario que haya un incentivo en este tipo de cursos para que la gente los termine.
- La transmisión de información a través de textos con pocas interrupciones dinámicas de por medio puede generar baja en el nivel de interés de los participantes que pueden llegar a traducirse en aumento en las tasas de deserción.
- En general la gente que participa del curso lo describe como no humano pero tampoco como algo incómodo de seguir al recibir una capacitación.

²⁵ La evaluación cuenta con 3 intentos para realizarla antes de reprobar el curso.

7.6 PROTOTIPO

7.6.1 Objetivos del Prototipo

Para realizar con claridad una fase de experimentación es necesario determinar cuales serán sus objetivos, en línea con la hipótesis del trabajo los objetivos del prototipo serán:

- El usuario será capaz de adquirir los conocimientos que se busca impartir sin necesidad de que un tercero intervenga.
- La plataforma resulta natural de utilizar para los usuarios y no genera pérdidas de interés o abandonos del curso.
- No existen puntos poco claros dentro del desarrollo del curso que impidan el entendimiento de los conocimientos.
- Existe interés de uso de parte de los potenciales usuarios.

7.6.2 Criterios de Evaluación

Para poder determinar el cumplimiento de los objetivos descritos anteriormente se fijaron tres categorías de evaluación que se componen por criterios cualitativos y cuantitativos que permiten una evaluación más completa de la experiencia que va a vivir el usuario con el producto y que serán evaluadas en un horizonte de tiempo de cuatro semanas calendario iniciadas el lunes 3 de diciembre, con un público objetivo compuesto por obreros del rubro de la construcción pertenecientes a las ciudades de Santiago y Valdivia:

<i>Categoría</i>	<i>Factores de Análisis Cualitativo</i>	<i>Factores de Análisis Cuantitativo</i>
Interés de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Requisitos adicionales solicitados durante entrevistas con posibles clientes.</i> - <i>Nivel de certificación que se espera de parte de los clientes.</i> - <i>Nivel de intervención que un cliente espera en su empresa</i> 	Interés de compra: Se medirá como el porcentaje de prospectos que declaren interés por un producto con las características de este prototipo, esto se utilizará como un indicador no del interés del curso sino del valor que ven en él posibles clientes.
Bot y el estudiante	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Facilidad de uso de las plataformas tecnológicas por parte de los estudiantes.</i> - <i>Versatilidad observada ante comportamientos no planificados.</i> - <i>Evaluación de las razones de deserción.</i> 	Tasa de deserción: Se entenderá por tasa de deserción el porcentaje de alumnos que una vez iniciado el curso no lo terminan por cualquier motivo, se espera que este índice no sea mayor que el presentado durante la calibración del prototipo (17,65%), en el entendido que durante esta se realizaron mejoras que permitan una mayor fluidez durante el desarrollo de los contenidos.

Bot y el contenido

- Alineación con los conocimientos previos esperados del alumno.

- Desempeño de las plataformas tecnológicas frente al contenido.

- Desempeño de las herramientas estudiadas como instrumento de entrega y evaluación de contenido

Índice de aprobación: Se entenderá por índice de aprobación el porcentaje de entendimiento de los contenidos del curso reflejado en los resultados finales adquiridos por parte de los alumnos que rindan la evaluación final, el porcentaje se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{\text{Respuestas correctas totales}}{\text{Preguntas totales rendidas}}$$

La cuál contempla los casos en que un alumno reprueba la evaluación y debe repetirla, se considerará aceptable un entendimiento del 80%²⁶ de los contenidos del curso, bueno un 90% y óptimo un 100%.

Tasa de reprobación de preguntas: Se analizarán las tasas de reprobación de las preguntas de curso por separado, en aquellos casos que la tasa de reprobación sea mayor al promedio del curso se deberá evaluar tanto la pregunta realizada como la entrega de contenidos de esa sección del curso.

Tabla 9. Categorías de evaluación prototipo a desarrollar. Elaboración propia.

De cada una de estas categorías se espera obtener información relevante sobre la factibilidad de desarrollar un producto con las características del propuesto en la hipótesis y como el prototipo actual puede ser mejorado para lograr este objetivo.

Los criterios descritos en este capítulo fueron resultado de una propuesta de indicadores cuantitativos obtenida del aprendizaje durante la etapa de calibración y una discusión con expertos del Área por el Aprendizaje en Ingeniería y Ciencias de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, quienes proponer la estructuración de estos indicadores en categorías que sean complementadas por observaciones cualitativas para facilitar la generación de análisis de la experiencia.

7.6.3 Resultados

7.6.3.1 Resultados Generales

A la fecha de entrega de este informe habían participado en el proceso de prototipado un total de 12 obreros durante 6 semanas, habiendo contactado a un total de 40 obreros en terreno y 6 empresas a través de 3 dueños, y 3 jefes de obra. Como se puede observar en los cuadros, se generaron dos análisis estadísticos de esta etapa. Si bien este número no es estadísticamente significativo si es lo suficientemente grande como para obtener conclusiones aplicables al trabajo.

²⁶ Porcentaje mínimo de aprobación esperado para los cursos de la Asociación Chilena de Seguridad.

En primer lugar, se puede observar un crecimiento de la base de conocimiento del robot de 71 intenciones de comunicación una vez iniciada la experimentación a 89 una vez terminada representando un crecimiento del 25,35% y un aumento de la cantidad de respuestas que es capaz de entregar de 1013 respuestas para situaciones distintas a 1051 representando un crecimiento de un 3,75%. Se puede deducir de inmediato entonces que las velocidades de crecimiento de la base de conocimiento verán reducidas sus tasas de crecimiento mientras más veces se les haga interactuar con personas.

Fase del Testers Prototipo	Intenciones de comunicación iniciales	Intenciones de comunicación finales	Respuestas iniciales	Respuestas finales
Calibración	12	71	89	1013

Tabla 10. Resumen resultado prototipo, crecimiento de la base de conocimiento. Elaboración propia.

En segundo lugar y con respecto al rendimiento del curso propiamente tal se puede observar una tasa de deserción de un 33%, con una aprobación del curso (entre aquellas personas que no desertaron) de un 100%.

Fase del Prototipo	Tasa de deserción	Índice de aprobación	Promedio de la evaluación final
Calibración	33,33%	100%	92,5%

Tabla 11. Resumen resultado prototipo, resultados preliminares del rendimiento del curso. Elaboración propia.

7.6.3.2 Análisis por categorías

Al aplicar las categorías descritas en el capítulo anterior al análisis de los resultados del prototipo se obtiene:

7.6.3.2.1 Interés de la Empresa

Con respecto al indicador definido, durante la experimentación se observó que la totalidad de los posibles clientes entrevistados que respondieron comprarían esta herramienta²⁷, con la salvedad que tres de ellos lo harían bajo condiciones. Con respecto a las variables cualitativas a observar tenemos que, a pesar de demostrar un interés real de compra, como ya se mencionó, los posibles clientes muestran en cada caso condiciones distintas que determinarían o no su compra, entre ellas se pueden encontrar: la necesidad de un registro administrativo para usar como respaldo legal, el respaldo de la capacitación por una mutualidad o que la entidad que realiza el curso se encuentre certificada. Con respecto al nivel de intervención, todos los entrevistados ven al producto como una herramienta provista por un tercero y ninguno la ve como algo que incorporaría a su estructura organizacional por lo que el nivel de intervención del producto debiese mantenerse siempre al mínimo.

7.6.3.2.2 Bot y el Estudiante

Con respecto al indicador definido para esta sección: se observa un alza de 16 puntos porcentuales por sobre la deserción de la etapa de calibración, ascendiendo la tasa de deserción a un 33%. Se observaron durante el desarrollo de la experimentación dos tipos distintos de deserción, aquellas

²⁷ Se entrevistó a 8 personas de las cuales 6 respondieron.

personas que nunca lograron iniciar el curso de manera satisfactoria y aquellas que durante el desarrollo del curso decidieron dejar de hacerlo. Con respecto al primer caso se pueden observar una serie de factores que influyen en esto resaltando dos como importantes de considerar de forma inmediata, en primer lugar el desconocimiento de cómo funcionan las dinámicas dentro del curso ya que al no contar con un instructor aquellas personas que no logran entender no son capaces de hacer funcionar el producto, en segundo lugar se observa también que muchos usuarios tienen problemas al entender cómo llegar al producto por medio de la plataforma digital definida para la experimentación, necesitando en muchos casos asistencia de un humano (Facebook). Por otro lado, con las personas que deciden no continuar con el curso se observan factores como el aburrimiento ante la monotonía de aprender con un formato de preguntas y respuestas, necesitando más estímulo que los presentados o derechamente la falta de interés de parte de los testers en aprender. Finalmente y con respecto a los conocimientos previos requeridos para la realización del curso se generan dos observaciones importantes: en primer lugar aquellos obreros con especialidades que no suelen trabajar en altura no presentan interés en el curso y aquellos que si trabajan en altura presentaron conocimientos suficientes como para realizarlo.

7.6.3.2.3 Bot y Contenido

Con respecto a los indicadores cuantitativos descritos se tiene que el índice de aprobación promedio del grupo que realiza la prueba es de un 90% presentando 81 preguntas correctas de un total de 90, con las preguntas con mayores errores siendo:

Se considera accidente de trabajo en altura si una de mis herramientas cae y golpea a un compañero que se encuentre trabajando a nivel del suelo
¿Verdadero o falso? **3 errores**

Si me caigo de una altura menor a 1,8 metros y me quiebro un brazo no se considera un accidente de caída en altura
¿Verdadero o falso? **2 errores**

Representando más del 50% de los errores obtenidos durante la experimentación, es importante mencionar también que la temática de “Sistema Personal de Detención de Caídas” tuvo también 2 errores. Al analizar estos datos y el contenido del que se alimentan se puede notar que las temáticas que acumulan más del 70% de los errores de la experimentación, también coinciden con ser las secciones que cuentan con la menor cantidad de material de apoyo. Por lo tanto, se vuelve interesante no solo la inclusión de mayor cantidad de material, sino que del mejoramiento de su calidad y su variedad.

Por último, notar que la concentración de los errores en estas preguntas puede deberse a las limitaciones de la evaluación realizada (verdadero y falso), pudiendo resultar interesante estudiar la viabilidad de analizar preguntas de desarrollo en con la inteligencia utilizada para permitir al estudiante respuestas más personalizadas.

7.6.3.2.4 Otras Observaciones Realizadas

Durante el desarrollo de la experimentación se hicieron algunas observaciones que no era posible ubicar en ninguna de las categorías definidas previamente, por lo tanto, se procederán a hacer notar a continuación:

- **Canal:** Se observa en reiteradas ocasiones que el canal seleccionado para realizar la experimentación no era utilizado por obreros.

- **Poco interés del estudiante por aprender:** Se observó poco interés de parte de las personas entrevistadas en realizar cualquier tipo de capacitación para su trabajo, recibiendo de parte de ellos o de sus jefaturas comentarios que hacen entender que, de no ser mandatadas por ley, gran cantidad de las capacitaciones del rubro no se harían aunque estas signifiquen mayor seguridad para la vida del trabajador.
- **Respuesta ante figuras de autoridad:** Durante la experimentación se observó que aquellos espacios en los que se tenía mayor éxito al momento de introducir la instancia de testeo, eran aquellos en que figuras de autoridad validadas por los obreros eran quienes les solicitaban realizar la experiencia.
- **Objetivos claros e inmediatos:** La falta de objetivos claros e inmediatos genera una tendencia a desertar el curso en medio de este, la que durante la experimentación se vio disminuida por un incentivo económico prometido o por que la solicitud de realización se hizo por una figura de autoridad.
- **Preferencia por la comodidad:** A pesar de no demostrar interés por realizar actividades de aprendizaje, se puede observar de parte de los trabajadores del gremio que cuando se les solicita tomar una decisión sobre cuál es el método que utilizaría para capacitarse, la gran mayoría opta por el sistema desarrollado en este trabajo (10 de 12).

7.6.4 Análisis de Resultados

Para facilitar el análisis de los resultados obtenidos durante la experimentación realizada, estos se dividieron en dos: los aprendizajes obtenidos para el producto y la identificación del valor que el producto tiene para clientes y usuarios.

7.6.4.1 Aprendizajes de la Fase de Prototipado

Los principales aprendizajes obtenidos durante la experimentación son los siguientes:

- **Tasas de deserción:** Según lo observado, las tasas de deserción que se obtienen en este prototipo surgen por dos motivos distintos.
En primer lugar, el diseño de la aplicación cuenta con dos errores importantes de usabilidad: no resulta sencillo para los obreros comenzar el curso por lo que una instancia de tutorial al inicio puede aportar a disminuir las tasas de deserción y la falta de interés o los cortos periodos de atención hacen que el usuario deje el curso a medio completar, parte de esto podría reducirse si se programa un mensaje por parte del robot que le recuerde al usuario que está realizando una capacitación y que debe completarla.
En segundo lugar, la motivación que tienen los obreros para realizar el curso es importante al momento de disminuir las tasas de deserción, es recomendable para la empresa iniciar la producción de un servicio de estas características en áreas de capacitación que resulten obligatorias para la realización del trabajo del obrero generando así una motivación importante para completar los cursos y disminuyendo las tasas de deserción para los primeros cursos de esta posible línea de negocios.
- **Estructura organizacional:** Pensar el producto como algo que se incorpore en la estructura organizacional de las empresas que serán clientes, va contra lo que ellos piensan cuando prueban o hablan del producto, por lo tanto, evaluar el desarrollo de un servicio que esté

diseñado como un plug and play que genere una mínima disrupción del funcionamiento cotidiano es importante para evitar crear un producto contraintuitivo para los clientes.

- **Requisitos adicionales:** Cada cliente con que se habló tenía una idea distinta de los módulos y características que debiese incluir un producto como el que se está estudiando. Es importante evaluar cuales de estos se definirán como higiénicos de la plataforma y serán incluidos en el producto estandarizado y cuáles serán personalizaciones cobradas como tal. Para esta decisión es importante considerar no solo el valor que cuesta el desarrollo del producto, sino que también el que presentan para el cliente y si el módulo puede o no ser prescindido por la mayoría de ellos.
- **Contenido:** Con respecto al contenido del curso, se observa que el módulo de introducción presenta la mayor cantidad de respuestas incorrectas con respecto a los otros (más del 70% de los errores). Coincide con esto que este módulo es también el que presenta la menor cantidad de herramientas de apoyo durante el curso formal, para el desarrollo futuro del producto se sugiere la exploración de múltiples canales de entrega de información incorporando a las herramientas de apoyo audio y video, siempre velando por mejorar la calidad de las ya existentes.
- **Forma de evaluación:** Es importante notar que la forma de evaluación testeada en esta experimentación corresponde a una de verdadero y falso, que dentro de las dinámicas de la herramienta solo puede homologarse a preguntas de alternativas múltiples. Es importante para el desarrollo del proyecto evaluar la factibilidad de la herramienta para controlar por medio de preguntas de desarrollo, ya para materias más complejas permite un entendimiento no solo de los conocimientos del alumno si no que también de su capacidad de relacionarlos.
- **Canal:** La decisión de que canales utilizar es fundamental para el funcionamiento de la aplicación, no es recomendable utilizar un solo canal para la entrega de los cursos ya que esto puede significar que un grupo de personas no pueda acceder a ellos, en su lugar se propone la implementación de múltiples canales que faciliten a cada estudiante la utilización de la plataforma con que se sienta más cómodo (lo que además aporta a disminuir la deserción).
- **Objetivos Claros:** La falta de interés por aprender y la necesidad de objetivos claros observados durante la experimentación sugieren que para iniciar operaciones en el rubro lo mejor es hacerlo a través de cursos que sean de realización obligatoria para cada trabajador, evitando así que la decisión de completar o no el curso dependa de ellos.
- **Figura de autoridad:** La necesidad de que sea una figura de autoridad validada la que entregue las instrucciones, sugiere que la realización de las primeras instancias del producto en cada empresa debe hacerse con la ayuda de una figura como esta seleccionada dentro del personal de la empresa.

7.6.4.2 Identificación del Valor de la Propuesta

Luego de la recolección de información realizada tanto en la etapa de calibración como en la de experimentación es posible afirmar que es factible desarrollar un producto asistido por herramientas de inteligencia artificial que capacite obreros en el rubro de la construcción, los puntos más importantes desarrollados durante esta investigación y que aportarán a la producción de valor por parte de la empresa son:

- Generación de una metodología de desarrollo de productos educacionales que permita la sistematización en la producción de cursos.
- Definición de un sistema de evaluación de conocimientos simple por medio de reconocimiento de lenguaje natural.
- Definición de un sistema de entrega de conocimientos lineales por medio de reconocimiento de lenguaje natural.
- Definición de un sistema de retroalimentación al estudiante que permite personalizar su experiencia e-learning.

Si las cuatro herramientas mencionadas anteriormente se verán perfeccionadas a medida que sean utilizadas por la empresa, estas permitirán una instancia de partida que facilitarán el desarrollo de nuevas líneas de productos educacionales ya sea utilizándolas en conjunto o por separado.

7.7 COMENTARIOS SOBRE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

Para el desarrollo del prototipo expuesto en capítulos anteriores se propuso al comienzo de este documento una metodología para desarrollar estudios de factibilidad de productos tecnológicos educativos. A continuación, se procederá a complementar las fases propuestas para esta metodología a la luz de la experimentación realizada:

7.7.1 Detección de Dolor

En esta fase de la metodología se propone la necesidad de definir el problema presente en el mercado que se busca abordar. Se describen tres pasos para esta fase, en un inicio se describieron desde un punto de vista científico y durante el desarrollo de la porción experimental resultó evidente la necesidad de incorporar la perspectiva profesional:

- **Definición del Problema:** En caso de ser un estudio realizado desde el área de estudios con el objetivo definir un nuevo producto, se debe estudiar el mercado para identificar los espacios de mejora, identificar y cuantificar las necesidades presentes en ellos y estudiar y experimentar²⁸ las propuestas que ya existen en el mercado. En caso de ser una solicitud hecha por un cliente, se debe evaluar la validez del problema propuesto ya que este puede no serlo en términos relativos a la industria o puede suceder que el problema venga en una etapa anterior de educación de sus trabajadores.
- **Estrategias de Solución:** Se proponen estrategias de solución educacional para el problema definido en el paso anterior, estas propuestas deben poder insertarse en el portafolio de la empresa y deben definirse en un contexto realista para los usuarios futuros. En caso de estar proponiendo estrategias de solución para una empresa es importante que estas se alineen con la cultura organizacional y los objetivos estratégicos de ella.
- **Definición del producto:** Utilizando las propuestas anteriores se define el producto a evaluar en función de las necesidades y el impacto potencial que este pueda tener para la empresa. Al igual que en la etapa anterior es importante que el producto se defina en función del contexto en que se encuentra la empresa siguiendo sus lineamientos estratégicos, su

²⁸ Durante el desarrollo experimental resultó evidente la necesidad de conocer de primera mano los procesos que ofrece el mercado para los usuarios actuales. En el caso de este proyecto el autor realizó un curso digital de capacitación en altura dictado por la Asociación Chilena de Seguridad.

cultura organizacional y tomando en cuenta las características que van a tener los potenciales usuarios.

7.7.2 Diseño de la Solución

La segunda fase consiste en el diseño incremental de la solución poniendo particular énfasis en el testeo de los aspectos más importantes a evaluar en el producto y que estos en caso de presentar fallas o dificultades lo hagan de forma temprana y no en etapas donde los costos de un error puedan ser más elevados, esta fase se divide en 4 pasos en los que después de la experimentación se incorpora una perspectiva más profesional y se reordenan las fases del trabajo:

- **Requerimientos de la solución:** Se establecen las características funcionales y no funcionales que debe cumplir la solución, con el objetivo de definir los límites a los que será sometida la experimentación o en caso de estar trabajando con un cliente el contrato.
- **Definición de la materia a trabajar:** En caso de estar realizando una investigación es importante determinar la temática que abordará el prototipo a realizar, esta debe definir con el objetivo que siendo una materia fácil de implementar permita al mismo tiempo probar las funcionalidades que se espera que cumpla el prototipo. En caso de estar realizando un desarrollo de producto a raíz de una solicitud específica de un cliente, es importante definir con él anteriormente cuales espera que sean las capacidades con que se debe cumplir, para poder ajustar sus expectativas a lo que se pueda realizar con la materia definida en su requerimiento.
- **Diseño:** Por medio de la metodología ASSURE seleccionada como metodología de diseño instruccional para esta metodología, se genera el diseño del proceso educativo a prototipar o desarrollar como producto.

7.7.3 Prototipado

La tercera fase del proyecto consiste en la definición de las características de un producto mínimo viable y su desarrollo y pivoteo para estudiar el comportamiento de la solución, esta fase se divide en 6 y se incorpora la perspectiva de negocio en ellos:

- **Desarrollo del prototipo virtual del producto:** Se generan entrevistas con actores del rubro que tienen como objetivo la validación del problema, la recolección de opiniones informadas sobre la propuesta de solución y sondear el interés de compra que esta puede generar en los clientes. En caso de que el desarrollo se esté generando para un cliente, en esta etapa se cambia la evaluación de la intensidad de compra por un acuerdo entre ambas partes sobre cómo se constituirá la solución.
- **Modificaciones al producto:** En función de los testimonios recopilados o las solicitudes del cliente que hayan surgido durante la experiencia anterior se generan modificaciones o inclusiones al diseño propuesto en la sección anterior.
- **Detalle de un producto mínimo viable:** Se definen las herramientas tecnológicas a utilizar y los procesos técnicos que van a tener lugar en el funcionamiento del prototipo o producto.

- **Desarrollo de un producto mínimo viable:** Se desarrolla el producto definido por los casos de uso especificados, el diseño instruccional descrito y las herramientas tecnológicas seleccionadas.
 - **Entrenamiento:** En el entendido que el leguaje es una herramienta comunicacional en constante cambio, es necesario estar constantemente revisando los inputs que recibirá el bot para realizar en caso de ser necesario actualizaciones a los intents que lo componen.
- **Testeo del producto mínimo viable:** Se testea el producto mínimo viable, se analiza en función de criterios técnicos o docentes, dependiendo de qué es lo que se espera estudiar o que es lo que le importa al cliente y se concluye sobre la información obtenida

7.7.4 Post Processing

La fase final de la metodología propuesta en este trabajo consiste en la evaluación en retrospectiva del trabajo realizado, esta es la fase que sufre la mayor cantidad de cambios luego de la experimentación ya que su diseño original se enfocaba a este trabajo y no a un entregable para la empresa, esta nueva etapa cuenta con

- **Revisión del proceso realizado:** Analizar el proceso realizado durante el desarrollo de todas las fases anteriores, con el objetivo de identificar los espacios que resultan claves para el continuo desarrollo del producto y definir los espacios en que se puedan aplicar mejoras.
- **Cambios al diseño:** Se generan cambios ya sea al diseño del curso o a los procesos tecnológicos que facilitan la entrega de este, según la información que se recolecta durante el paso anterior.
- **Evaluación de factibilidad y mejora continua:** Este paso cuenta de dos partes. En primer lugar, es necesario determinar en caso de que se esté realizando una investigación si el producto es viable de seguir siendo estudiado o si los resultados no permiten concluir un aporte de valor significativo de parte de este, en caso de que se esté trabajando con un cliente la mejora continua del producto deberá ser confirmada antes de seguir. En segundo lugar y con la autorización de recibida en la parte anterior, se procederá a repetir la metodología desde el paso 3 de la fase anterior, en caso de que, se determine pertinente podría ser necesario retroceder a la fase de diseño.

7.8 CONCLUSIONES

7.8.1 Conclusiones Generales

Existen tres niveles de conclusión que se pueden obtener del trabajo realizado en este documento, aquellas referentes al trabajo realizado, aquellas referentes al rubro de la construcción y finalmente una reflexión general sobre lo que se puede realizar en educación si se incluyen este tipo de tecnologías.

Con respecto al primer nivel, el desarrollo de esta tesis se enmarcó principalmente en la evaluación de factibilidad de utilizar un sistema de capacitación asistido por inteligencia artificial como una herramienta de apoyo para la disminución de la siniestralidad en empresas del rubro de la

construcción, la experiencia obtenida durante el proceso permite afirmar que un producto de estas características es factible.

El gremio en particular ha demostrado interés tanto a nivel de usuario como de cliente por la herramienta desarrollada, sin embargo, es importante mantener consideraciones al momento de desarrollar cursos en el área para que estos resulten exitosos, siendo las más importantes: que la entrega de información se realice por una cantidad de canales suficientes para permitir acceso a todos los trabajadores, estos deben ser “auto explicativos”²⁹ y capaces de enviar estímulos al usuario que deserta de un curso para que lo retome y se observó que las secciones del curso que contaban con menor cantidad de herramientas de apoyo presentaban peores rendimientos, por lo que la inversión de tiempo y dinero en desarrollar este tipo de herramientas permitirá mejorar la calidad del producto final.

Es importante notar también que cada curso que se realiza es un esfuerzo que no puede llevarse a cabo solo por un área de la empresa, e incluso puede llegar a ser necesario generar nuevas áreas de trabajo. La correcta implementación de un curso requiere de áreas docentes que estructuren y preparen el contenido, de lingüística y diseño que estudien la forma correcta de entregar este contenido, áreas comerciales que trabajen la certificación de los cursos que se van a dictar y áreas técnicas que aseguren su correcta implementación. Es importante entender también que si bien los cursos individuales pueden estandarizarse, cada cliente tiene una noción sobre lo que espera del servicio, por lo tanto, la Chatbot Chile deberá tomar la decisión sobre si desarrolla un único producto y corre el riesgo de perder ventas o si genera productos personalizados para cada cliente a partir de una propuesta inicial.

Con respecto al segundo nivel mencionado, se observa que la utilización de herramientas de inteligencia artificial para la realización de capacitaciones a nivel de rubro es también factible, pero presenta otro tipo de desafíos: los cursos en esta área han de realizarse en espacios que resulten obligatorios para que los obreros trabajen, de lo contrario la falta de interés por estudiar o la necesidad de recibir instrucciones de parte de una autoridad hará que las tasas de deserción aumenten. Con respecto a Chatbot Chile, resulta fundamental que los productos desarrollados estén pensados de manera que su intervención en la estructura organizacional de las empresas en el rubro de la construcción sea mínima, de lo contrario el producto podría resultar contraintuitivo para el cliente. Con respecto a la metodología propuesta, es importante en este gremio que la etapa de diseño se realice cumpliendo con todos los pasos de manera rigurosa, en particular la sección de identificación del estudiante, dada la gran cantidad de niveles educacionales que se pueden encontrar en un gremio como este, la correcta definición del estudiante permitirá establecer un lenguaje y una estructura con los que se podrán realizar cursos de buena calidad, una mala definición puede generar tasas incrementadas de deserción en los estudiantes.

Resulta interesante evaluar las otras aplicaciones a nivel de rubro que puede tener esta tecnología, presentando oportunidades para desarrollar proyectos en espacios como la inducción a trabajadores nuevos, quitando la carga de este proceso de compañeros de trabajo que no necesariamente están capacitados o tienen suficiente conocimiento como para realizarla. Otro espacio dentro del rubro en que esta tecnología puede ser utilizada es en la gestión de inventario, permitiendo la robotización

²⁹ Deberán incorporar tutoriales que permitan al usuario familiarizarse con el funcionamiento sin depender de un tercero.

de todo el proceso de recepción y entrega de material en una construcción, proceso que considera una gran cantidad de proveedores y de productos por lo que resulta sencillo que un humano cometa un error. Por último y considerando la fuerte migración que el país ha recibido desde Haití en los últimos años, grupo migrante cuyo principal rubro laboral es la construcción, desarrollos como los mencionados mediante servicios de traducción simultánea podrían permitir a los empleadores proveer a sus trabajadores de habla distinta a la castellana con servicios en su idioma, generando espacios de trabajo más inclusivos.

Finalmente, a partir de esta investigación se puede proyectar³⁰ la inserción de inteligencia artificial, en procesos de aprendizaje digital como una herramienta que permita incorporar aspectos que hasta el momento resultaban complejos de automatizar, como por ejemplo la entrega de retroalimentación, lo que permitirá generar productos de mejor calidad y accesibles de forma masiva y barata. Si bien no es posible asegurar de forma inmediata que estas herramientas vayan a presentar buenos resultados en cualquier tipo de proceso educacional, se puede utilizar la metodología propuesta para indagar en cada rubro por separado sobre la factibilidad de insertar en ellos este tipo de productos. En este sentido, las aplicaciones que se pueden estudiar pueden ir desde desarrollos de soluciones puntuales, como por ejemplo la generación de cursos de idiomas como lo que se puede observar en niveles menos sofisticados en plataformas como Duolingo [41], a desarrollos que presenten un nivel de complejidad mayor como lo que podría ser un Organismo Técnico de Capacitación que funcione de forma completamente digital, pasando por puntos intermedios como la alteración de la metodología lectiva predominante por cientos de años en las universidades del mundo, por metodologías más dinámicas que permitan utilizar herramientas de este estilo para entregar conocimientos y concentrar el tiempo en las salas de clases para el ejercicio social que existe detrás de los procesos de aprendizaje.

7.8.2 Recomendaciones Futuras

A pesar de lo mencionado anteriormente, es necesario poner en perspectiva el trabajo realizado durante esta investigación ya que el prototipo desarrollado durante ella solo funciona como una prueba de concepto y aún requiere de un desarrollo más acabado, según la experiencia adquirida durante este estudio este desarrollo deberá incluir:

- **Desarrollo de una interfaz de supervisor:** Debiese permitir a los cargos supervisores de cada empresa constructora acceder al estado de avance y capacitaciones realizadas por sus trabajadores, esta información presenta una utilidad obvia de seguimiento, pero también puede presentar una utilidad legal en caso de que ocurra un accidente que termine en procesos judiciales.
- **Rediseño de las infografías del curso:** Como ya se mencionó la calidad del material de apoyo a la docencia es importante para disminuir los niveles de deserción y mejorar la retención de los conocimientos entregados.
- **Incorporación de nuevas herramientas de apoyo:** Para diversificar la forma de entrega de conocimiento permitiendo abarcar una mayor cantidad de estilos de aprendizaje entre los usuarios.

³⁰ Asumiendo las correctas condiciones de personal calificado y financiamiento.

- **Incorporación de más canales de entrega:** Para facilitar el acceso a los trabajadores y volver más atractivo el producto.
- **Aumentar el tamaño de la base de conocimiento:** Para mejorar la calidad del servicio que se entregará a los primeros clientes.
- **Generar un sistema de gestión del conocimiento:** Con el objetivo de que las futuras producciones de software por parte de la empresa resulten más expeditas, es recomendable generar documentación que registre los aprendizajes producto del ejercicio que sean aplicables transversalmente al desarrollo de capacitaciones.
- **Generar un plan de implementación:** Para evitar interrumpir el funcionamiento normal de la empresa y hacerse cargo de la gestión de cambios que deba generarse en la cultura organizacional de esta.
- **Ampliar el repertorio de evaluaciones:** Para generar instancias de evaluación que no solo evalúen conocimiento³¹ sino que también la capacidad del alumno de aplicarlo o relacionarlo³².

³¹ Preguntas de alternativas o verdadero y falso.

³² Ensayos, preguntas de desarrollo o incluso presentaciones.

8 BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Poetry, music and identity*. [Película]. TED, 2017.
- [2] Instituto Nacional de Estadísticas, «IPC, 90 años ayudando a reflejar la evolución de la sociedad,» INE, Santiago, 2018.
- [3] Cámara de Comercio de Santiago & Facultad de Comunicaciones Universidad Católica, «Guía para la Digitalización en PYMES,» Tren Digital, Santiago, 2017.
- [4] Superintendencia de Seguridad Social, «Estadísticas de la Seguridad Social 2017,» SUSESO, Santiago, 2018.
- [5] Superintendencia de Seguridad Social, «Estadísticas de Accidentabilidad 2017,» SUSESO, Santiago, 2018.
- [6] Dirección del Trabajo, «Institucional,» [En línea]. Available: <http://www.dt.gob.cl/portal/1626/w3-propertyvalue-81298.html>. [Último acceso: 08 Julio 2018].
- [7] Superintendencia de Seguridad Social, «Quiénes Somos,» [En línea]. Available: <http://www.suseso.cl/601/w3-propertyvalue-10380.html>. [Último acceso: 08 Julio 2018].
- [8] Superintendencia de Seguridad Social, «Qué Hacemos,» [En línea]. Available: <http://www.suseso.cl/601/w3-propertyvalue-10381.html>. [Último acceso: 08 Julio 2018].
- [9] Asociación de Mutuales, «¿Qué es una Mutualidad?,» [En línea]. Available: http://www.asociaciondemutuales.cl/?page_id=724. [Último acceso: 08 Julio 2018].
- [10] Dirección del Trabajo, Código del Trabajo, Santiago, 2018.
- [11] Congreso Nacional, *Ley N°16.744*, Valparaíso, Valparaíso, 1968.
- [12] A. Ovanessoff y E. Plastino, «Cómo la Inteligencia Artificial Puede Generar Crecimiento en Sudamérica,» Accenture, 2017.
- [13] Ministerio del Trabajo y Previsión Social, *Decreto 67*, Santiago, Santiago, 1999.
- [14] Ministerio del Trabajo y Previsión Social, *Decreto 110*, Santiago, Santiago, 1968.
- [15] Equidam, «Equidam: Average Growth Rate for Startups,» 30 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.equidam.com/average-growth-rate-for-startups/>. [Último acceso: 23 Diciembre 2018].
- [16] Organización Iberoamericana de Seguridad Social, Metodología de la Prevención de Riesgos Laborales.

- [17] D. Acuña, *Uso de Datos Empíricos para Identificar Mejores Prácticas y Estrategias de Seguridad Laboral en Empresas Constructoras*, Santiago: Repositorio UC, 2011.
- [18] Comisión Asesora Presidencial para la Seguridad del Trabajo, «Informe Final,» Santiago, 2011.
- [19] Amazon, «Amazon Web Services: Serie de Webinars de AWS,» 25 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://aws.amazon.com/es/about-aws/events/monthlywebinarseries/>. [Último acceso: 23 Diciembre 2018].
- [20] «Academia: Seguridad y Salud en el Trabajo,» Asociación Chilena de Seguridad, [En línea]. Available: <http://www.campusachs.com/site/campus/achs.aspx>. [Último acceso: 23 Diciembre 2018].
- [21] M. A. Hitt, R. D. Ireland y R. E. Hoskisson, *Administración Estratégica*, México D.F.: Cengage Learning, 2008.
- [22] B. López, *Introducción a la Inteligencia Artificial*, Nuevo Laredo, 2007.
- [23] E. D. Liddy, *Natural Language Processing*, Nueva York: School of Information Studies, 2001.
- [24] I. Medhi, N. Menon, S. Magapu, M. Subramony y J. O'Neill, «How do you want your chatbot? An exploratory Wizard-of-Oz study with young, urban indians,» Microsoft India Development Centre, Hyderabad.
- [25] R. Andrews y C. Haythornthwaite, «Introduction to E-learning Research,» *SAGE Handbook of E-learning Research*, 2007.
- [26] E. Ries, «Startup Lessons Learned,» 03 Agosto 2009. [En línea]. Available: <http://www.startuplessonslearned.com/2009/08/minimum-viable-product-guide.html>. [Último acceso: 23 Diciembre 2018].
- [27] C. Ramirez, «Propuesta metodológica para el desarrollo de productos,» *Pensamiento y Gestión N°30*, 2011.
- [28] P. Marques, P. Cunha, F. Valente y A. Leitão, «A Methodology for Product-Service Systems Development,» *Procedia CIRP*, pp. 371-376, 2013.
- [29] C. Belloch, *Diseño Instruccional*, Valencia: Unidad de Tecnología Educativa.
- [30] N. Furr y P. Ahlstrom, *Nail It Then Scale It*, 2011.
- [31] A. Mumford y P. Honey, *The Manual of Learning Styles*, 1992.
- [32] Food and Agriculture Organization of the United Nations, *E-learning Methodologies: A Guide for Designing and Developing E-Learning Courses*, Roma, 2011.

- [33] Apache Friends, «¿Qué es Xampp?,» 21 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.apachefriends.org/es/index.html>. [Último acceso: 04 Enero 2019].
- [34] Node.js Foundation, «Node.js: Acerca,» [En línea]. Available: <https://nodejs.org/es/about/>. [Último acceso: 04 Enero 2019].
- [35] Inconshreveable, «Ngrok: What is ngrok,» [En línea]. Available: <https://ngrok.com/product>. [Último acceso: 04 Enero 2019].
- [36] Sublime HQ, «Sublime Text,» [En línea]. Available: <https://www.sublimetext.com/>. [Último acceso: 04 Enero 2019].
- [37] Atlassian, «Bitbucket,» [En línea]. Available: <https://bitbucket.org/product>. [Último acceso: 04 Enero 2019].
- [38] Wit.ai, «Wit.ai,» [En línea]. Available: <https://wit.ai/>. [Último acceso: 04 Enero 2019].
- [39] Linode, «Linode,» [En línea]. Available: <https://www.linode.com/>. [Último acceso: 04 Enero 2019].
- [40] MariaDB Foundation, «About MariaDB,» [En línea]. Available: <https://mariadb.org/about/>. [Último acceso: 04 Enero 2019].
- [41] Duolingo, «Duolingo: Manifiesto,» [En línea]. Available: <https://es.duolingo.com/info>. [Último acceso: 03 Enero 2019].
- [42] Mutual de Seguridad, Programa de Capacitación SST 2018, Santiago, 2018.
- [43] S. Diethelm, «Buscando Estrategias Óptimas de Prevención de Riesgos,» GEPUC, Santiago.
- [44] B. Oscar, Rediseño de Procesos de Negocios Mediante el Uso de Patrones, Santiago: DOLMEN, 2000.
- [45] Centro de Innovación UC, La Guía del Emprendimiento para Saltar Alto, Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2014.

9 ANEXOS

9.1 ANEXO A: LISTADO DE CURSOS PROPUESTOS POR LA MUSEG PARA EL 2018

Los cursos propuestos por la mutual para el programa dedicado a Santiago para el 2018 son [42]:

- Administración y control de riesgos para administradores.
- Auditor interno PEC.
- Brigadas de emergencia.
- Conducción a la defensiva.
- ConstruYO Chile.
- ConstruYO Chile para comités paritarios.
- Control de fatiga y somnolencia en la conducción.
- Control de riesgo en caídas en altura.
- Control de riesgo en manejo de sustancias peligrosas.
- Control de riesgo en uso de escaleras es extensión y tijeras (retail).
- Control de riesgos en equipos energizados.
- Control de riesgos en faenas mineras.
- Control de riesgos en obras civiles (áreas de energía).
- Control de riesgos en oficina técnica MDF telecomunicaciones.
- Control de riesgos en trabajo con soldaduras.
- Control de riesgos para trabajo en torre de subestación eléctrica.
- Control de riesgos para trabajos de izaje de carga y operador Rigger en redes eléctricas.
- Creando cultura de salud.
- Decreto Supremo N° 148.
- Difusión protocolo PLANESI.
- Elaboración de matriz de ruido.
- Formación de monitores Pymes.
- Integrantes de comités paritarios de higiene y seguridad.
- Investigación de accidentes (Reason).
- Manejo de extintores.
- Manejo manual de cargas.
- Manipulación de alimentos.
- Monitores de seguridad activo.
- Monitores de seguridad avanzado.
- Operación de izaje de cargas.
- Orientación en prevención de riesgos.
- PEC módulo supervisores.
- Peligro operación de calderas.
- Prevención de accidentes de trayecto y vía pública.
- Prevención de riesgos para señalero de grúas torre.
- Prevención en la exposición a los rayos ultravioleta.
- Prevención y manejo de conflictos.

- Primeros auxilios.
- Protocolo de vigilancia en factores de riesgos psicosociales en el trabajo.
- Protocolo Prexor para trabajadores.
- Riesgos y consecuencias para la salud de la exposición aguda y crónica intermitente a la hipobaría.
- Trastornos musculoesqueléticos de extremidades superiores en el trabajo.
- Control de riesgos en trabajos de postación en telecomunicaciones.
- Control de riesgos para trabajo en redes de alta tensión.

9.2 ANEXO B: INFOGRAFÍAS UTILIZADAS PARA EL DESARROLLO DEL CURSO

En el siguiente anexo se pueden observar todas las infografías utilizadas para el desarrollo del curso, gran parte del material gráfico se obtuvo del curso de capacitación que el autor realizó para poder completar esta investigación.

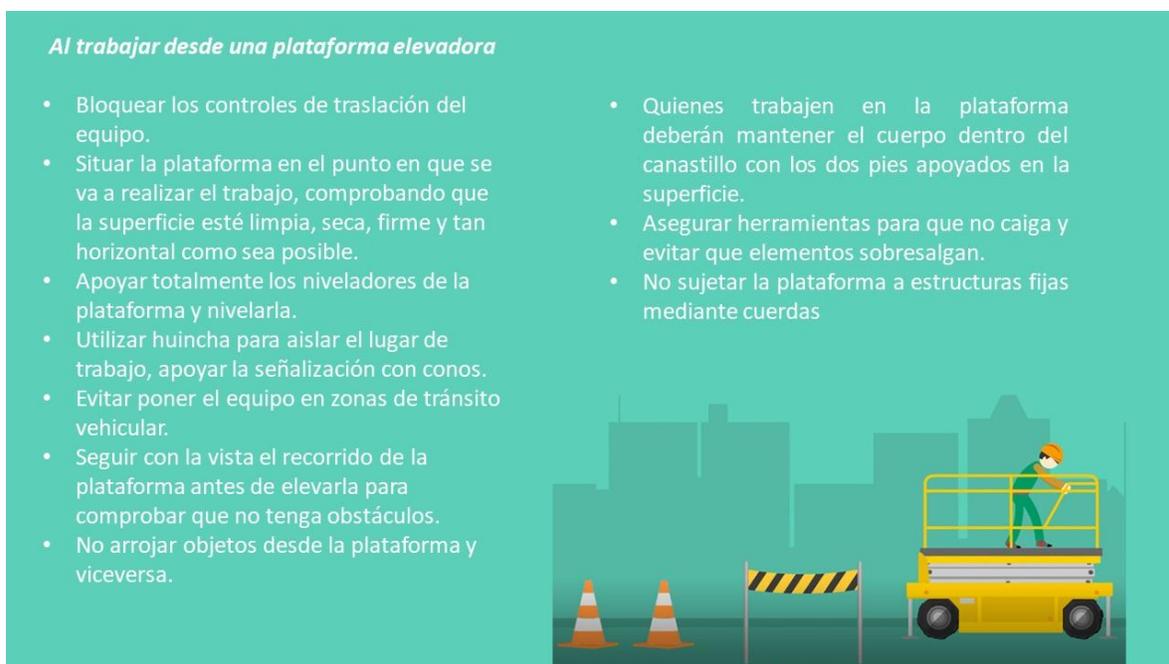


Ilustración 13. Recomendaciones de seguridad al trabajar desde una plataforma elevadora. Elaboración propia, material gráfico de ACHS.

Atrapamientos

Todos aquellos incidentes que involucren la captura de una parte del cuerpo del trabajador en una herramienta o en la obra en que se trabaja, este tipo de accidentes puede llegar a derivar en amputaciones o la muerte.



Ilustración 14. Definición de un accidente por atrapamiento. Elaboración propia, material gráfico ACHS.

Caídas de distinto nivel

Descripción

Se incluyen en esta categoría todas las caídas de distinto nivel, desde alturas y en profundidades.

Una caída desde altura puede ser:

- Desde andamios, pasarelas, plataformas u otros.
- Desde escaleras fijas o portátiles.
- Desde materiales apilados.
- Desde vehículos y máquinas.

Entre otros.

Una caída en profundidad puede ser:

- A pozos.
- A excavaciones.
- A aberturas del suelo.

Entre otros.



Ilustración 15. Definición de accidente por caída a distinto nivel. Extracto infografía ACHS.



Ilustración 16. Definición de andamio. Extracto curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.

Caída a distinto nivel

Perdida de equilibrio del trabajador.

Desequilibrio del trabajador (Subir cargas con las manos, inclinarse lateralmente para efectuar trabajo, gesto brusco, subir y bajar de espalda, lesión menor o susto, peldaño sucio, calzado de seguridad inadecuado).

Salud no compatible del trabajador (vértigo).

Rotura o colapso de un tablón u otro elemento estructural del andamio.

Derrumbe, caída o colapso de la estructura del andamio.

Deslizamiento lateral superior de la escala (punto de apoyo sin adherencia, instalación desnivelada, viento, balanceo del trabajador).

Todos aquellos incidentes asociados a las escalas.

Descarga eléctrica (Trabajar cerca de tendido eléctrico a una distancia no adecuada).

Ilustración 17. Ejemplos de caídas a distinto nivel. Extracto curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.

Escalas de Tijera

Dispositivo compuesto de dos largueros que incorpora peldaños, con dos tramos autoapoyantes que permite el acceso por uno o por los dos lados. Existen las de acceso simple y acceso doble con o sin plataformas, según muestra la siguiente tabla:

 Simple	 Simple con Plataforma	 Doble
--	--	---

Ilustración 18. Definición escalas de tijera. Extracto curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.

Escala transformable

Está constituida de varios tramos, que permiten tanto la realización de una escala simple de apoyo, como una escala doble con extensión en la parte superior.



Ilustración 19. Definición escalas transformables. Extracto curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.

Escalas de apoyo

Dispositivo compuesto de dos largueros (existen paralelos y no paralelos), que incorpora peldaños que no tienen tramo de soporte y obligatoriamente, deben apoyarse en algún elemento, en dos puntos superiores. Existen las de tipo simple o de un tramo y las que tienen más de un tramo acoplable.



Ilustración 20. Definición escala de apoyo. Extracto curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.

Golpeado por caída de objetos sobre otras personas.

Caídas de herramientas o materiales (no existen sistemas porta herramientas o materiales, exceso de herramientas y materiales, método inadecuado para izar herramientas o materiales)



Ilustración 21. Definición de accidente por golpes por caída de objetos. Extracto curso de capacitación para trabajos en altura de la ACHS.

1. Realizar una evaluación de riesgos del personal y las actividades.
2. Seleccionar el tipo de andamio que se adecue.
3. Definir el tipo de línea de vida y anclaje.
4. Definir el equipo de protección personal a utilizar.
5. Revisar las especificaciones técnicas de los andamios.
6. Verificar que el personal cuente con el examen médico para trabajar en altura.
7. Estudiar las recomendaciones de fabricante del andamio.
8. Verificar que el personal esté capacitado y entrenado en el armado y uso de andamios.
9. Selecciona el tipo de Sistema Personal de Detención de Caídas.
10. Verificar el estado del andamio.
11. Verificar que existe un plan de mantenimiento de andamios.



Ilustración 22. Hoja de preparación para trabajo en andamios. Elaboración propia, material gráfico ACHS.

Material	Ventajas	Desventajas
Madera	Bajo costo Baja conductividad Aislante eléctrico (sin humedad)	Se reseca, se deforma Se contrae o dilata según las condiciones atmosféricas
Acero	Bajo costo Incombustible Poco sensibles a las variaciones atmosféricas Difícil de romper	Pesada Buena conductividad térmica y eléctrica Posible oxidación Sensible a los golpes
Aluminio	Ligera Incombustible Inoxidable Larga duración	Buena conductividad térmica y eléctrica Sensible a los golpes Elevado costo
Fibra de Vidrio	Ligeras Aislantes frente a la corriente eléctrica Muy resistentes a los ácidos y productos corrosivos	Resistencia limitada al calor Frágil en ambientes muy fríos Elevado costo

Ilustración 23. Cuadro resumen materiales de escaleras, ventajas y desventajas. Extracto curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.

Medidas de Prevención.

1. Conocer el lugar de trabajo: tipo de terreno, líneas eléctricas, restricciones de altura, ancho o peso.
2. No utilizar la plataforma en climas adversos, por ejemplo con vientos superiores a 55Km/h.
3. Mantener un sistema de comunicación Operador – Operario eficiente.
4. Usar ropa con puños ajustables, no utilizar elementos que puedan engancharse.
5. Utilizar elementos de protección personal: calzado de seguridad, casco con barbiqueo, guantes y arnés de seguridad tipo paracaídas.
6. Conocer el plan de seguridad y salud ocupacional y/o plan de prevención de la obra.
7. No utilizar el canastillo con personal si el equipo se encuentra en movimiento.
8. No trabajar al borde de excavaciones o superficies irregulares.
9. Extremar precaución al circular en pendiente y nunca por pendientes superiores a las especificadas por el fabricante



The illustration shows a worker in a green uniform and orange hard hat standing on a yellow scissor lift platform. The platform is extended upwards towards a vertical grey pipe structure with a brown cylindrical component at the top. The background is a solid purple color.

Ilustración 24. Medidas de prevención trabajos en plataformas móviles. Elaboración propia, material gráfico ACHS.



Ilustración 25. Medidas preventivas en escalas. Extractos curso capacitación para trabajo en altura de la ACHS.



Ilustración 26. Planificación trabajo en escaleras. Elaboración propia, material gráfico ACHS.

1. Realizar una evaluación de riesgos del personal y las actividades.
2. Seleccionar el tipo de plataforma móvil que se adecue.
3. Definir el tipo de línea de vida y anclaje.
4. Definir el equipo de protección personal a utilizar.
5. Revisar las especificaciones técnicas de la plataforma.
6. Verificar que el personal cuente con el examen médico para trabajar en altura.
7. Estudiar las recomendaciones de fabricante de la plataforma.
8. Verificar que el personal esté capacitado y entrenado en la operación de plataformas móviles.
9. Selecciona el tipo de Sistema Personal de Detención de Caídas.
10. Verificar el estado de la plataforma.
11. Verificar que la plataforma cuenta con sus mantenimientos al día.

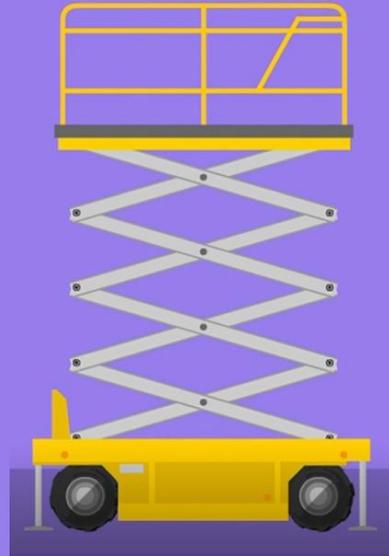


Ilustración 27. Planificación trabajo en plataformas móviles. Elaboración propia, material gráfico ACHS.

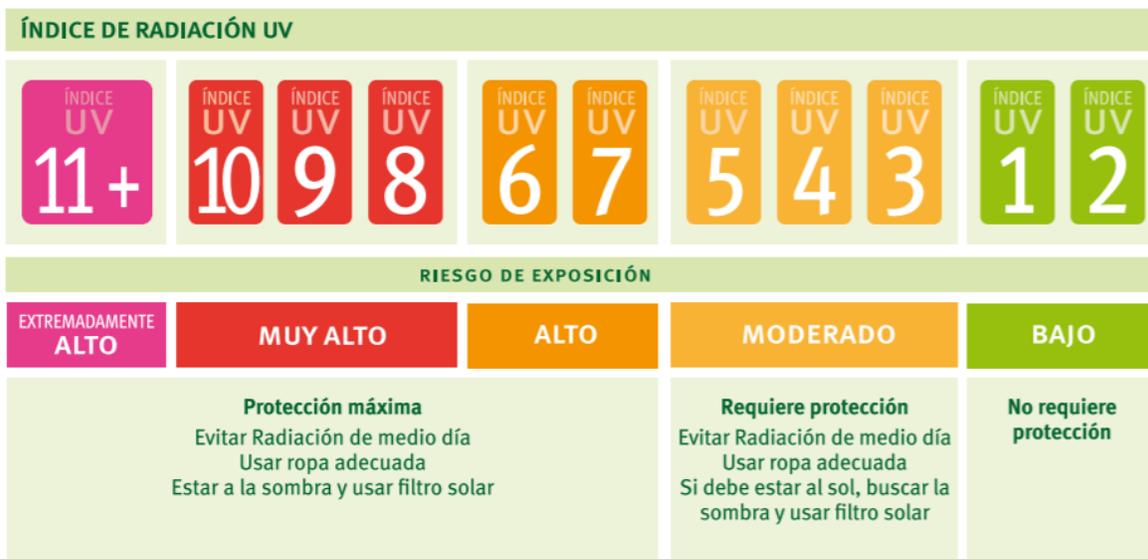


Ilustración 28. Cuadro índice de radiación UV. Extracto infografía ACHS.

Armar el andamio en terreno firme, usando si es necesario niveladores repartidores de carga. Mantener la verticalidad y horizontal aplomada.



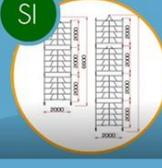

Se pueden usar bases o apoyos para aumentar la altura disponible o firmeza para el desplazamiento de los andamios móviles. Para esto siempre se deben revisar las especificaciones del fabricante.




Siempre se debe acceder a las plataformas de los andamios, a través de escalas por dentro de la estructura para evitar caídas libres y en algunos casos volcamiento.



La altura no debe exceder 4 veces el lado menor de la base en interiores y de 3 veces en exteriores.



Cuando existen condiciones climáticas desfavorables como la nieve, hielo, viento y lluvia NO se deben utilizar andamios.



Nunca acumular materiales en andamios de forma concentrada, solamente los mínimos y que permitan los cálculos de resistencia.




Ilustración 29. Recomendaciones de seguridad en andamios. Elaboración propia, material gráfico ACHS.

Sistema de Protección de Caídas

¿Para qué se utiliza un Sistema Personal para Detención de Caídas (SPDC)?

El Principal Objetivo es detener o frenar la caída libre de un individuo.

Deben ser de fácil colocación y ajuste y deben mantenerse en su posición durante el trabajo.

La carga máxima permitida para el uso de estos elementos es de 100 kilogramos.



Características Comunes

El diseño debe permitir su utilización sin molestias.

Cuando se accionen no debe ser posible que se aflojen.

Es recomendable que tengan facilidad de ajuste.

Debe existir la posibilidad de realizar un examen visual de todos los elementos.

Ilustración 30. Definición y características Sistema de Protección de Caídas. Elaboración propia, material gráfico ACHS.

No todas las escalas son iguales, existen al menos tres clasificaciones que sirven para la industria, siendo éstas las de (a) apoyo (b) tijera y (c) las transformables.

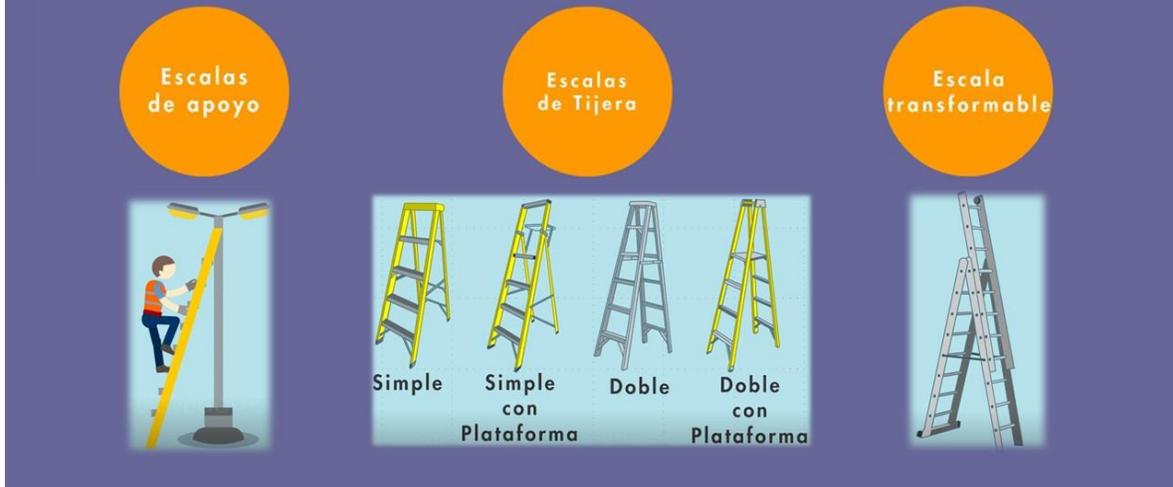


Ilustración 31. Tipos de escalas. Extractos curso de capacitación para trabajo en altura de la ACHS.

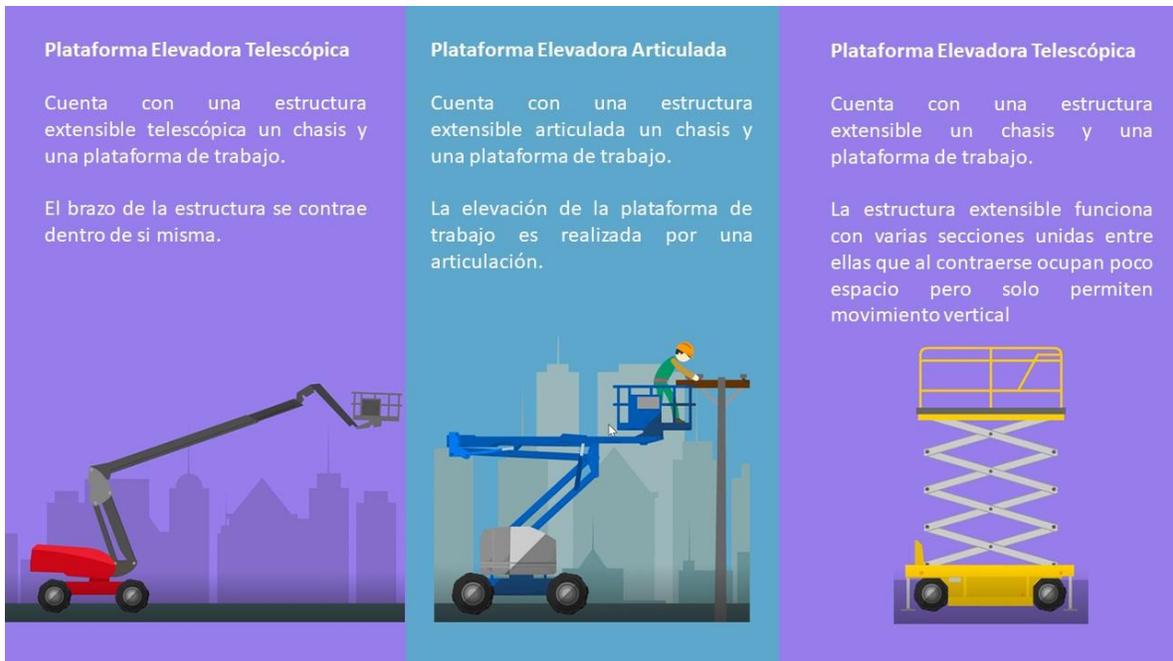


Ilustración 32. Definición tipos de plataforma elevadora. Elaboración propia, material gráfico ACHS.