

Diseñando experiencias significativas

Sima Robot, construyendo nuevas experiencias  
para niños y niñas con robots sociales

---



UNIVERSIDAD DE CHILE

Memoria para optar a un Título Profesional  
de Diseñador, Mención Industrial

Ricardo Sepúlveda Soto

---

Profesor Guía: Rubén Jacob D.  
Profesora Co-Guía: Carmina Rodríguez H.

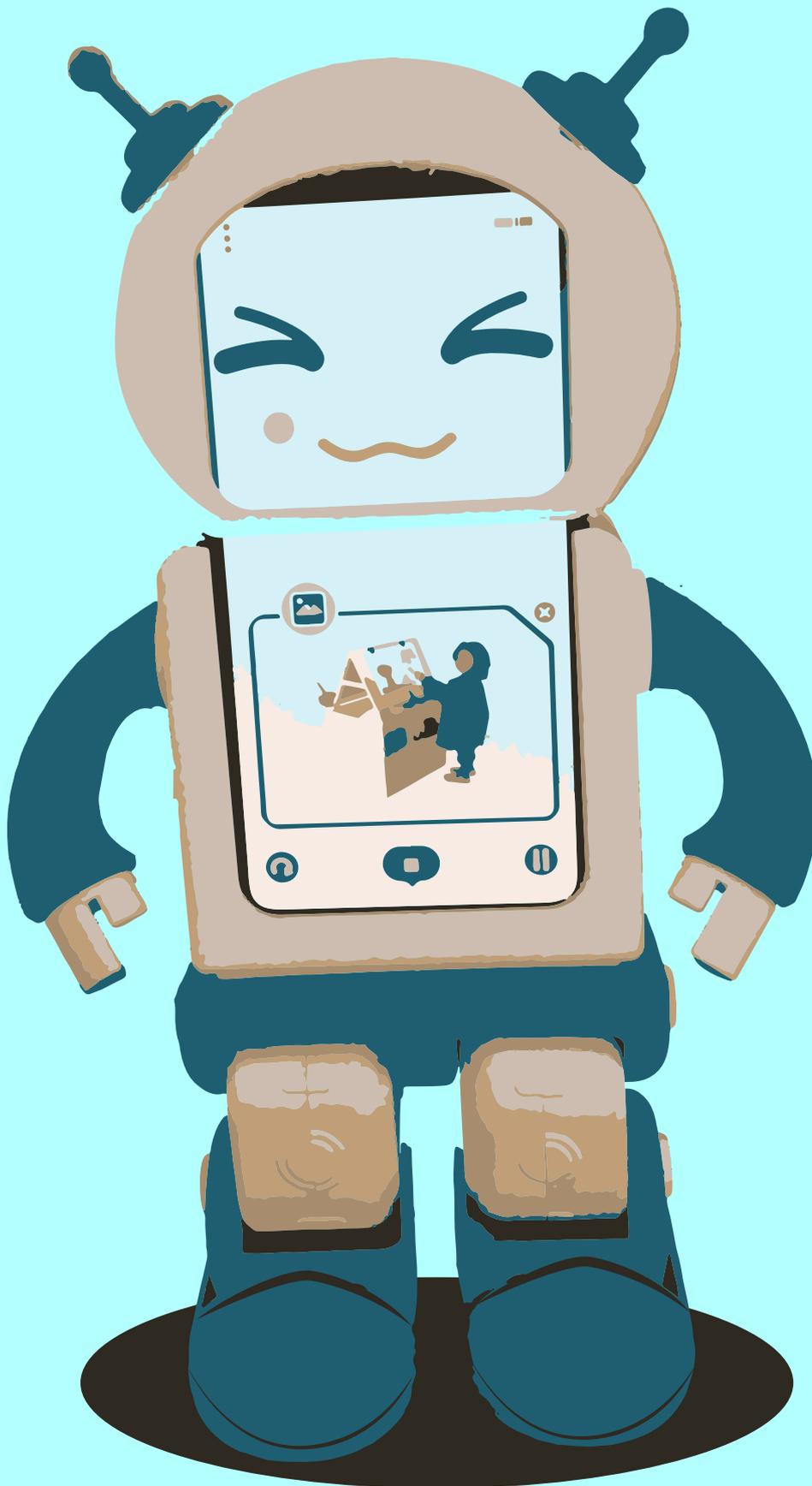
---

Santiago, Chile 2021

El proyecto de título está enmarcado en la investigación Fondecyt de Iniciación ID11201300 "Mi nuevo amigo el robot social: Comprendiendo gratificaciones y determinando condiciones para interacciones beneficiosas en una muestra joven", a cargo de Dra. Carmina Rodríguez de la Universidad Adolfo Ibáñez.



**Fondecyt**  
Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico





## Agradecimientos

A todas y todos que pasaron por mi camino en esta estrecha y ardua tarea que es el proceso universitario. A quienes me acompañaron en noches largas de taller y de estudio, a todos los que formaron parte de mi proceso y no solo académico, también emocional y valórico. Al equipo de Robot Lab junto a todas y todos los niños que participaron en el estudio con robots sociales. A todo el equipo de Sima Robot y en particular a Felipe Araya, quien me prestó apoyo con materiales y tiempo para llevar a cabo este proyecto. A Rocio Ramirez por ser mi compañera en este viaje, quien me tranquilizo en tantos momentos de estrés y desánimo en este largo proceso. A mi familia, padres, hermanas y primos, por su apoyo constante e incondicional que sin ellos no sería posible llegar hasta acá. A mis profesores guías Carmina Rodriguez y Rubén Jacob por orientarme en este proceso.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	10
1.1 Oportunidad de Diseño .....	14
1.2 Objetivos .....	15
2. METODOLOGÍA .....	16
3. MARCO REFERENCIAL .....	19
3.1 Diseño de Interacción e interfaces robóticas .....	20
3.2 Robótica Social.....	26
3.3 Experiencia de Usuario aplicado al HRI .....	41
3.4 Affordances y la calidad de la experiencia .....	46
4. ESTADO DEL ARTE .....	51
5. CASO DE ESTUDIO .....	55
5.1 Características generales .....	56
5.2 Experiencia Sima Robot.....	58
5.3 Limitaciones.....	60
6. DESARROLLO DEL PROYECTO .....	61
6.1 Información general del proyecto.....	62
6.2 Etapas .....	63
7. PROPUESTA DE DISEÑO .....	76
7.1 Objetivos .....	77
7.2 Diseño de los principios del Robot.....	79
7.3 Interacción .....	83

---

---

8. PROTOTIPADO Y TESTEO .....	85
8.1 Desarrollo Formal .....	86
8.2 Prototipo Digital .....	91
8.3 Producto Final .....	93
8.4 Testeo.....	95
9. CONCLUSIONES Y PROYECCIONES.....	99
9.1 Conclusiones.....	100
9.2 Proyecciones.....	102
10. REFERENCIAS .....	103
11. ANEXOS .....	105

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Vista isométrica de casco de Sima Robot. Elaboración propia.....	12
Figura 2: Marco conceptual de la oportunidad de Diseño. Elaboración propia.....	15
Figura 3. Representación del aporte entre disciplinas. Elaboración propia, basado en Sandoval (2010). .....	23
Figura 4: Niveles del diseño emocional. Elaboración propia, basado en Norman (2007).....	25
Figura 5: Esquema que representa las variables necesarias para la Interacción Humano-Robot (HRI). Elaboración propia, basada en Marta Díaz Boladeras (2017).....	27
Figura 6: Ejemplo de Robot Social, "Dash". Fuente Google Imagenes. ....	28
Figura 7: Robot Social para pruebas del HRI "I-Cat". Fuente Bartneck et al. (2008). ....	29
Figura 8: Robot Social "I-Cat" pruebas de expresiones faciales. Fuente Bartneck et al. (2008).....	29
Figura 9. Gráfico que representa el valle inquietante. Basado en Mori, (1970).....	30
Figura 10: Robot terapéutico "Nuka" creado por Shibata (2004). Fuente: <a href="https://robots.ieee.org/robots/">https://robots.ieee.org/robots/</a> . ....	31
Figura 11: Robot Erica. Fuente <a href="https://robots.ieee.org/robots/">https://robots.ieee.org/robots/</a> .....	32
Figura 12: Robot NAO. Fuente <a href="https://robots.ieee.org/robots/">https://robots.ieee.org/robots/</a> . ....	32
Figura 13: Robot "My special aflat duck" . Fuente <a href="https://robots.ieee.org/robots/">https://robots.ieee.org/robots/</a> .....	32
Figura 14: Robot Kiwibot. Fuente <a href="https://robots.ieee.org/robots/">https://robots.ieee.org/robots/</a> .....	33
Figura 15: Robot GREETING MACHINE. Fuente <a href="https://robots.ieee.org/robots/">https://robots.ieee.org/robots/</a> .....	33
Figura 16: Robot Cobot. Fuente <a href="https://robots.ieee.org/robots/">https://robots.ieee.org/robots/</a> . ....	33
Figura 17: Robot Pepper. Fuente <a href="https://robots.ieee.org/robots/">https://robots.ieee.org/robots/</a> .....	35
Figura 18: Robot Kaspar. Fuente <a href="https://robots.ieee.org/robots/">https://robots.ieee.org/robots/</a> . ....	35
Figura 19. Robot Beebot, creado para la educación en Robótica. Fuente Google Imagenes. ....	36
Figura 20. Esquema de los enfoques metodológicos de la Robótica educativa. Elaboración propia. Basado en Goodgame, (2018). ....	37
Figura 21. Robot con finalidad pedagógica "Moxie". Fuente Google.Imagenes .....	39
Figura 22. Sima robot interactuando con el usuario. Fuente <a href="http://www.simarobot.com">http://www.simarobot.com</a> .....	42
Figura 23. Temáticas que aborda Ux. Elaboración propia. Tomado de Hassenzahl y Tractinsky, (2006). ....	44
Figura 24. Contexto situado, Estado interno del usuario, características del robot. Elaboración propia. Basado en Tonkin et al., (2018). ....	44
Figura 25. Elementos claves de los aportes del Ux al HRI extraídos de Shourmasti et al., (2021). Elaboración propia. ....	47
Figura 26. Utilidad y Usabilidad. Elaboración propia. Basado en Gaver (1991). ....	48
Figura 27. Affordance a evaluar para la experiencia de productos tecnológicos. ....	52
Figura 28. Sketch conceptual de robot social. Elaboración propia. ....	53
Figura 29. Sketch de Sima robot interactuando con un usuario. Elaboración propia. ....	57
Figura 30. Sima Robot en estado inicial. Fuente <a href="https://simarobot.com/">https://simarobot.com/</a> .....	58
Figura 31. Journey maps de la Actividad "Día de la Música" en colegio con un curso de 2do Básico. Elaboración propia.....	61
Figura 32. Sketch conceptual de robot social. Elaboración propia. ....	63
Figura 33. Modelo de la Affordance Comunicativa Social Promulgada entre un Humano y un Robot Social y Viceversa. (Rodríguez Hidalgo, 2020) .....	66
Figura 34. Estapas del estudio y extracción de affordances para el diagnóstico de Ux. Elaboración propia. Basado en Rodríguez-Hidalgo, (2020). ....	67
Figura 35. Mapa de empatía. Elaboración propia. ....	70
Figura 36. Recopilación de dibujos de los niños y niñas entrevistados. ....	73
Figura 37. Jornada de creación online de interacción de Sima Robot. ....	75
Figura 38. Matriz criterio de Éxito. Elaboración propia. Basado en Tonkin et al. (2018). ....	75
Figura 39. Bosquejos del diseño de la parte interna de Sima robot. Elaboración propia. ....	78
Figura 40. Moodboard en búsqueda de la personalidad de Sima. ....	82

Figura 41. Croquis conceptuales de la tangibilización de la personalidad de Sima Robot. ....	83
Figura 42. Storyboard contando la interacción proyectada con la personalidad de Sima. Elaboración propia. ....	84
Figura 43. Plataforma de Sima Knowledge y sus posibilidades de programación. Elaboración propia...	85
Figura 44. Croquis en búsqueda de la nueva apariencia de Sima Robot. ....	87
Figura 45. Croquis en búsqueda de la nueva apariencia de Sima Robot. ....	88
Figura 46. Croquis en búsqueda de la nueva apariencia de Sima Robot. ....	89
Figura 47. Dibujo a escala 1:1, apoyo para el diseño de las partes de Sima, la creación de modelos en espuma y posterior modelo 3D. ....	90
Figura 48. Trabajo con espuma oasis y post tratamiento con cola-fría y pintura esmalte blanca. ....	91
Figura 49. Aproximación al volumen, proporción, y elementos de la nueva apariencia de Sima robot...	91
Figura 50. Elementos utilizados para el trabajo formal. ....	92
Figura 51. Construcción del casco en espuma oasis. ....	92
Figura 52. Montaje y disposición de elementos como brazos, celular, casco y cuerpo.....	92
Figura 53. Construcción de curvas para la modificación de los brazos.....	93
Figura 54. Iteración del casco de Sima Robot.....	93
Figura 55. Casco definitivo con antenas.....	93
Figura 56. Brazos definitivos con sistema para ensamble de manos y motores. ....	93
Figura 57. Modelo referencia en la construcción de las manos de Sima Robot.....	93
Figura 58. Modelos definitivos del cuerpo Sima Robot. ....	94
Figura 59. Últimas modificaciones para el ensamble de piezas. ....	95
Figura 60. Impresión 3D, de las piezas finales.....	95
Figura 61. Modificaciones de la estructura interna.....	95
Figura 62. Registros de la iteración de las piezas. ....	95
Figura 63. Comparación entre la pieza original trasera del cuerpo (azul) y la modificación (blanca).....	95
Figura 64. Comparación entre la pieza original del cuerpo (azul) y la modificación (blanca).....	95
Figura 65. Muestra de las distintas versiones de los brazos de Sima. ....	95
Figura 66. Piezas impresas originales de Sima Robot. ....	96
Figura 67. Iteración del casco de Sima Robot. ....	96
Figura 68. Antenas y manos de Sima Robot.....	96
Figura 69. Iteración del cuerpo, mostrando la estructura interna.....	96
Figura 70. Montaje de brazos y celular con piezas impresas. ....	96
Figura 71. Montaje de servo motores en piernas. ....	96
Figura 72. Instalación de placa y ensamble de servos.....	96
Figura 73. Sincronización de la placa PCB con la aplicación de Sima Robot. ....	96
Figura 74. Montaje final de todas las piezas. ....	96
Figura 75. Interacción con Sima robot y su nueva apariencia. ....	97
Figura 76. Journey maps de la experiencia con la nueva propuesta de Sima Robot. Elaboración propia.....	98
Figura 77. Testeo en colegio con estudiantes de Melipilla.....	100
Figura 78. Sima con E20_RM una vez terminada la experiencia. ....	100
Figura 79. Sima contando un chiste en testeo final. ....	100
Figura 80. Propuesta conceptual de Sima Robot. ....	105
Figura 81. Croquis de Sima en interacción con un usuario ....	110

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Matriz metodológica. Elaboración propia. ....	19
Tabla 2. Tabla comparativa robot sociales para niños. Elaboración propia.....	56
Tabla 3. Construcción de la muestra a partir de rango etario, vulnerabilidad, sexo y comuna de la RM. ...	65
Tabla 4. Levantamiento de Insight.....	69
Tabla 5. Lluvia de Ideas. Jornada con desarrolladores de Sima Robot. Elaboración propia. ....	74
Tabla 6. Restricciones de Diseño para el mejoramiento de la Experiencia. ....	79
Tabla 7. Requerimientos y atributos de diseño del producto y de la experiencia. Elaboración propia.....	80
Tabla 8. Principios de personalidad de Sima Robot. Elaboración propia.....	81
Tabla 9. Comparación entre testeo de E1_RM y E20_RM. ....	99



# INTRODUCCIÓN

# 1

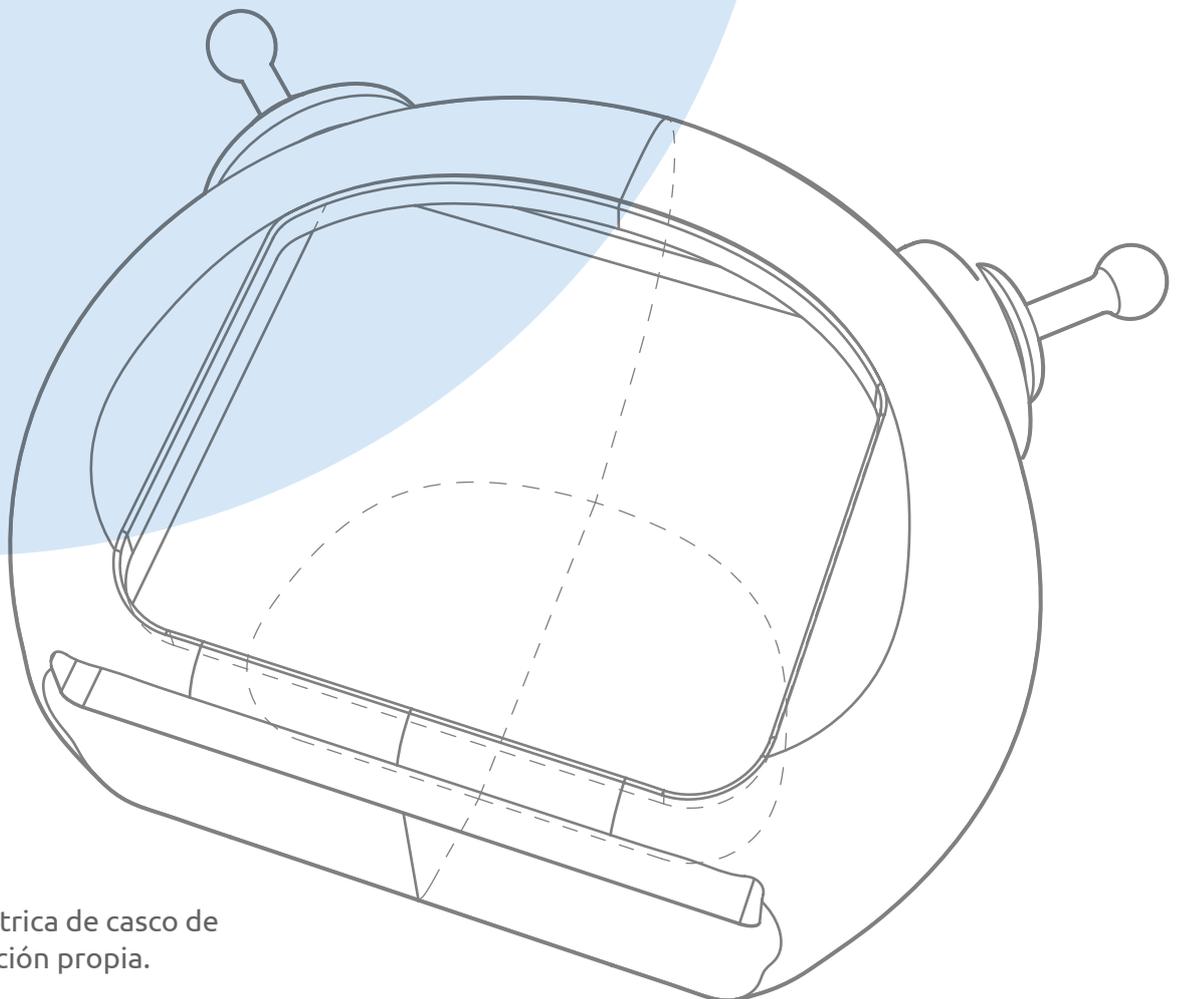


Figura 1: Vista isometrica de casco de Sima Robot. Elaboración propia.

Los avances en las tecnologías, en particular el campo de la robótica, han diversificado sus áreas en las que se desempeñan en el interior de la sociedad (Krägeloh et al., 2019). Dentro de estas, los robots diseñados para interactuar con personas, llamados "Robots Sociales" (RS) han llamado la atención (Mejia & Kajikawa, 2017). Parte de los investigadores los describen como "robots autónomos -o semiautónomos- que interactúan y se comunican con los humanos, siguiendo las normas de comportamiento esperadas por las personas con las que el robot está destinado a interactuar" (Bartneck & Forlizzi, 2004). La diferencia básica entre un RS y cualquier otro juguete, herramienta o instrumento es: su interacción con el entorno, el medio físico y su capacidad de comunicarse e interactuar con los humanos (López Ramírez & Andrade Sosa, 2013). Se ha demostrado que los RS se desempeñan en infinidad de contextos y en particular, en la ayuda a niños y niñas con diferentes trastornos sociales, físicos o de interacción (Çelik et al., 2018). En la actualidad, se está investigando el uso de tales robots como herramientas para la práctica de habilidades sociales, la formación empática (Krägeloh et al., 2019), la enseñanza de idiomas y en terapias conductuales (Pinel et al. 2018).

No es de extrañar que los recientes avances tecnológicos aporten soluciones sólidas a una serie de problemas técnicos que han limitado el desarrollo de los robots durante años. Estas soluciones tecnológicas han conducido a una integración -cada vez mayor- de los robots en nuestros entornos físicos y sociales, por lo que se ha visto necesario desarrollar nuevos tipos de robots que puedan realizar su funcionalidad mezclando los atributos de los materiales biológicos vivos con los sistemas electromecánicos (Shourmasti et al., 2021). En el futuro, se espera que los robots posean un alto nivel de habilidades y puedan cumplir las expectativas de los humanos, ayudándolos en cualquier circunstancia. Por lo descrito es que los y las investigadoras de RS pretenden desarrollar robots que puedan establecer interacciones sociales naturales (Shourmasti et al., 2021).

El desarrollo de RS trajo consigo nuevos campos de investigación, en particular la interacción humano-robot (HRI) que intenta dilucidar cómo los robots aprenden e interpretan las emociones humanas y cómo estos deben expresar las emociones (Vela et al., 2016). La investigación de este campo evidencia la estrecha naturaleza de la interacción entre humanos y robots, siendo la comprensión de las perspectivas de los usuarios un elemento vital (de Graaf et al., 2019). Es por esta razón que los estudios sobre los usuarios se han enfocado en investigar diferentes factores cualitativos como las percepciones según la apariencia (Kwak, 2014), la aceptación de los usuarios (Krägeloh et al., 2019), la variación de las expresiones faciales (Vela et al., 2016), los comportamientos comunicativos no verbales (Jonell et al., 2019) y las variables moderadoras, como el efecto de la edad del usuario en la percepción del robot (Belpaeme et al., 2013).

Por otro lado, los RS se han extendido también a las aplicaciones educativas siendo los usuarios más jóvenes quienes interactúan principalmente con los RS (Belpaeme et al., 2018). Dado la naturaleza de este, se evidencia en diferentes estudios la formación de vínculos entre niños/niñas y robots a partir de su interacción (Beran & Ramirez-Serrano, 2011). Este campo llamado Child-Robot Interaction (CRI) se caracteriza por la comprensión de las y los niños sobre los agentes robóticos que, a diferencia de la interpretación de los adultos, estos le atribuyen características idénticas de los sistemas vivos (Belpaeme et al., 2013). En este contexto, algunos académicos han señalado los efectos beneficiosos de los robots sociales en el aprendizaje de los niños, el comportamiento social y el bienestar emocional (van Straten et al., 2020). Otros académicos, por el contrario, han expresado su preocupación por las posibles consecuencias perjudiciales en la investigación del área CRI, en particular, con respecto a la tarea crucial del desarrollo y formación de relaciones significativas (van Straten et al., 2020).

El autor Ortiz (2013) señala que el término significativo hace hincapié en la idoneidad del producto para los usuarios y usuarias, incluyendo su beneficio y crecimiento personal. De este mismo modo, para interactuar con éxito con los RS, una experiencia de usuario (UX) positiva es una cuestión importante para tener un gran impacto en la vida humana (Shourmasti et al., 2021). Como indican Hartson et al., (2003) la experiencia de usuario es “la totalidad del efecto o efectos que siente un usuario como resultado de la interacción con un sistema, dispositivo o producto, y del contexto de uso de este, incluyendo la influencia de la usabilidad, la utilidad, el impacto emocional durante la interacción y el recuerdo saboreado después de la misma”. Para ello es necesario evaluar la UX que constituye un conjunto de métodos y técnicas que se adoptan para explorar cómo los usuarios perciben un servicio, sistema o producto interactivo. La UX positiva es muy importante para que un producto tenga éxito, y extraer esta información de los usuarios no es una tarea fácil (Shourmasti et al., 2021).

Dentro de las dimensiones que están en juego en el desarrollo de la experiencia, está la presencia física de los robots en un tiempo y un espacio compartidos con los humanos (Baraka et al., 2019). La personificación, término utilizado para referirse a la idea de que “la inteligencia no puede existir simplemente en forma de algoritmo abstracto, sino que requiere una materialización física, un cuerpo” (Baraka et al., 2019), es uno de los papeles más importante en la percepción y la experiencia de la interacción con la tecnología inteligente. De hecho, Baraka et al. (2019) comenta que existe una concordancia de más de un autor que apoya la premisa que indica que la corporeidad física influye en la interacción entre humanos y robots. También afirma que se ha demostrado que la apariencia física de un robot en sí misma tiene una gran influencia en las personas, en aspectos como la percepción, las expectativas, la confianza, el compromiso, la motivación y la usabilidad.

Es aquí en donde entra la disciplina del diseño, dado que las apariencias de estos son infinitas y no necesariamente se relaciona con su desempeño. A partir de esto nace la duda: ¿Qué apariencia es la más adecuada para introducir un robot social para niños y niñas en la educación chilena? El autor Baraka et al. (2019), destaca que las diferencias de percepción deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar la apariencia de los robots. Además, fomenta la visión del diseño de robots como un espectro, proporcionando fluidez y permitiendo la combinación de diferentes elementos. La apariencia de un robot pasa a ser el atributo visual más obvio y único, que contribuye a la interacción, sin embargo, además de la apariencia existen varios factores relacionados con la personificación, como el tamaño, el peso, el ruido, la textura del material entre otros que pueden contribuir a la percepción del robot durante una interacción (Baraka et al., 2019).

Por consiguiente, esta investigación se centra en evaluar las expectativas, percepciones y proyecciones generadas en la interacción con un RS llamado Sima Robot, a partir de entrevistas semi estructuradas de una muestra joven chilena,, autoinformes y dibujos, con el objetivo de identificar la experiencia de usuario esperada (Lindblom & Andreasson, 2016) y con ello reconocer que tipos interacciones, y rasgos de la apariencia son los debe despertar un RS (Shourmasti et al., 2021).

Dado que las expectativas y las percepciones de los robots predicen directamente la calidad y la naturaleza del compromiso de los usuarios con los RS (Pieterson et al., 2017), se centra esta investigación en mejorar la experiencia de usuario Sima Robot, aportando en modificaciones de su apariencia e integrando nuevas interacciones, siendo estos elementos esenciales para la formación de relaciones significativas en la comunicación humano-robot (van Straten et al., 2020).

## Contexto

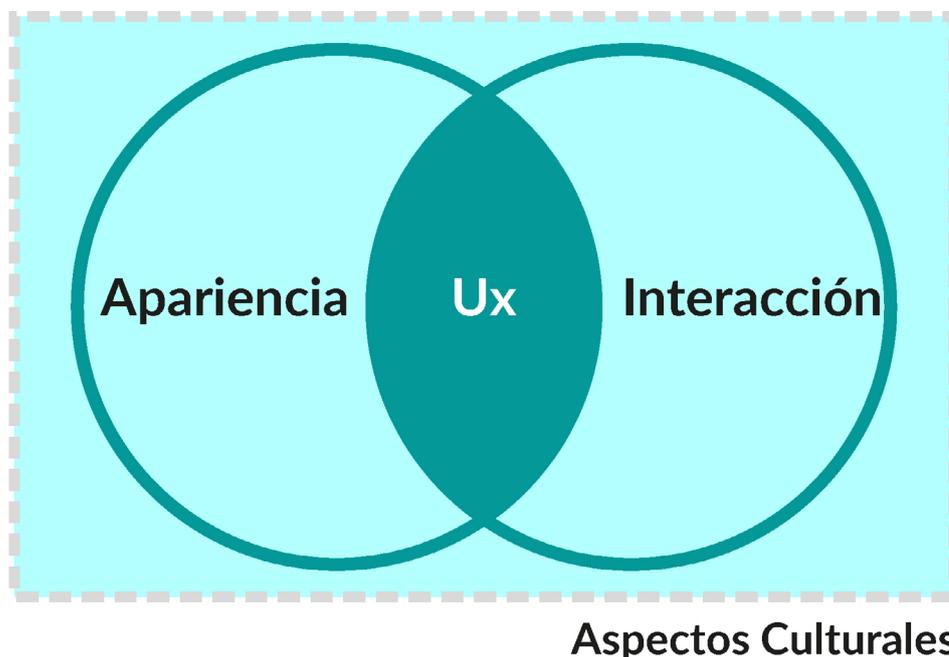


Figura 2: Marco conceptual de la oportunidad de Diseño. Elaboración propia.

## 1.1 Oportunidad de Diseño

En el trabajo con robótica social, los investigadores del HRI indican que mientras mayor sea la participación de los actores involucrados como: desarrolladores(ras), investigadores(ras) y usuarios(rias), se aseguran mejores resultados al momento de insertar un RS en cualquier contexto (Tonkin et al., 2018). Es aquí en donde el diseño juega un rol importante al momento de conjugar con los distintos actores, y además, la experiencia del usuario es una de las falencias que se repiten en temas de robótica social (Shourmasti et al., 2021). Autores como Cooper (2001), plantean explícitamente que las interacciones con los productos tecnológicos tienen que ser diseñadas por diseñadores y diseñadoras y no por ingenieros e ingenieras.

Otro aspecto que el diseño puede abordar es la recolección de información valiosa para la creación de robots sociales, dado que las expectativas y las percepciones de los robots predicen directamente la calidad y la naturaleza del compromiso de los/as usuarios/as con los robots (Pieterson et al., 2017), siendo necesaria la aplicación de herramientas del diseño para evaluar dichos aspectos.

Dado que el proyecto se centra en particular en un robot para la infancia en contextos de aprendizaje, se tiene que tomar en cuenta el uso de marcos culturales para facilitar la comprensión de este. Los y las desarrolladoras de robots no sólo deben encajar sus productos en las estructuras culturales adecuadas, sino que también deben apoyarse en ellas (Shourmasti et al., 2021). Dicho lo anterior, existen ejemplos notables en las culturas europeas, donde los robots educativos tienden a ser considerados más bien como máquinas o dispositivos electrónicos, a diferencia de países asiáticos como Corea, donde una mayor integración de los robots en la enseñanza parece ser más aceptable (Krägeloh et al., 2019).

Dicho lo anterior, el desarrollo de robot sociales no es algo burdo, se necesita de una comprensión holística y cultural para llegar al éxito y, por sobre todo, una experiencia de usuario adecuada es clave en esta disciplina. También se requiere de trabajo de campo, comprensión del/la usuario/a y saber llegar a apariencias que tengan sentido con las interacciones que estos desempeñan (Ver Figura 2). El diseño de experiencia en interfaces robóticas seguirá siendo un trabajo de vanguardia por unos años y es en este aspecto en donde el proyecto de título aporta en las nuevas formas de llegar a productos que se entiendan con un todo, buscando experiencias positivas y enriquecedoras.

## 1.2 Objetivos

### General

Mejorar la experiencia de usuario de niños y niñas de 7 a 11 años con Sima robot en contextos no académicos a partir de la modificación de su apariencia y su interacción.

### Específico

- 1) Determinar los elementos que facilitan la formación de vínculos a partir del análisis bibliográfico en el área de la interacción humano-robot y la experiencia de usuario.
- 2) Extraer la experiencia de usuario esperada sobre Sima Robot, mediante la identificación de affordances a partir de entrevistas y recopilación de material artístico.
- 3) Formular los insights de diseño para el mejoramiento de la experiencia de usuario con Sima robot que se traduzca en interacciones y características de la apariencia.
- 4) Diseñar la nueva apariencia de Sima robot a partir del co-diseño con el/la usuario/a y la elaboración de la personalidad del robot.
- 5) Diseñar las nuevas interacciones a partir del co-diseño con los/las desarrolladoras de Sima robot utilizando los aprendizajes adquiridos en las entrevistas.
- 6) Evaluar por medio de entrevistas, tablas comparativas y journey maps las nuevas interacciones y apariencia propuestas para Sima robot.

# 2

# METODOLOGÍA

*“Cualquier tecnología suficientemente avanzada es indistinguible de la magia.”*

**Arthur C. Clarke**

A continuación se presenta la matriz metodológica del proyecto de título, en donde se desprende en 6 objetivos específicos para abordar el proyecto.

Objetivo general	Objetivo específico	Etapa	Descripción	Actividades	Tareas	Herramientas	Resultados
Mejorar la experiencia de usuario de niños y niñas de 7 a 11 años con Sima robot en contextos no académicos a partir de la modificación de su apariencia y su interacción.	Determinar los elementos que facilitan la formación de vínculos a partir del análisis bibliográfico en el área de interacción humano-robot y en la experiencia de usuario.	Exploratorio	Revisión bibliográfica	Levantamiento de información sobre los tópicos involucrados en la formación de vínculos entre niño/robot	Sistematizar información	Sistematización	Características principales sobre el diseño de interfaces robóticas, robot sociales educativos y Ux en el HRI
			Estado del Arte	Revisión del estado del arte sobre robot sociales para niños		Tabla comparativa	Distinciones y similitudes entre robot Sociales
	Extraer la experiencia de usuario esperada sobre Sima Robot, mediante la extracción de affordance a partir de entrevistas y recopilación de material artístico.	Deductivo	Revisión bibliográfica	Levantamiento de affordance para evaluar productos tecnológicos	Selección y descripción de affordance	Sistematización	Características de los affordance y método de evaluación de estas.
			Trabajo de Campo	Evaluación de las expectativas, percepciones y proyecciones de los robot sociales	Entrevistas semiestructurada a niños de 7 a 11 años en la región metropolitana	Cuestionario	Análisis de discurso y sistematización de resultados
	Formular los insights de diseño para el mejoramiento de la experiencia de usuario con Sima robot que se traduzca en interacciones y características de la apariencia.	Deductivo	Formulación de insights	Identificación los insights de la experiencia y del producto	Clasificación de los insights a partir de los distintos affordance	Tabla de Insights	Insights claves
		Descriptivo	Caracterización del usuario	Identificar características del usuario	Descripción del usuario a partir del análisis de discurso	Mapa de empatía	Caracterización del Usuario
	Diseñar la nueva apariencia de sima robot a partir de codiseño con el usuario y la elaboración de personalidad del robot.	Experimental	Diseño de apariencia	Trabajo de codiseño con los usuarios	Análisis de material artístico recopilado en las entrevistas	Tabla Comparativa	Descripción de las características morfológicas y experienciales
				Diseño de personalidad	Creación de los principios de personalidad de Sima Robot	Tabla de Principios de Personalidad, Moodboard Y Storyboard	Personalidad del Robot
	Diseñar las nuevas interacciones a partir del codiseño con los y las desarrolladoras de Sima robot utilizando los aprendizajes adquiridos en las entrevistas.	Experimental	Diseño de Interacción	Trabajo de codiseño con desarrolladores	Propuesta de actividades vivenciales	Lluvia de Ideas	Tabla de propuestas
					Definición de Actividad	Matriz de éxito	Actividad e interacción a desarrollar
					Desarrollo de la interacción	Sima Knowledge	Programación en Sima Knowledge
	Evaluar por medio de entrevistas, tablas comparativas y journey maps las nuevas interacciones y apariencia propuestas en Sima robot.	Deductivo	Trabajo de Campo	Evaluación de la nueva experiencia	Entrevistas semiestructurada a usuario tipo	Cuestionario	Análisis de Discurso
Análisis de la experiencia					Journey maps	Caracterización de la Experiencia	
Comparación de resultados					Tabla Comparativa	Conclusiones y proyecciones	

Tabla 1. Matriz metodológica. Elaboración propia.

En primera instancia, se hace un análisis bibliográfico en búsqueda de los elementos claves para el diseño de formación de vínculos con robot sociales, es por esta razón que se describe el diseño de interfaces robóticas, el diseño de robot sociales para niños/as y la experiencia de usuario enfocada a la interacción humano-robot.

A partir del análisis bibliográfico se desprendieron los affordances, concepto clave para la evaluación de calidad de experiencia, por lo que son descritos y seleccionados aquellos relevantes para el proyecto. La experiencia de usuario esperada es el primer diagnóstico sobre las expectativas, percepciones y proyecciones que existen por parte de los y las usuarias sobre los robots sociales. Para extraer esta información se hizo un trabajo de campo en donde se logró entrevistar a más de 20 niños y niñas.

Posterior a ello, se hizo el análisis del discurso extraído de las entrevistas para clasificarlos por affordances y, con ello, se levantaron los insight relevantes para el proyecto. Además, se aprovechó de hacer una caracterización del/la usuario/a que se tradujo en un mapa de empatía enfocado a la experiencia con robots sociales. Una vez sistematizada la información se procedió a desarrollar el diseño de la experiencia de Sima robot. En esta etapa se utilizaron estrategias de co-diseño con los distintos actores. Por una parte, se les pidió a los/as usuarios/as entrevistados/as que dibujaran a Sima con las modificaciones que ellos encontrasen pertinente, por la otra se realizó un trabajo de los principios de la personalidad e identidad de Sima. Los resultados de estas etapas consolidaron la nueva apariencia de Sima robot.

En segunda instancia se hizo un trabajo de co-diseño con los desarrolladores y desarrolladoras de Sima robot para determinar la interacción que llevará a cabo Sima. En esta instancia se ocuparon los aprendizajes tanto de las entrevistas, como del material artístico recopilado de los y las usuarias. Se realizó una lluvia de ideas y trabajó en la matriz de éxito. Una vez escogida la interacción que se llevará a cabo, se procedió a la programación en la plataforma de Sima llamada "Sima Knowledge", en donde se pudo programar con diálogos, expresiones faciales, movimientos y sonidos.

Para finalizar, la evaluación de la nueva experiencia traducida en apariencia e interacción, se realizó un nuevo testeo con un usuario tipo. Para comparar la experiencia con Sima robot se utilizó un journey maps y una tabla comparativa de discursos.

# 3

## MARCO REFERENCIAL

*Hola, soy Baymax,  
su compañero personal de asistencia médica.  
Detecté su necesidad de atención médica cuando  
dijo... "Ouch"*

***Extracto de la película Baymax***

### 3.1 Diseño de Interacción e interfaces robóticas

Actualmente en Chile, 9 de cada 10 hogares tienen acceso a internet. La encuesta realizada por la Subsecretaría de Telecomunicaciones, demuestran que el acceso a Internet en el hogar ha crecido a un 87,4% el 2017, demostrando ser un país con un alto acceso a tecnología (Cortés et al., 2020). Este fenómeno ha provocado que la sociedad se transforme en “migrantes digitales” o quienes nacieron con estas condiciones en “nativos digitales”, término que creó el Dr. Urs Gasser del Centro Berkman de Internet y la Sociedad de la Universidad de Harvard, definiendo y distinguiendo a aquellas personas que viven totalmente inmersos en una vida altamente tecnificada o aquellos que nacieron en años previos y tuvieron que transitar de una realidad cotidiana sin computadoras a una donde sí las había (Sandoval & Sandoval, 2014).

Este creciente acceso a los recursos digitales, han impactado la economía y la organización productiva, como señala la OECD (2019), las tecnologías digitales y los flujos de datos a gran escala han cambiado sustantivamente cómo viven y trabajan las personas, cómo interactúan unos con otros (Cortés et al., 2020). Con ello, se ha visto potenciado el consumo constante de nuevos “gadgets”, término utilizado para aquellos dispositivos móviles, que ofrecen cada día funciones innovadoras a través de las diversas aplicaciones que hacen de la comunicación en red, una forma de vida y de trabajo (López & Aguirre, 2015). Aquellos dispositivos de algún modo, son producto de una investigación interdisciplinar a la que se conoce como “Diseño de interacción”, una disciplina en etapa de maduración (Sandoval & Sandoval, 2014).

## Los orígenes del diseño de interacción

Sandoval (2014), explica los orígenes del diseño de interacción que se ubica en la década de los cincuenta del siglo XX; a pesar de que no se conocía por este nombre, un gran académico pudo vislumbrar lo que estaba por venir en un mundo que cada vez se iba tecnificando más. Este visionario fue el Dr. Herbert Simon y el texto con que logró dar fundamento teórico a nuevas disciplinas fue Las ciencias de lo artificial.

En Las ciencias de lo artificial, Simon propone el estudio de los objetos y sistemas creados por el hombre, definiéndose en los siguientes enunciados como:

- *Lo artificial es sintetizado por el ser humano.*
- *Lo artificial puede imitar a lo natural aunque carece, en uno o varios aspectos, de las características de esto último.*
- *Lo artificial puede ser caracterizado en términos de funciones, objetivos y adaptación.*
- *Lo artificial es frecuentemente discutido, particularmente cuando está siendo diseñado, en términos tanto imperativos como descriptivos.*

Bajo estos términos, el Dr. Herbert Simon sentó las bases teóricas de la Inteligencia Artificial, las Ciencias de la Computación, la Econometría, los Sistemas Complejos, la Teoría de Control, y la Robótica. Del mismo modo, quedaron configuradas las nuevas disciplinas prácticas que estaban por venir, y que dan vida a los productos que consumimos actualmente, la Electrónica, la Informática, la Visión Artificial, la Biónica, etcétera, y las que se están consolidando actualmente como la Robótica Social, que espera generar los productos que seguirán transformando nuestras vidas (Sandoval & Sandoval, 2014).

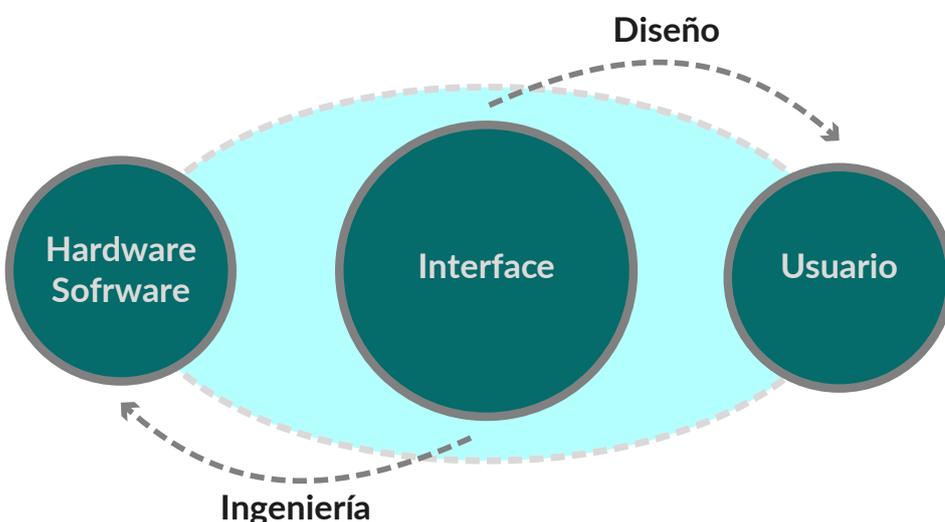


Figura 3. Representación del aporte entre disciplinas. Elaboración propia, basado en Sandoval (2010).

Preece, J. et al. (2004). En su libro “diseño de interfaces” comenta que estos adelantos tecnológicos consiguieron influir en la vida de las personas. Distintas disciplinas como la ingeniería dispusieron de distintos artefactos que facilitaban la vida e hicieron mejoras en cosas ya existentes, y estos a su vez ofrecían a los usuarios distintos tipos de interacción. Cabe destacar que los autores consideran el diseño de interacción un proceso no lineal y necesariamente iterativo. Lo que se ve reflejado continuamente en los autos, en los aviones, la televisión y en todo producto tecnológico; sin embargo, en este proceso discontinuo y difuso se dio un gran salto que cambió el mundo para siempre.

Cuando la tecnología se socializó, el paradigma del Diseño de Interacción recién comenzaba y por muchos años se basó en el desarrollo de aplicaciones para la mesa de trabajo de un/a usuario/a, con intención de ser usadas al estar solos/as, sentados/as en frente de un gabinete, un monitor, un teclado y mouse, siendo productos pensados desde una disciplina para ella misma (Sandoval & Sandoval, 2014). Es por esta razón que autores como Cooper (2001), defienden que los productos interactivos deben ser diseñados por diseñadores/as de interacción y no por ingenieros/as de software. Esta afirmación puede ser extensiva no sólo productos de software, sino a la mayoría de los productos actuales. Cooper se dio cuenta que en la práctica, que se requería de un profesional que el trabajo se centrara en la parte del producto que involucra al/la usuario/a con la interfaz. Los ingenieros se dedicarían a trabajar la interfaz del hardware, pasando por la programación, y los/as diseñadores/as se dedicarían a lograr que sus programas fueran placenteros al ser utilizados y fáciles de aprender para los/as usuarios/as. Fue así como se dió uno de los grandes pasos para la consolidación del Diseño de Interacción.

Para la mejor comprensión de las disciplinas participantes en el diseño de interfaz se reconoce que la ingeniería basa su trabajo en el hardware y software que tienen disponibles y, desde el diseño, basan su trabajo a partir de las necesidades del/la usuario/a como se muestra en la figura 3.

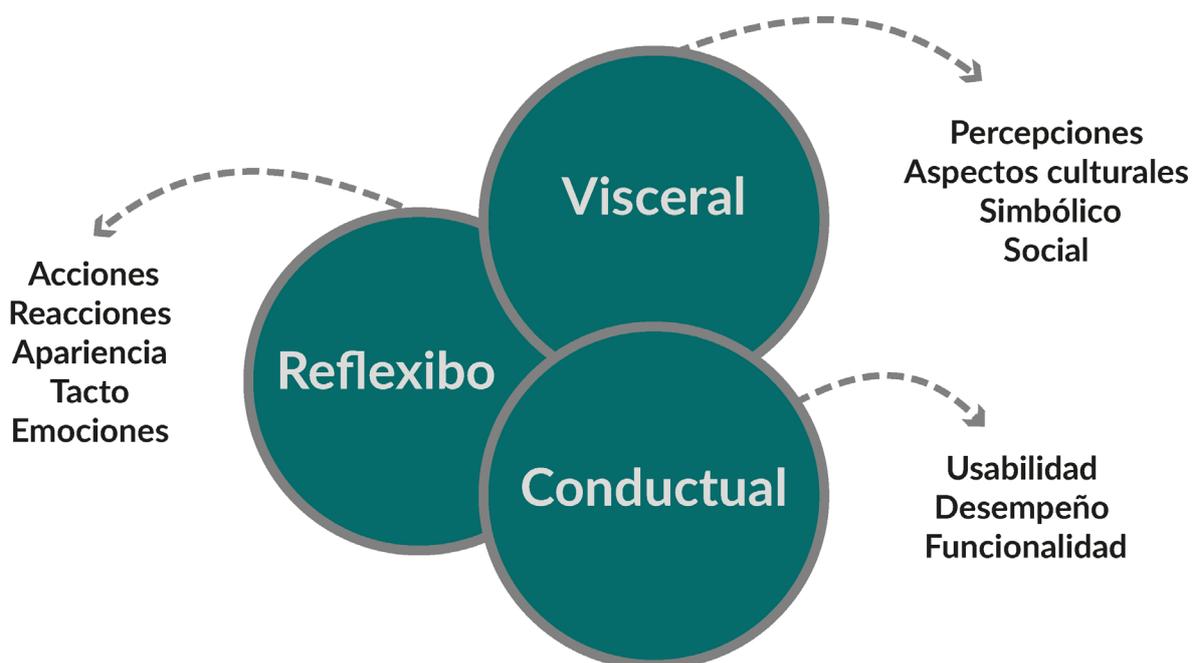
El Diseño de interacción tiene como objetivo disminuir la fricción cognitiva, concepto que define Sandoval (2014) como una analogía con la fricción entre dos cuerpos la cual debe ser mínima, es decir, que el/la usuario/a encuentre dificultades minúsculas para aprender un proceso. Si esta fricción cognitiva no es mínima, pondría en desventaja su producto frente a otros que sí hacen sentir bien al usuario. Moggridge propone en su libro *Designing Interactions*, el surgimiento del/la Diseñador/a de Interacción, es decir personas dedicadas al diseño que tienen como función el diseño de los aspectos subjetivos y cualitativos, creando productos que son útiles, deseables y accesibles.

## Los robots como interfaces.

Donald Norman, (2007) afirma en *The design of future things* que los objetos de nuestra vida cotidiana tienden a volverse más complejos, la mayoría está incorporando microprocesadores o incluso tienen computadoras completas integradas en su funcionamiento y pasan desapercibidas cuando se interactúa con ellas. Norman (2007) menciona que este incremento en la complejidad de los objetos viene una personificación de estos y se cargan de adjetivos. Los ejemplos que da son un despertador molesto, un auto latoso, una computadora linda, un celular bonito o un audífono potente, lo que refleja que se crean lazos afectivos con estos, traen recuerdos y provocan emociones. Todo esto es causado según Norman por los procesos cognitivos que llevan a cabo con ellos, procesos diferentes a los que se dan cuando se usa una silla del parque o se acuestan en una cama, siendo un área de estudio de las ciencias cognitivas, la psicología ha empezado a reconocer el papel esencial de los sentimientos en el pensamiento y esto es aprovechado por el diseño para generar nuevos y mejores productos analizando los cambios emocionales de los usuarios.

Previo a los argumentos de Norman, tenemos los del filósofo Jean Baudrillard en su libro "El sistema de los objetos", donde nos da a entender que los objetos llegan a ser como mascotas en nuestra vida. Se dotan de características de los sistemas vivos y se habla sobre ellos, a veces se dirigen a ellos de manera cariñosa y a veces de manera antipática, se llenan de anécdotas y pueden provocar tristeza cuando se extravían. Bajo estos argumentos Sandoval (2014), da cuenta que los robots tienen una retórica muy convincente para introducirse a la vida diaria de las personas. Ya que no son objetos que se les da una personalidad, sino la personificación misma de un objeto diseñado para tal fin.

Figura 4: Niveles del diseño emocional. Elaboración propia, basado en Norman (2007).



## Introducción a la interacción humano-robot (HRI)

En las últimas décadas ha aumentado el interés en el diseño de robots que posean capacidades para la construcción de relaciones con los seres humanos, mediante el intercambio de señales sociales y emocionales (Breazeal, 2002). En la década de 1990 aparecieron dos interesantes concursos internacionales que demuestran la creciente atención en el desarrollo de robots sociales. Uno de estos es el Premio Loebner, una competición anual en inteligencia artificial que premia al chatterbot (programa de ordenador diseñado para simular una conversación inteligente con humanos) que parece más humano. La competición se basa en el Test de Turing, una prueba propuesta por el matemático británico Alan Turing en los años cincuenta del siglo XX, la cual determina la habilidad de una máquina para demostrar un comportamiento inteligente indistinguible del de un ser humano.

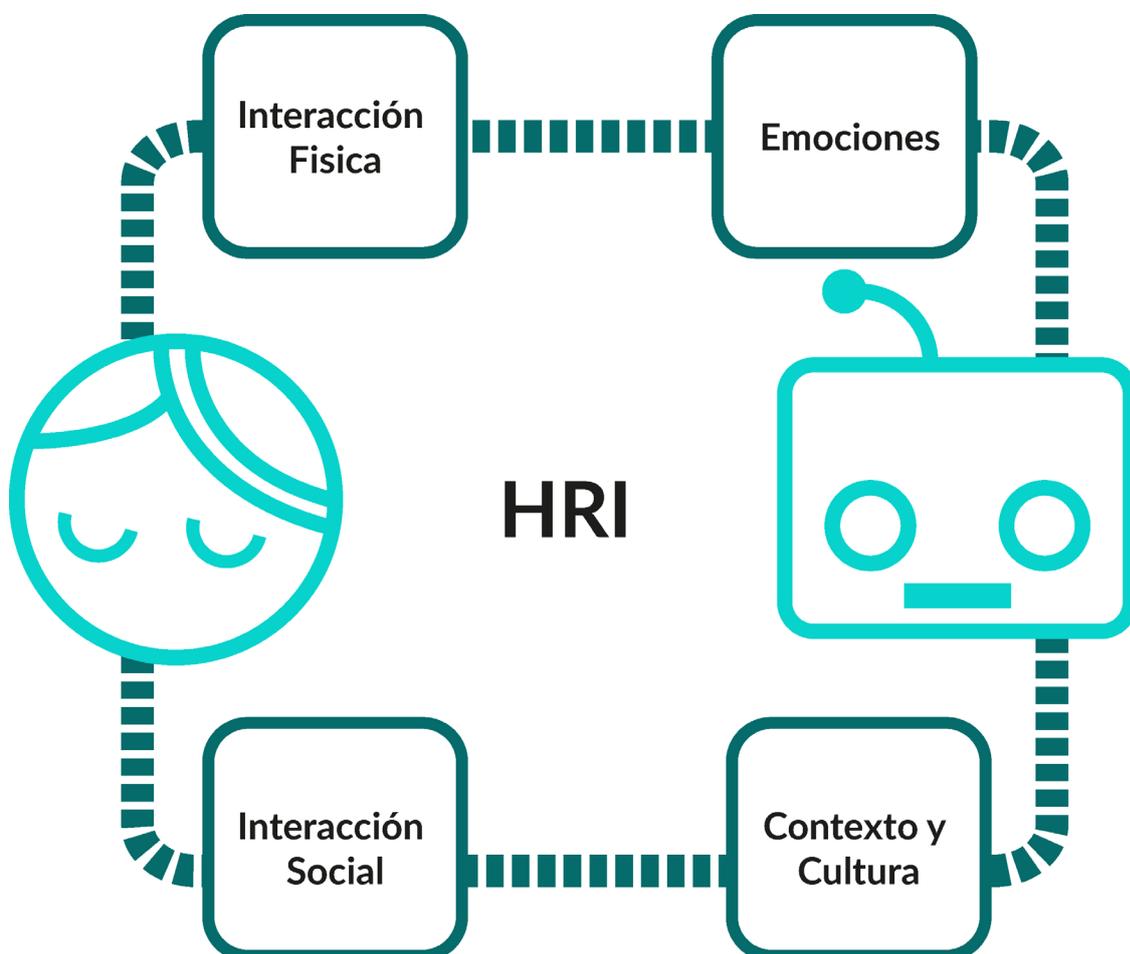
A partir de la industrialización y el aumento del uso de máquinas para la industria, se empezó a desarrollar el área de las Comunicaciones Hombre-Máquina (HMC), la cual define a los robots sociales como un nuevo tipo de compañero de interacción (Zhao, 2006) por lo que se empezó a fomentar la investigación de la interacción entre el ser humano y las distintas máquinas robotizadas. La investigación tradicional sobre la robótica de servicios tiene como objetivo la resolución de problemas humanos en sus tareas cotidianas, sin embargo, la rama de la robótica actualmente está enfocada en el diseño de robots para interactuar y cooperar con los humanos, tanto para el apoyo en tareas complejas como para entretenimiento (Kim, Kwak, y Kim, 2013). La Interacción Humana con Robots (HRI) es un campo de investigación emergente (Dautenhahn, 2007) con una corta tradición e intrínsecamente interdisciplinario (Dautenhahn, 2007). Como dijo Dautenhahn hace varios años "como campo de investigación, el HRI está todavía en su infancia".

En particular, la HRI es una disciplina de la robótica centrada en el ser humano que necesariamente coloca a los humanos, y sus experiencias, como principal fuente para el diseño de robots sociales. A diferencia de la ingeniería y robótica tradicional, la interacción con las personas es un ingrediente central que define la HRI, la cual comprende procesos psicológicos y competencias como la comunicación verbal y/o no verbal (Ver figura 5) (Dautenhahn, 2007). La investigación de la HRI evidencia que la incorporación del agente de apoyo en un medio físico, como un robot, puede aumentar la adhesión de los usuarios, el compromiso social y los avances en el aprendizaje cognitivo; entre otros resultados deseados. A partir de estos resultados, el campo de la Robótica de Asistencia Social (SAR) establece como objetivo desarrollar sistemas robóticos que apoyen la salud y el bienestar humano a través de la interacción social co-presente. La investigación de la SAR ha demostrado la capacidad social única de los robots para apoyar a los niños y niñas en el aprendizaje. Según Marta Díaz Boladeras (2017), profesora

e investigadora especializada en interacción personas-robots en España, el mecanismo clave que impulsa la formación de vínculos es la capacidad del robot para implementar comportamientos de apego creíbles (búsqueda de proximidad y solicitud de recursos) que provocan comportamientos complementarios de crianza y juego en los niños y niñas, por lo que es de vital importancia la construcción de robots que puedan establecer interacciones efectivas con los y las niñas. (ver figura 5)

Hay un amplio consenso en que el marco teórico y metodológico de la robótica social está todavía en construcción después de un par de décadas de desarrollo. Aunque la investigación sobre la dimensión social de la actuación de los robots se basa en inteligencia artificial y las disciplinas de la robótica, la comunidad HRI asume su compleja naturaleza en la intersección de la ingeniería, la psicología, la inteligencia artificial, la ciencia cognitiva, la ciencia social, las ciencias de la lingüística, informática, etología, el campo de las comunicaciones e interacción humano-computadora (Dautenhahn, 2007). El diseño de la conducta, apariencia, cognición y comportamiento de un robot y habilidades sociales es un gran desafío y requiere colaboraciones interdisciplinarias a través de los límites tradicionales de las disciplinas establecidas (Salter & Dautenhahn, 2006).

Figura 5: Esquema que representa las variables necesarias para la Interacción Humano-Robot (HRI). Elaboración propia, basada en Marta Díaz Boladeras (2017).



## 3.2 Robótica Social

Las tecnologías han evolucionado exponencialmente hace unas décadas y han llevado a los seres humanos a relacionarse de nuevas formas, facilitando el trabajo y ampliando la comunicación con los otros (López Ramírez & Andrade Sosa, 2013). Una de las áreas de mayor desarrollo es la robótica, concepto que proviene etimológicamente de 'esclavo' y 'trabajos forzados' (Online Etymology Dictionary, 2015). Los robots pasan a ser una extensión del ser humano facilitando las tareas, estos han llegado a diversos contextos, más allá de las innumerables aplicaciones en la industria, hace presencia facilitando y mejorando actividades como: los vuelos no tripulados, el estudio del mundo submarino, la limpieza de piscinas, la exploración del espacio exterior, el entretenimiento, etc. El ser humano ha dotado de características a los robots, a tal punto que pueden simular ser una mascota, jugar fútbol hasta mantener una conversación fluida con una persona. Los últimos adelantos tecnológicos van en dotar de sonido, reconocimiento y síntesis de voz, junto con inteligencia artificial (López Ramírez & Andrade Sosa, 2013). Siendo cada vez más similares a lo que sería la apariencia humana aparece la necesidad de establecer relaciones sociales con estos seres dotándolos de personalidad y habilidades sociales, estos tipos de robot son llamados robots sociales.



Figura 6: Ejemplo de Robot Social, "Dash". Fuente Google Imagenes.

## Características principales

Los robots sociales, también denominados como “robots interactivos socialmente”, “artefactos relacionales” o “juguetes robóticos” han generado un nuevo tipo de medio con que las personas pueden comunicarse (Zhao, 2006). Los robots sociales están siendo rápidamente adoptados en los hogares, en donde pueden hacer tareas domésticas, de servicio al cliente y ayudar a las personas con problemas de salud o discapacidad. Dada su rápida difusión y su capacidad de mejora, muchos consideran que la llegada de los robots sociales forma parte de la cuarta revolución industrial (Shahid et al., 2014) (ver figura 7 y 8).

Para definir a los robots sociales, diferentes autores explican las características que los distinguen de los robots y de las otras máquinas que interactúan con las personas. López Ramírez & Andrade Sosa, (2013) definen a los robots sociales como máquinas especializadas para interactuar con los humanos en sus diferentes entornos de forma autónoma, siguiendo comportamientos y normas sociales. La diferencia básica entre un robot social y cualquier otro juguete, herramienta o instrumento es su interacción con el entorno, el medio físico y su capacidad de comunicarse e interactuar con los humanos (López Ramírez & Andrade Sosa, 2013). Según Dautenhahn (2007), los robots sociales presentan una serie de características:

- 1) Pueden expresar y/o percibir las emociones.
- 2) Se pueden comunicar por medio de diálogos de alto nivel o mediante comunicación no verbal.
- 3) Pueden reconocer a otros agentes externos
- 4) Establecen o mantienen relaciones sociales.
- 5) Utilizan señales naturales y recursos humanos (mirada, gestos, etc.).
- 6) Tienen una personalidad o carácter distintivo.
- 7) Pueden aprender o desarrollar competencias sociales.

La presencia de estas características en mayor o menor grado son diferentes en cada robot. Juan Carlos Cruz y Yeliza Andrea Salazar (2014) apuntan a que una de las grandes ventajas de estos dispositivos es que pueden programarse para responder a las diferentes situaciones.



Figura 7: Robot Social para pruebas del HRI “I-Cat”. Fuente Bartneck et al. (2008).



Figura 8: Robot Social “I-Cat” pruebas de expresiones faciales. Fuente Bartneck et al. (2008).

## Valle Inquietante

Los robots sociales han variado de forma y apariencia existiendo un abanico de posibilidades, pero estas formas no son indiferentes al ser humano, al contrario de lo que ocurre con los tipos de robots está reflejado en la aceptación del ser humano. Los robots que se asemejan a un ser humano levantan desconfianza con facilidad, esta es una de las teorías más conocidas en robótica que intenta explicar por qué ciertos androides producen un sentimiento de aversión o repulsión, esta teoría se llama Bukimi no Tani Genshō (Mori, 1970), popularmente conocida como Valle Inquietante (Uncanny Valley, en inglés). La teoría, originalmente desarrollada por el profesor japonés M. Mori a principios de la década de los 70, explica que cuando un ente artificial se mueve y se asemeja a un humano, pero sin llegar a serlo, causa repulsión a las personas que lo observan (Mori, 1970). En su hipótesis, Mori señala una curva en la que la respuesta emocional humana se correlaciona positivamente con la apariencia de un robot que se aproxima gradualmente a la de un ser humano. No obstante, existe un punto en el que el robot parece prácticamente humano sin llegar a serlo y la reacción emocional desciende abruptamente y se transforma en repugnancia. Este valle o área de respuesta repulsiva que aparece entre un robot casi humano y una persona en buen estado de salud es lo que se denomina valle inquietante (figura 9).

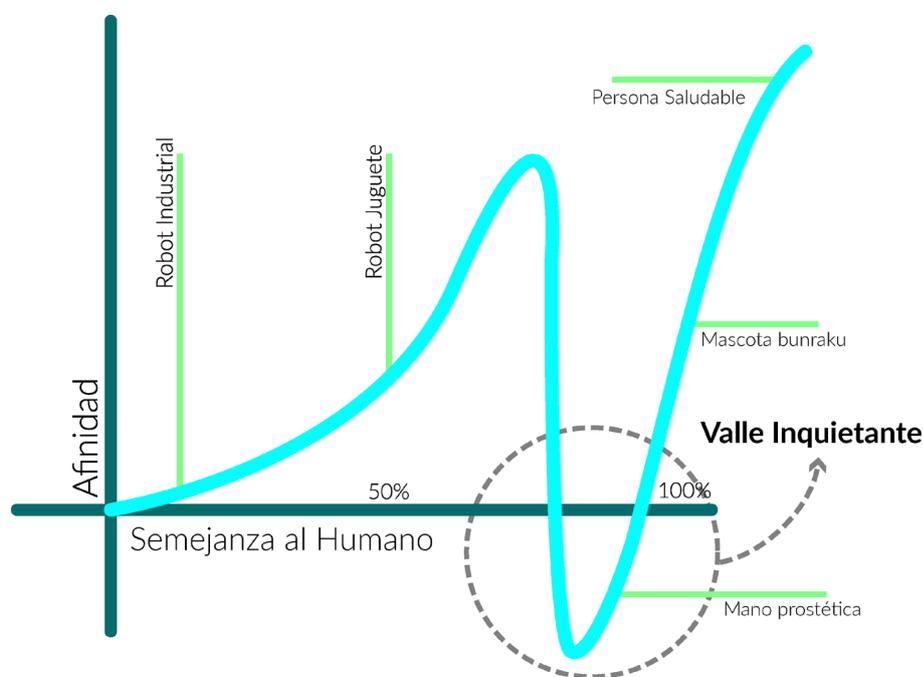


Figura 9. Gráfico que representa el valle inquietante. Basado en Mori, (1970).

## Clasificación en la Robótica Social

Los robots sociales generaron una nueva rama de investigación relacionada con la interacción entre un individuo y un robot las que se ven necesarias por los nuevos contextos al cual están siendo integrados, por ejemplo, en los juegos de desempeño físico, educación en todos sus niveles y en ambientes terapéuticos. Existen muchos tipos de robots sociales, por lo que varían en su funcionalidad, fisonomía, nivel de inteligencia, tipo de motricidad, etc. Por la dificultad que conlleva, se hace referencia a la clasificación que hacen los autores Kim Baraka, Patrícia Alves-Oliveira y Tiago Ribeiro.

### A. Según Apariencia

La presencia física de los robots en un tiempo y un espacio compartidos con los humanos evidencian aspectos cruciales de una interacción social. La personificación, término utilizado para referirse a la idea de que "la inteligencia no puede existir simplemente en forma de algoritmo abstracto, sino que requiere una materialización física, un cuerpo"(Baraka et al., 2019), es uno de los papeles más importante en la percepción y la experiencia de la interacción con la tecnología inteligente. De hecho, Baraka et al. (2019) comenta que existe una concordancia de más de un autor que apoya que la corporeidad física influye en la interacción entre humanos y robots. También afirma que se ha demostrado que la apariencia física de un robot en sí misma tiene una gran influencia en las personas, en aspectos como la percepción, las expectativas, la confianza, el compromiso, la motivación y la usabilidad.

Existen diferentes taxonomías para la clasificación de los robots sociales como por ejemplo Shibata (2004) (Figura 10), que clasificó los robots como de tipo humano, de tipo animal familiar, de tipo animal no familiar o de tipo animal imaginario/personaje nuevo, o como Fong et al. (2002), que consideraron categorías antropomórficas, zoomórficas, caricaturescas y funcionales. Baraka et al. (2019) crea una nueva clasificación usando las anteriores y proponiendo nuevas a partir exclusivamente de la apariencia física de un robot, sin importar su comportamiento o nivel de inteligencia, es decir el "robot en reposo", estas son las que son explicadas a continuación.



Figura 10: Robot terapéutico "Nuka" creado por Shibata (2004). Fuente: <https://robots.ieee.org/robots/>.

## 1) Bioinspiración

Los robots de esta categoría están diseñados a partir de organismos o sistemas biológicos. Entre ellos se encuentran robots inspirados en humanos, animales y plantas.



Figura 11: Robot Erica. Fuente <https://robots.ieee.org/robots/>.

Los robots inspirados en el ser humano toman características del cuerpo humano, como la estructura, la forma, la piel y los atributos faciales. Estos robots no sólo incluyen diseños de cuerpo entero, sino también robots diseñados de partes del cuerpo humano. Cuando se diseñan a partir del cuerpo humano completo, se denominan humanoides. El nivel de fidelidad puede variar desde una apariencia muy mecánica, como el robot LOLA, hasta una apariencia altamente humana que incluye pieles y ropa, como el robot ERICA (ver figura 11), o incluso un intermedio entre ambos, como el robot NAO. (ver figura 12) En el caso de los humanoides, que se asemejan mucho a la apariencia externa humana, con materiales que simulan la piel y la carne se denominan andróides. Por otra parte, algunos robots se inspiran en partes individuales del cuerpo humano. Entre ellos se encuentran los brazos robóticos, manos robóticas, cabezas robóticas como el robot, torsos robóticos y rasgos faciales robóticos.

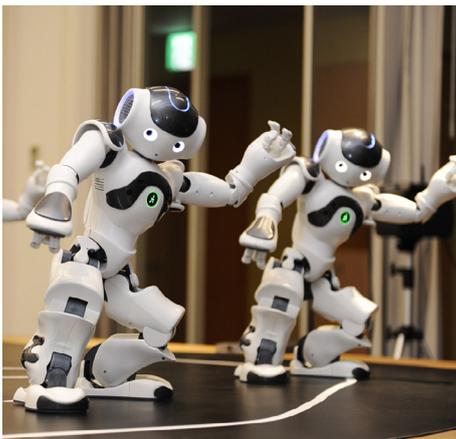


Figura 12: Robot NAO. Fuente <https://robots.ieee.org/robots/>.

Los robots inspirados en animales tienen dos clasificaciones internas los que son inspirados en animales familiares y desconocidos como el perro AIBO y la foca bebé PARO (ver figura 10) o en criaturas que poseen rasgos de apariencia animal como “my special aflac duck”. (ver figura 13) Shibata (2004), menciona en su investigación que los animales familiares son aquellos cuyo comportamiento puede reconocerse fácilmente como las mascotas, mientras que los animales desconocidos son aquellos que la mayoría de la gente conoce algo, pero no está totalmente familiarizada con ellos y rara vez ha interactuado con ellos antes. El mismo autor mencionó que cuando los robots se diseñan para parecerse a un animal desconocido pueden ser más fácilmente aceptados debido a la falta de exposición a su comportamiento típico. También menciona que las personas tienen grandes expectativas cuando se enfrentan a la posibilidad de interactuar con un robot inspirado en un animal familiar. En cambio, sí, cuya personificación se ajusta a sus capacidades, estos son percibidos de forma más positiva. Sin embargo, el autor destaca que la familiaridad es un concepto subjetivo, que depende de la cultura y las experiencias individuales, lo que hace que esta distinción sea flexible. Por otra parte, también caben dentro de esta categoría los robots inspirados en características similares a las de los animales, pero no están diseñados a partir de un animal real, sino que, inspirados en mundos de fantasía, personajes de dibujos animados o criaturas legendarias o desconocidas. Además, también esta categoría incluye los robots diseñados a partir de partes del cuerpo de animales.



Figura 13: Robot “My special aflac duck”. Fuente <https://robots.ieee.org/robots/>.

## 2) Con forma de artefactos

Los robots de esta categoría tienen la apariencia de creaciones o inventos humanos. Pueden inspirarse en objetos cotidianos, como la lámpara AUR y la maleta robótica delivery KIWIBOT (ver figura 14). Estos están inspirados en aparatos ya existentes, demostrando cómo pueden convertirse en sistemas robóticos manteniendo la misma apariencia, como los coches auto conducidos, pero también aparatos cotidianos como tostadoras, lavadoras, etc. Además, los robots con forma de artefacto pueden ser imaginarios, es decir, que traducen la invención del diseñador, como el robot GREETING MACHINE. (ver figura 15).



## 3) Funcionales

La apariencia de los robots incluidos en esta categoría es simplemente la suma de las piezas tecnológicas necesarias para lograr una determinada tarea o función. Esto significa que su apariencia se inclina más hacia los aspectos mecánicos. Algunos ejemplos son los cuadricópteros o los robots móviles como los COBOT (ver figura 16) o el TURTLEBOT 13. Por otro lado, los robots que cambian de forma, los robots modulares o los robots polimórficos son ejemplos de robots híbridos que pueden encajar en más de una categoría dependiendo de su configuración.

El proceso de asignación de categorías para el robot no pretende ser rígido, todo lo contrario, las relaciones con los robots conllevan un grado de subjetividad que se relaciona con las percepciones, dependiendo del contexto, el comportamiento y el bagaje cultural de las personas.

El autor Baraka et al. (2019), destaca que estas diferencias de percepción deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar la apariencia de los robots. Además, fomenta la visión del diseño de robots como un espectro, proporcionando fluidez y permitiendo la combinación de diferentes elementos. Se refiere a la apariencia de un robot como el atributo visual más obvio y único, que contribuye a la interacción. Sin embargo, además de la apariencia existen varios factores relacionados con la personificación, como el tamaño, el peso, el ruido, la textura del material entre otros que pueden contribuir a la percepción del robot durante una interacción. Queda



Figura 14: Robot Kiwibot. Fuente <https://robots.ieee.org/robots/>.

Figura 15: Robot GREETING MACHINE. Fuente <https://robots.ieee.org/robots/>.



Figura 16: Robot Cobot. Fuente <https://robots.ieee.org/robots/>.

en evidencia que se necesita más investigación para desarrollar clasificaciones que tengan en cuenta los factores recién mencionados.

### B. Según propósito y área de aplicación

En esta sección, se caracterizan los robots sociales según su finalidad, es decir, qué tipo de objetivos pretenden alcanzar, así como las áreas de aplicación que les benefician. De la misma manera, aunque algunos robots están diseñados actualmente para un propósito específico, otros robots pueden poseer un conjunto de habilidades que pueden resultar útiles en una gran variedad de escenarios, a veces en áreas de aplicación completamente diferentes. Existen robots que pueden programarse para ser utilizados para un fin en específico, pero también un solo robot puede utilizarse para muchos fines diferentes. Por ejemplo, un robot como NAO se ha utilizado para una gran variedad de propósitos, tanto en la investigación como en la industria, desde jugar al fútbol hasta ayudar a personas con deficiencias cognitivas o enseñar a los niños (Baraka et al., 2019).

Sin embargo, sigue existiendo una tendencia generalizada a definir los robots por las características de su comportamiento programado, lo que puede limitar su uso o derechamente usarse de manera inapropiada. Por supuesto, la estructura del robot puede restringir sus capacidades y, por tanto, el tipo de tareas que puede realizar físicamente. Además, la apariencia de un robot, que va más allá de sus especificaciones de hardware, puede optimizarse para las percepciones humanas, como aceptabilidad, simpatía, confianza, etc. Sin embargo, dadas las consideraciones del autor Baraka et al., (2019), afirma que los robots no deberían definirse únicamente por su finalidad, del mismo modo que los humanos no se definen por su profesión. Por ello, el autor propone un lenguaje ligeramente diferente para caracterizar a los robots en función de su(s) finalidad(es): “robots para la educación” en lugar de “robots educativos”, “robots para la terapia” en lugar de “robots terapéuticos”, etc. Utilizando este lenguaje ligeramente modificado permite hablar de los principales objetivos y áreas de que se benefician del uso de los robots sociales.

#### 1) Robot de servicios

Con la llegada de los robots personales, abren la posibilidad de que cualquier persona pueda acceder y manejar un robot, independiente de sus habilidades o experiencia, gracias a que tendrán interfaces naturales e intuitivas. Estos robots pueden instalarse en el hogar o en el trabajo para ayudar a las personas, reducir su carga física, mental y aumentar su comodidad y productividad. En el hogar, los robots personales ya limpian las superficies del suelo de forma autónoma, cocinan comidas completas, limpian la ropa,

por citar algunos ejemplos. Otros proyectos de investigación más ambiciosos tienen como objetivo el diseño de “mayordomos robóticos” versátiles, que puedan realizar diversas tareas en el hogar. En el ámbito laboral, los robots se utilizan a diario para transportar objetos, catalogar inventarios, acompañar a las personas y entregar mensajes, entre otras tareas, en entornos como oficinas, hospitales, supermercados y hoteles. La mayoría de estos robots se denominan robots de servicio y son capaces de desplazarse por entornos interiores estructurados, principalmente pasillos, en lugar de espacios públicos abiertos (Baraka et al., 2019). Un ejemplo de este tipo de robots de servicio es Pepper, que es un robot semi humanoide fabricado por SoftBank Robotics. Otros tipos de robots utilizados en el lugar de trabajo son los robots de telepresencia para teleconferencias y visitas virtuales a lugares remotos como por ejemplo Pudú, el primer robot de telepresencia en Chile, que nace por la pandemia y es desarrollado por la Universidad de Chile. (ver figura 17)

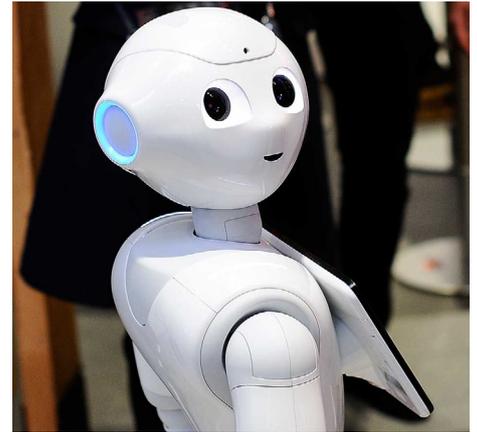


Figura 17: Robot Pepper. Fuente <https://robots.ieee.org/robots/>.

## 2) Robot de asistencia social

Surgen en las últimas décadas una tendencia dentro del mundo de los robots sociales, llamada robótica de asistencia social o terapéutica, que pretende diseñar robots para ayudar y cubrir las necesidades especiales de personas con dificultades sociales, físicas o de interacción (Bernier et al., 2012). En la actualidad se está investigando el uso de tales robots como herramienta para la práctica de habilidades sociales, la formación empática, la enseñanza de idiomas o en terapias conductuales. Pinel et al. (2018), comenta que existe una tendencia a ver estos tipos de robot para la rehabilitación, terapia y educación. También se afirma que los robots se han investigado como herramienta de apoyo para personas de edad avanzada o con déficit físicos como el derrame cerebral y parálisis parcial de las extremidades. Además indica que del uso de robots sociales también se podrían beneficiar cierta población de niños, como los niños con trastorno específico del lenguaje (TEL). Parte importante de este fenómeno es la aparición de un nuevo tipo de terapias que generan la aparición de interacciones triádicas entre el niño, robot y terapeuta que podría desencadenar en interacciones sociales más rápidas y profundas entre el niño y el terapeuta (Colton et al., 2008). El autor Pinel et al. (2018), habla de los usos del robot que se han centrado en personas con trastorno de espectro autista (TEA), trastorno generalizado del desarrollo y otros trastornos de la comunicación, concluyendo que para estas personas, los robots sociales ayudan a mejorar su calidad de vida social, además de ayudar a mejorar la capacidad y eficacia de las intervenciones. Algunos de los robots que están enfocados en la asistencia social son Kaspar y Kiwi, (ver figura 18) estos están diseñados para niños con TEA y se destacan por generar entornos controlados y libre de juicios, para que los niños aprendan a relacionarse socialmente con otros (Pakkar et al., 2019).



Figura 18: Robot Kaspar. Fuente <https://robots.ieee.org/robots/>.

### 3) Robots educativos



Figura 19. Robot Beebot, creado para la educación en Robótica.  
Fuente Google Imágenes.

La robótica es una de las expresiones de la tecnología cuya aplicación se ha extendido a diversos contextos de la vida del ser humano. Existen diversas aplicaciones en la industria, facilitando y mejorando actividades como los vuelos no tripulados, el estudio del mundo submarino y la limpieza de piscinas. También se han creado para la exploración del espacio exterior como el robot Perseverante, el cual llegó a mediados de febrero del año 2021 desde Marte. Por otra parte, en el área del entretenimiento se han desarrollado robots como Aibo de Sony, el cual simula características de una mascota e incluso robots que pueden jugar fútbol. Para el desarrollo de este tipo de herramientas robóticas, se aplican los últimos adelantos tecnológicos en materia de sonido, reconocimiento y síntesis de voz, e inteligencia artificial (López Ramírez & Andrade Sosa, 2013).

Actualmente, la robótica se ha utilizado como un recurso educativo, altamente valioso en el desarrollo de competencias técnicas y sociales. La Robótica Educativa (RE) encuentra sus principales sustentos en las teorías de aprendizaje constructivista y constructivista (Bravo & Forero, 2012; Schwabe, 2013). De acuerdo con Papert, el conocimiento se logra en la medida en que el individuo interactúa con el objeto de estudio, por lo que la RE permite establecer un nivel de interacción que fomenta los aprendizajes significativos en el ser humano (Bers, Flannery, Kazakoff, & Sullivan, 2014). Mediante la realización de actividades educativas basadas en el diseño y construcción de prototipos, los y las estudiantes logran desarrollar conocimientos significativos, específicamente en la comprensión de la transición de lo abstracto a lo tangible (Pittí, Curto-Diego, & Moreno-Rodilla, 2010). La robótica educativa se puede integrar en el proceso enseñanza-aprendizaje mediante dos distintos enfoques metodológicos: 1) la robótica es el objeto principal de aprendizaje (Goodgame, 2018; Karampinis, 2018) o 2) es un medio para el aprendizaje (Koning, Faber, & Wierdsma, 2017; Kucuk & Sisman, 2017)(Ver figura 20).

Según el primer enfoque la orientación va dirigida a la construcción y programación de robots, empleando piezas de engranajes, sensores y actuadores para codificar instrucciones de acuerdo con la sintaxis propia de un lenguaje de programación. El segundo enfoque propone la utilización de RE para ser utilizada como apoyo al desarrollo de aprendizajes, es decir, que puedan enseñar alguna materia que se imparte en los espacios educativos, como lo son las asignaturas de lenguaje y matemáticas.

Los robots se emplean dentro de la sala de clases como un recurso didáctico (Bruni & Nisdeo, 2017; Serholt, 2018), de esta manera se puede facilitar el aprendizaje por indagación, en donde la ocurrencia de errores es tomada como una oportunidad de aprendizaje. Uno de los ejemplos en donde existe un desarrollo de acti-

vidades basadas en la robótica educativa son las orientadas a la adquisición de habilidades de pensamiento computacional. Estas presentan resultados positivos que corroboran que el programa formativo basado en RE, ha facilitado la formación de habilidades de pensamiento relacionadas con las siguientes dimensiones: secuencias: correspondencias instrucción-acción y depuración. Las diferencias significativas encontradas entre los integrantes de los grupos que experimentaron con RE, demuestran la existencia de un mayor aprendizaje en cada una de las variables analizadas dentro de las actividades de robótica (Muñoz-Repiso & Caballero-González, 2019).

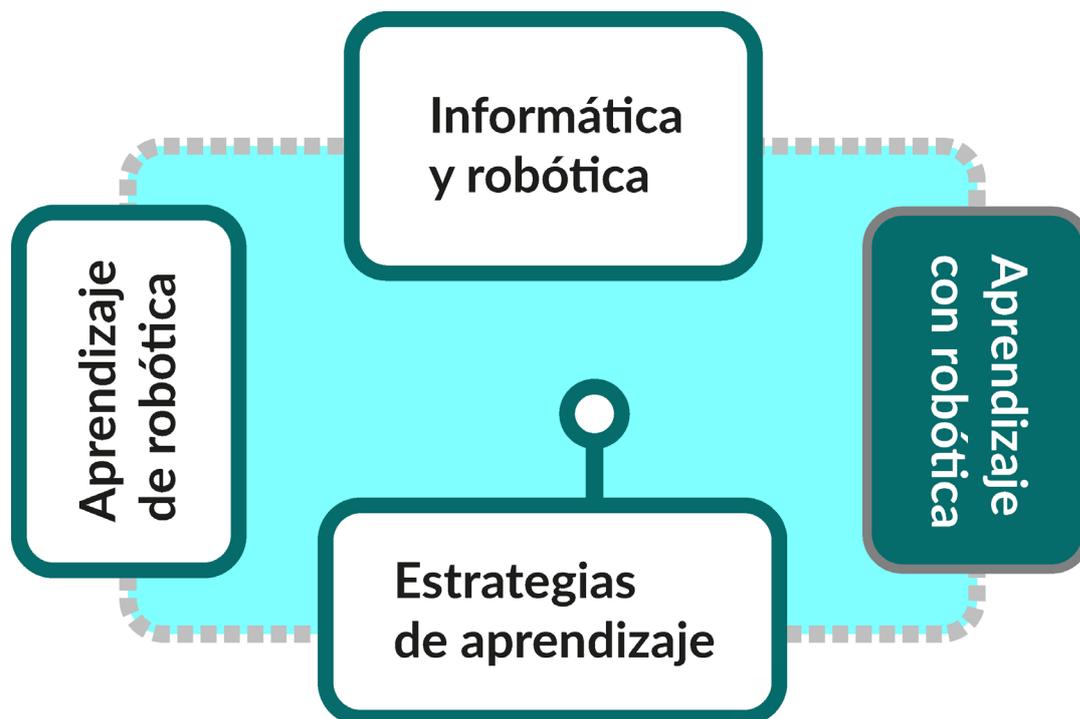


Figura 20. Esquema de los enfoques metodológicos de la Robótica educativa. Elaboración propia. Basado en Goodgame, (2018).

## Robot, educación e infancia

El escenario tecnológico actual exige el desarrollo de estrategias que modernicen los procesos de aprendizaje, incluyendo iniciativas para la adquisición de competencias digitales que permitan a todas las y los ciudadanos desenvolverse en una sociedad altamente tecnificada. En este contexto, el fomento de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para el desarrollo de habilidades desde una edad escolar temprana, genera que las personas adquieran un rol activo y creativo en el uso de las tecnologías, mediante el dominio de nuevas herramientas cognitivas y prácticas como la código-alfabetización. Como ejemplo, el Ministerio de Educación implementó una nueva herramienta educativa para la educación inicial y el trabajo con párvulos: el "Beebot" (ver figura 19). Este robot promueve el pensamiento lógico-matemático y las habilidades sociales entre las y los compañeros de sala a través de la enseñanza de la programación. Algunos autores, como Seymour Papert o David Cavallo, consideran que las TIC no son sólo una oportunidad sino también la excusa perfecta para introducir en la educación nuevos elementos que realicen una transformación profunda de la práctica educativa. Hay que preguntarse si las TIC son las causantes del necesario cambio educativo o son sólo una vía que puede facilitar un cambio ya anunciado y sentido por la comunidad educativa. Un cambio hacia una educación que se oriente a enseñar lo útil para la vida y para el desarrollo de la personalidad teniendo en cuenta las peculiaridades de cada individuo. (Martín-Laborda, 2005). La incorporación de las tecnologías a la educación depende de muchos factores, los que resultan esenciales son la formación y actitud de las y los docentes y la voluntad de la comunidad educativa de perseguir una educación más flexible e integradora, cercana al mundo exterior y centrada en las individualidades de los y las alumnas. La integración de las TIC no es fácil y exige una entrada progresiva, acorde con los numerosos cambios que se tienen que realizar para integrar estas herramientas en los contextos educativos. (Martín-Laborda, 2005).

La robótica educativa, como se explicó anteriormente, consiste en la concepción, creación y puesta en funcionamiento de prototipos robóticos y programas especializados concebidos con una finalidad pedagógica. Esta rama se ha convertido en una de las más populares formas de introducir las TIC en las escuelas gracias a su capacidad para motivar a alumnado de todas las edades y la tangibilidad de sus resultados. En los últimos tiempos, se han comenzado a utilizar diversos tipos de plataformas de aprendizaje apoyadas por robots y, a la vez, las empresas empezaron a asumir el desarrollo de materiales de apoyo a las actividades en el aula. Algunos ejemplos de esto son: Sima robot, Moxie (Ver figura 21) y Nao los cuales han sido utilizados en el área de ciencia y tecnología.

El uso de robots con fines educativos dentro de la infancia puede ser una herramienta positiva para el proceso de aprendizaje significativo. Los robots educativos han demostrado su efectividad en contextos educativos e infancia, por ejemplo, se ha demostrado que el uso de robots, como herramienta educativa en la escuela, genera un aumento de resultados positivos tanto a nivel cognitivo como afectivo, además de tener resultados similares comparados con tutores humanos en tareas específicas. Por otro parte, la investigación en educación robótica enfocada en infantes indica que el uso de robots ayuda en el aprendizaje de habilidades de vocabulario en niñas y niños entre 18 a 24 meses, evidenciando una mejora significativa en esta materia (Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, 2018). Más allá del efecto novedoso, los procesos de autor refuerzo como el aprendizaje y la evolución pueden mantener a los niños y niñas comprometidas con la interacción positiva con el robot a lo largo del tiempo (Díaz Boladeras, 2017), convirtiéndose en una herramienta educativa efectiva dentro de la sala de clases.



Figura 21. Robot con finalidad pedagógica "Moxie". Fuente Google. Imagenes

## Interacción niño-robot

Actualmente, existen estudios que afirman que los robots sociales pueden tener un impacto particularmente significativo en ciertos grupos de usuarios. Por ejemplo, se ha sugerido que los niños y las niñas, probablemente, tengan beneficios sustanciales de los dispositivos robóticos en variados aspectos (Ros et al., 2011). La interacción niño-robot (CRI) surge como un área de investigación, mostrando motivación por las posibilidades de interacción y colaboración entre niños y niñas con un robot, de una manera social e intuitiva que, idealmente, podría ser altamente similar a como las y los niños interactúan con sus compañeros y compañeras. La relación y el tipo de interacción entre los y las infantes y los robots es fundamentalmente social y se ha argumentado que las y las niñas ven a los robots como algo más que una herramienta para realizar una tarea orientada (Shahid et al., 2014).

Próximamente los robots sociales llegarán al mercado de tal forma que su uso será generalizado, en donde habrá mayor acceso, desde el punto de vista económico, para su obtención. Hoy en día se desembolsan millones de dólares en el desarrollo de robots sociales para varios propósitos y, en particular, el desarrollo de compañeros sociales y funcionales. La introducción de los robots sociales como juguetes para los niños y niñas -como Furby y Aibo- ha sido ampliamente aceptado, por lo que es esperable que en un futuro próximo las y los niños pasen cantidades significativas de tiempo con ellos. Dada la importancia del juego como fuente de socialización para los y las infantes, combinada con la necesidad humana de sentirse conectado con otros a través de las relaciones, pasa a ser evidente que al interactuar con un robot se desarrolle un vínculo (Beran & Ramirez-Serrano, 2011). El uso e interacción de las y los niños con los robots es un tema de investigación reciente, por lo que se encuentran pocas referencias en consecuencia aún sigue incógnito cómo el uso de la computadora se relaciona con el desarrollo social de las y los niños. Además, falta examinar cómo las interacciones de las y los niños con los robots puede afectar su desarrollo.

En los últimos años, el desarrollo de los robots se ha enfocado en la imitación del comportamiento humano, por lo tanto, es posible que cuando las y los niños interactúen con un robot puedan desarrollar sentimientos de amistad hacia él. De acuerdo con Beran & Ramirez-Serrano (2011), los niños que usan regularmente dispositivos electrónicos son más propensos a atribuir características psicológicas a dichos dispositivos. Un estudio reciente de Melson (2010), investigó la comprensión de las y los niños sobre la robótica (AIBO de Sony) frente a los animales vivos. Estos estudios sugieren que las y los niños pueden tratar los dispositivos tecnológicos como si fueran seres sociales, lo que sugiere la existencia de un acompañamiento niña/o-robot. El desarrollo de amistades en la infancia es crucial para la salud mental y física en los años

posteriores del desarrollo, por lo tanto, es crucial entender las percepciones de las y los niños sobre la amistad y cómo se pueden establecer estos vínculos con un robot.

Dentro de la gama de robots existentes para interactuar con niños y niñas los robot Pleo, Aibo, Aisoy y Nao son los más testeados dentro la bibliografía (Beran & Ramirez-Serrano, 2011; Charisi et al., 2016; Díaz et al., 2009). A partir de estos estudios se desprenden las siguientes conclusiones:

- *La proximidad con los robots varía en función de la edad. Los y las niñas más pequeñas (5 a 7 años) se muestran algo temerosas/os para entrar en contacto con los robots y, en ocasiones, es necesaria la mediación de las y los facilitadores, en cambio las y los niños mayores (8 a 10 años) comenzaron muy rápido a interactuar con el robot, sin que fuera necesaria la mediación de ningún facilitador o y/o facilitadora.*
- *Las conductas que más se observaron de los y las niñas hacia los robots son de tipo verbal (hablar y saludar al robot) y afectivas (caricias, abrazos, besos).*
- *Al terminar las jornadas con los robots las y los niños realizan muchas preguntas sobre la historia y funcionamiento del robot, lo que demuestra un claro interés por los aspectos tecnológicos. Además, las y los niños pequeños -como los mayores- demostraron que las interacciones son claramente positivas ya que generan alegría y entusiasmo.*
- *Sobre las expectativas y sentimientos que las y los niños tienen hacia los robots, se concluye que los y las infantes esperan ser recordados por los robots. Algunos/as piensan que el robot sabe cómo se sienten emocionalmente, además creen que el robot se siente abandonado si no se juega con él. En particular, Nao genera mayor expectativa de capacidades cognitivas, como hablar idiomas, pensar, etc. Además los y las niñas esperan que el robot recuerde sus nombres.*
- *La mayoría de las y los niños experimentan una afiliación positiva con los robots afirmando que les gusta el robot. Por otra parte, algunos pensaron que el robot tenía intenciones positivas, un indicador de esto fue la ausencia de daño. Las y los niños piensan que al ser amables con el robot lograrían su agrado.*
- *Los y las infantes perciben a los robots como amigos, es decir como seres sociales. La mayoría de ellos/as declaran que consideraran establecer una amistad con el robot y participan en comportamientos de tipo amistoso con él.*

Los autores concluyen que al ser estudios exploratorios existen algunas limitaciones. En primer lugar, las y los niños experimentaron una breve interacción con el robot lo que puede haber creado cierta excitación inicial, lo cual no necesariamente se mantiene durante un período más largo de tiempo. Se concluyó que existe una falta de investigación sustancial relativa a la CRI a largo plazo y al examen del proceso de aprendizaje con un compañero robótico. Según Díaz et al., (2009), este aspecto es fundamental para programar robots que puedan generar vínculos a largo plazo con las y los usuarios. Charisi et al. (2016), propone que las tareas de aprendizaje sean lo suficientemente claras y compactas como para utilizarlas en episodios cortos, pero al mismo tiempo lo suficientemente adaptables como para permitir sesiones repetidas durante un periodo más largo, capaces de mantener el interés de las y los niños. Además, esta revisión reveló un desequilibrio entre el uso de estudios experimentales bien controlados y los naturalistas. A pesar del creciente número de investigaciones en entornos naturalistas a menudo el escenario tiende a ser artificial (Charisi et al., 2016).

Las fuentes evidencian indicios de que los niños y niñas pueden desarrollar una relación significativa con un robot. En muchos sentidos consideraban al robot como humano: capaz de entablar una amistad, de poseer conocimiento, afecto y comportamiento humano, en consecuencia, las y los niños prestan asistencia de la misma manera que lo harían con una persona que necesita ayuda. A través de los estudios se evidenció que las y los niños parecían proyectar su propia comprensión de las capacidades humanas en el robot y las expectativas de que el robot tenga estas mismas capacidades. Beran & Ramirez-Serrano (2011) concluyen que las y los niños están inclinadas/os y abiertas/os a interactuar y desarrollar una relación con un robot.



Figura 22. Sima robot interactuando con el usuario. Fuente <http://www.simarobot.com>

### 3.3 Experiencia de Usuario aplicado al HRI

#### Principios de la experiencia de Usuario

La experiencia de usuario (del inglés: User eXperience, Ux), nace para definir la experiencia que tiene el/la usuario/a cuando interactúa con un producto tecnológico (Sataloff et al., 2013). Esta se define como “la evaluación de las interacciones entre los/as usuarios/as y los productos tecnológicos con la finalidad de determinar una experiencia de gran calidad en la utilización de cualquier sistema” (Hassenzahl & Tractinsky, 2006). El interés por el valor que el/la usuario/a asigna a un sistema tecnológico proviene del campo de estudio sobre interacción humano-computador (Human-Computer Interaction, HCI). Esta evaluación ha variado ya que en un principio solo se enfocó en medir atributos de eficacia y eficiencia del producto, en donde la usabilidad era el indicador más importante para medir el artefacto tecnológico. Durante años, los/as investigadores/as se centraron en valorar la aceptación tecnológica en términos de facilidad de uso y beneficio utilitario del sistema por medio de modelos teóricos como el de “Metas”, “Operadores”, “Métodos” y “Reglas de Card”, (Sataloff et al., 2013). El enfoque cambia con el desarrollo de un nuevo concepto que es el de sistemas de información (Information Systems, IS). Comenzaron a utilizar modelos motivacionales para explicar de manera más amplia la aceptación tecnológica del/la usuario/a en términos de “calidad de experiencia”. Esta nueva economía de la experiencia considera que las emociones y las experiencias estéticas son valores económicos que determinan la calidad de un producto, bien o servicio. La Ux ha incluido estos aspectos que van más allá de lo instrumental y en la actualidad tiene en cuenta 1) el estado interno del usuario, 2) las características del sistema y 3) el proceso de interacción entre otros, los que se muestran el Figura 23, que evidencia las temáticas de investigación del Ux propuestas por Hassenzahl & Tractinsky (2006).



Figura 23. Temáticas que aborda Ux. Elaboración propia. Tomado de Hassenzahl y Tractinsky, (2006).

## Ux en el HRI

Alben (1996), plantea que las experiencias de calidad se producen "cuando el diseño de un producto se lleva a cabo y se desarrolla como un todo". Es por esta razón que Ux se presenta como una estrategia para aportar al mejoramiento de HRI, buscando lograr experiencias positivas en los/as usuarios/as a partir de la interacción con un robot y con ello poder aumentar el número de robots en la sociedad, siendo esta, unas de las principales aspiraciones del HRI. Por tanto, es necesario explorar las aplicaciones viables de los robots sociales en un entorno específico (Tonkin et al., 2018). Una parte importante de UX hace referencia a los sentimientos experimentados que surgen por los usuarios al interactuar con un objeto, siendo necesario metodologías cualitativas para extraer información. Hassenzahl y Tractinsky (2006), hacen referencia a la importancia del contexto situado en la UX y, del mismo modo, también se ha identificado como importante en la investigación sobre HRI. Además, el contexto social en el que funcionará un robot social también se comprende como un factor de importancia crítica (Tonkin et al., 2018). La consideración de la UX es importante en la HRI, ya que una experiencia de usuario negativa puede impedir que los/as usuarios/as sigan interactuando y aceptando a los robots. Por lo tanto, es vital diseñar una experiencia de usuario positiva. (Figura 24)

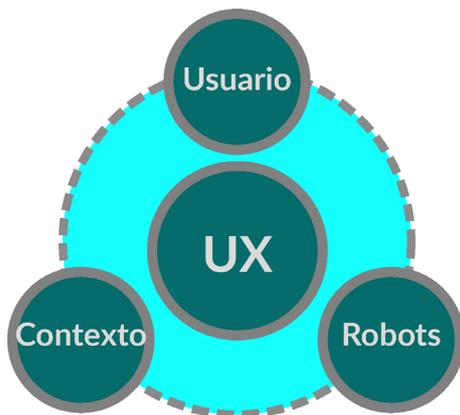


Figura 24. Contexto situado, Estado interno del usuario, características del robot. Elaboración propia. Basado en Tonkin et al., (2018).

## Objetivo de Ux en la robótica social

Actualmente, para lograr las exigencias que se tienen de los robots sociales, es necesario de numerosas conversiones de energía para traducir los recursos energéticos existentes en la potencia que necesitan estos sistemas electromecánicos. En otras palabras, es necesario desarrollar nuevos tipos de robots que puedan realizar su funcionalidad mezclando los atributos de los materiales biológicos vivos con los sistemas electromecánicos (Shourmasti et al., 2021). Unas de las estrategias tradicionales para lograr esta integración es la forma humanoide o antropomorfa de los robots, siendo la búsqueda final de los/as desarrolladores/as crear robots similares a los humanos tanto en apariencia como en funcionalidad. En el futuro, se espera que los robots posean un alto nivel de habilidades para cumplir las expectativas de los humanos y ayudarles en cualquier circunstancia. En este sentido, las y los investigadores de robots sociales pretenden desarrollar robots que establezcan una interacción social natural (Shourmasti et al., 2021).

### Beneficios y desafíos en la evaluación de la UX en robots sociales

- Beneficios en la retroalimentación de la fase inicial:

En cualquier sistema interactivo, incluidos los robots sociales, es inevitable una UX positiva para cosechar los privilegios esperados. Para conseguir una UX positiva, Shourmasti et al (2021), destaca la inclusión de evaluaciones formativas a lo largo de todo el proceso del ciclo de vida del diseño. Las evaluaciones formativas implican recibir comentarios sobre las ideas de diseño conceptual como la personalidad del robot en las primeras fases del proceso de diseño de UX (Tonkin et al., 2018). Este feedback inicial de los/as usuarios/as proporciona información valiosa sobre la calidad de la interacción, la elección entre múltiples diseños alternativos, el reconocimiento de los obstáculos de UX y la identificación de los riesgos que generan una UX negativa. La identificación temprana de estos obstáculos obliga a los/as desarrolladores/as a procesos iterativos que conducen a modificaciones del diseño constante de los robots, también se logran identificar flujos de interacción más fáciles, que requieren menos tiempo y son más viables desde el punto de vista financiero que en las últimas etapas.

- Beneficios para los y las desarrolladoras de robots:

Los objetivos de UX fomentan que las y los desarrolladores de robots se centren en la experiencia esperada de interacción. Por lo tanto, el proceso de evaluación tiene el potencial de aclarar qué es lo que se debe hacer exactamente para mejorar aspectos específicos de la UX de los robots. Durante el proceso de diseño, los objetivos de UX establecen algunas métricas cuantitativas y cualitativas que ayudan a las y los desarrolladores de robots a comprender cuándo se ha alcanzado la calidad de interacción requeri-

da, cuándo hay que dejar de repetir el proceso de diseño y cuándo se considera que se ha logrado un diseño exitoso (Shourmasti et al., 2021).

- Desafíos de la primera experiencia de usuario:

Las personas pueden sentirse poco naturales durante su primera experiencia con los robots sociales, pero pueden encontrarla útil y bien adaptada tras un tiempo de interacción más prolongado. Sin embargo, algunas personas pueden encontrarlo aburrido y otras interesante. Por lo tanto, para diseñar el robot con la experiencia de usuario esperada, es crucial reconocer qué tipo de sentimientos debe despertar un robot y a qué nivel se espera que el robot evoque la experiencia de usuario prevista (Lindblom & Andreasson, 2016). Estos son los aspectos de la HRI que deben evaluarse mediante estudios a largo plazo, dado que las interacciones entre humanos y robots pueden variar de un ensayo a otro por la naturaleza autónoma de los robots sociales.

- Desafíos de la definición de objetivos de la UX:

Los objetivos de UX pueden definirse como los efectos deseados que deben identificar los requerimientos que son importantes para el usuario cuando interactúa con un sistema específico como un robot social. Como han señalado recientemente Lindblom y Andreasson (2016), aunque la definición de los objetivos de UX es una actividad fundamental, se ha pasado por alto en la HRI, probablemente debido a la falta de conocimientos o de tiempo. De hecho, estos objetivos de UX pueden servir como métricas de evaluación que apoyan el proceso de evaluación de UX y permiten a las y los desarrolladores reflexionar sobre los resultados de la evaluación. Cabe destacar, que los objetivos de UX se centran en la calidad de la interacción entre humanos y robots más que en la evaluación del comportamiento y las funcionalidades de estos. Por lo tanto, estos objetivos apoyan todo el ciclo de vida al identificar cuándo se ha alcanzado la calidad de interacción deseada (Shourmasti et al., 2021).

- Desafíos de la evaluación limitada:

Es importante destacar que la interacción humana con los RS se ha evaluado sólo de forma limitada ya que, a menudo, se lleva a cabo en laboratorios durante un corto periodo de tiempo. Los resultados de la evaluación se basan únicamente en los resultados de algunas tareas pre-producidas que se asignan a un número limitado de usuarios/as. De este modo, estas evaluaciones pasan por alto los retos del mundo real y, en consecuencia, limitan la expansión de los robots sociales más allá de los entornos de laboratorio. Dautenhahn (2018), llegó a una conclusión similar al señalar la necesidad de realizar estudios de HRI para explorar la interacción a largo plazo entre humanos y robots sociales complejos en el con-

texto y las circunstancias del mundo real. De hecho, este tipo de estudios son complejos de diseñar y ejecutar, son intensivos desde el punto de vista de la investigación y consumen mucho tiempo (Shourmasti et al., 2021).

## Retos de Ux en robótica Social

La experiencia del/la usuario/a y la aceptación de los robots sociales varía en cada ámbito y en diferentes contextos (Lindblom & Andreasson, 2016), lo que ha llevado al desconocimiento de las y los desarrolladores a generar experiencias negativas al usuario, dejando consecuencias desafortunadas como el crédito negativo o la reticencia a utilizar ese robot en concreto. Para que los robots sociales aporten un valor a largo plazo a los humanos, una UX positiva es un requisito (Tonkin et al., 2018). (ver figura 25).

La evaluación de la UX entrega una visión general de cada paso del proceso de diseño y desarrollo, lo que ayuda a gestionar los posibles errores o imperfecciones en una fase temprana. Existen varios métodos para evaluar la UX en robótica, como el cuestionario, la encuesta, la entrevista, el autoinforme, el grupo de discusión, la observación directa y la observación grabada. Según los estudios seleccionados, los cuestionarios y las entrevistas son los métodos más comunes para evaluar la UX en los robots sociales. En el campo de la HRI difiere de la interacción humano-hombre, la interacción humano-ordenador, la robótica tradicional y la investigación en ingeniería. Estas diferencias deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar y personalizar las técnicas de evaluación de la UX adecuadas (Shourmasti et al., 2021).

En cuanto a los retos, estudios revelaron que los desarrolladores de robots suelen descuidar el establecimiento de objetivos de UX debido a la falta de conocimientos o de tiempo. De hecho, el uso de una estrategia inadecuada conduce a una evaluación de UX restringida. Por lo tanto, los desarrolladores de robots necesitan obtener los conocimientos necesarios tanto en la teoría como en la práctica y comprender cómo realizar una evaluación de UX con éxito (Shourmasti et al., 2021).



Figura 25. Elementos claves de los aportes del Ux al HRI extraídos de Shourmasti et al., (2021). Elaboración propia.

### 3.4 Affordances y la calidad de la experiencia

El concepto “affordance” proviene del ámbito de la psicología cognitiva, en concreto de la Teoría ecológica de la percepción visual propuesta por J. Gibson a finales de los años 70’ (Norman, 2010). Según esta teoría, los affordances son las posibilidades de acción que ofrece el entorno, que pueden ser percibidas y aprovechadas por los humanos o por los animales. El affordance se considera como atributos de interacción, es lo que esa característica ofrece al usuario, lo que proporciona o amuebla. En este caso, Gibson se refiere a las propiedades físicas y da como ejemplo que una superficie horizontal, plana y rígida ofrece apoyo a un animal. Desde ese punto de vista ecológico, el affordance se considera con respecto al usuario, en este caso el animal, que forma parte de la relación del affordance. Así, como señala Norman (1999), un affordance es una relación física entre un actor (por ejemplo, el/la usuario/a) y los artefactos físicos del mundo que refleja las posibles acción, es más dicho los affordance no tienen por qué ser visible, conocidos o incluso deseables. (ver figura 26).

En el diseño, un affordance da -o proporciona- elementos que ayudan al usuario a ejecutar una acción. Norman (1999), da un ejemplo: “la ventana del estudio de mi casa me ofrece una bonita vista del bosque; la ventana me ayuda a ver esa bonita vista”. El modelo del autor está planteado para el Diseño de Interacción con ordenador o cualquier tipo de máquina (HCI). Durante la interacción, un usuario realiza acciones cognitivas, físicas y sensoriales que requieren de distintos affordances para ayudar en cada una de ellas (Hartson, 2003).

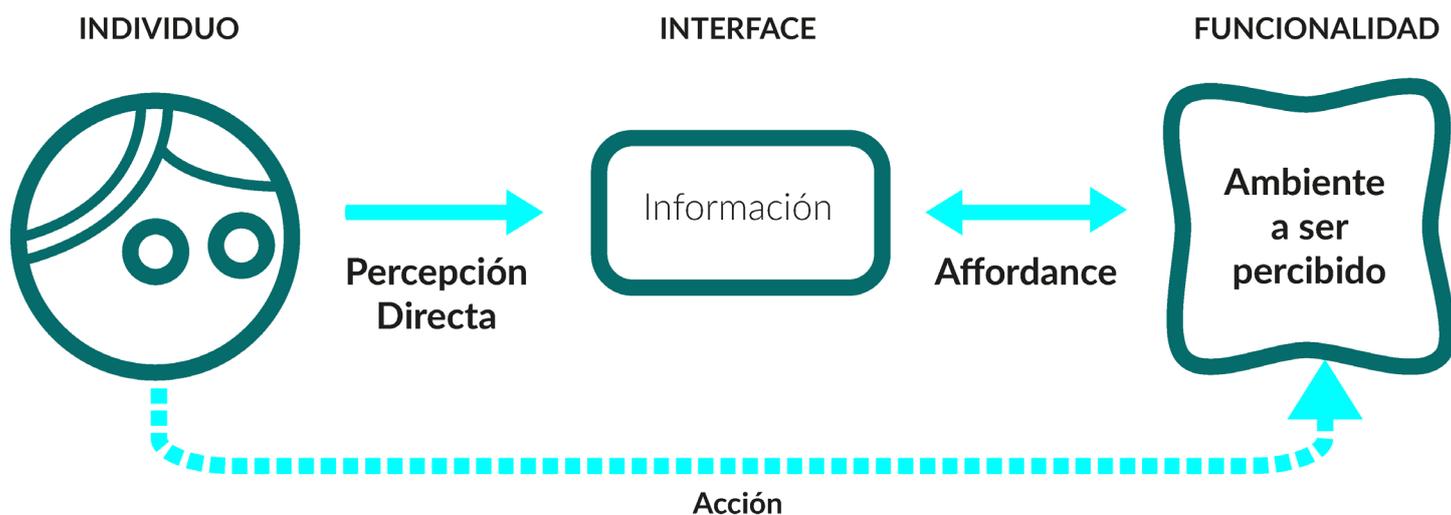


Figura 26. Utilidad y Usabilidad. Elaboración propia. Basado en Gaver (1991).

Norman (1999) define una astucia cognitiva o *affordance* cognitivo como una característica de diseño que ayuda, apoya, facilita o permite pensar y/o saber sobre algo. Como ejemplo, las palabras claras y precisas en una etiqueta de un botón podrían ser una *affordance* cognitivo que permite a las y los usuarios entender el significado del botón en términos de la funcionalidad que hay detrás de él y las consecuencias de hacer clic en él. Una *asequibilidad física* es una característica de diseño que ayuda, apoya, facilita o permite hacer algo físicamente. Un tamaño adecuado y una ubicación de fácil acceso podrían ser características de un *affordance físico*, el diseño de un botón de interfaz que permite a los usuarios hacer clic fácilmente en el botón. El autor considera que los símbolos, las restricciones y las convenciones son mecanismos subyacentes esenciales que hacen que las *affordances* cognitivas funcionen, como “poderosas herramientas para el diseñador”. Como dice también Norman, la única forma de saber con seguridad si los usuarios comparten las percepciones de los diseñadores sobre estos símbolos y convenciones es mediante los datos de usabilidad.

## Tipos de *Affordances* a evaluar

Para el proyecto se tomaron distintos *Affordances* que se consideraron relevantes al momento de evaluar productos tecnológicos y la extracción de información (ver figura 27), estos se describen a continuación:

### 1) *Affordance* imaginados

Los *affordance* imaginados son los que se forman a través de las percepciones de lo que la tecnología ofrece y no necesariamente de lo que permite. Dado que las posibilidades y limitaciones de las nuevas tecnologías son inciertas y están en desarrollo, estas visiones pueden considerarse como un “reconocimiento de lo inesperado, situado y emergente” en las posibilidades de compromiso con la tecnología (I et al., s. f.). El concepto lo definen también autores como Nagy y Neff (2015), en donde se centra en la “adaptación en la práctica y en la interacción” de una tecnología, ya que tanto la tecnología como su uso son moldeables, no inherentes. Sin embargo, destacan que la imaginación está moldeada por trozos de experiencia en el mundo de la vida, social y material, que dan forma a la capacidad para rearmar las expectativas.

### 2) *Affordances* percibidos

Como se mencionó anteriormente, la distinción de Norman (1999) entre las posibilidades de acción reales y percibidas hizo una contribución real al campo del diseño, ya que presentó el término a los diseñadores cuando las nuevas tecnologías de la información comenzaban a crear nuevos desafíos para ellos. Los diseñadores fueron tomados desde la concepción de objetos mecánicos, donde las funciones estaban estrechamente acopladas a las formas físicas,

hasta la concepción de productos de alta tecnología, donde el acoplamiento entre forma y función es mucho más flexible (Flach et al., 2017). Para Norman (1999), las prestaciones tienen poco valor si no son visibles para los/as usuarios/as. Además, investigadores del área, observaron de cerca el comportamiento del/la usuario/a y encontraron que está influenciado por las prestaciones percibidas más que por las posibilidades reales (Pols, 2012).

Dado el avance de los affordances a diferentes disciplinas, las relaciones del diseño con el marketing encontraron oportunidades para promover el bienestar y el rendimiento de una persona a partir de los affordance percibidos, generando productos que permite a los clientes utilizar las habilidades que ya poseen (El Amri & Akrouf, 2020). Los affordances percibidos incluyen, tanto la forma del diseño del producto como sus propiedades discretas -la estética del bien tangible y / o servicio- y su función, es decir sus capacidades, llamado por las y los investigadores como affordances percibidos estético/funcional. Además, los affordances tienen en cuenta el simbolismo (es decir, el significado o valor del signo que se comunica a los/as consumidores/as y otros) llamados Affordances percibidos social/simbólico.

La literatura subraya que esta dimensión simbólica juega un papel importante en la elección del consumidor y la categorización de productos. Es importante integrar las posibilidades del componente simbólico del diseño de producto. Esto es especialmente así al percibir un nuevo producto, las y los consumidores pueden ver lo que el diseño del producto simbólico les permite hacer, o, en otras palabras, lo que les comunica a ellos/as y a los demás (por ejemplo, expresar su propia imagen, comunicar su estilo de vida). Con el fin de presentar una conceptualización que abarque el concepto central de la capacidad de diseño percibida en un contexto de marketing, las y los investigadores definen la capacidad de diseño percibida como la capacidad que tiene un producto de diseño para permitir que los y las consumidoras perciban intuitivamente los diferentes usos del producto (El Amri & Akrouf, 2020).

### 3) Affordance emocionales

Kytta (2003), plantea que los affordances se encuentran en los espacios físicos que atraen a las personas por las experiencias emocionales, sobre todo enfocado en las experiencias de aprendizaje. Por lo tanto, el valor de las affordances puede ampliarse de las áreas funcionales a las emocionales. Morie et al. (2005) mencionan que todas las affordances desempeñan funciones desencadenantes que pueden conducir a una determinada acción (por ejemplo, respuestas físicas) o una determinada reacción (por ejemplo, respuestas emocionales) entre las y los usuarios. Además, los resultados emocionales de las astucias pueden ser positivos/negativos e intencionales/no intencionales, de acuerdo con las características internas y contextuales de los y las estudiantes (Cheng, 2014).

Se propone utilizar las affordances emocionales en el diseño de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para inducir las emociones deseadas al exponerse inicialmente a las TIC e inducir las emociones deseadas al interactuar intensamente con las TIC (Zhang, 2008). Estos factores de diseño emocional pueden inducir una experiencia de flujo óptima (Kytta, 2003). Los affordance emocionales se refieren a los componentes emocionales para el diseño y el desarrollo del diseño de entornos de aprendizaje que contribuyen a facilitar el compromiso y el aprendizaje de los estudiantes.

Las ideas de Norman (2004) centradas en el usuario sobre cómo considerar la emoción en el proceso de diseño deberían considerarse como uno de los mejores consejos disponibles actualmente para diseñar y desarrollar entornos de aprendizaje emocionalmente asequibles. Sugirió los tres niveles del modelo de interacción del usuario para el diseño emocional: nivel visceral, conductual y reflexivo. Un número cada vez mayor de estudios ha investigado las variables de diseño de diversos artefactos, como productos, sitios web y sistemas, para los tres niveles del diseño emocional.

#### 4) Affordance inducidos y deducidos

Investigadores llegaron a conceptualizar los affordances para describir los Nuevos Productos de Alta Tecnología (NHTP sus sigla en inglés) en una relación triádica entre el/la usuario/a, el/la diseñador/a y el nuevo producto. Así, se distingue entre la affordance inducida por el/la diseñador/a durante la creación de un nuevo producto de alta tecnología y affordance deducida por los y las usuarias durante su encuentro con el NHTP. La necesidad de extraer y evaluar estos affordances, en modo de las Nociones de Gibson de asequibilidad real y de Norman de asequibilidad percibida, logran aportar a la identificación de las proyecciones del diseñador/a o desarrollador/a sobre el producto y las proyecciones que se generan del producto por parte del/la usuario/a (Ciavola et al., 2015).

#### 5) Affordance propuestos

Los affordance describen las oportunidades de interacción que un entorno o artefacto proporciona a sus usuarios/as. De este mismo modo resaltan los requisitos que se describen en forma de comportamientos útiles que implican al menos dos sistemas. Estos sistemas permiten a los/las diseñadores/as identificar y describir tanto los comportamientos deseables para los que hay que diseñar, por ejemplo, la comodidad, indicadores, etc. y también se describen los comportamientos indeseables, contra los que hay que diseñar y evitar, por ejemplo, el derroche de energía o la posibilidad de hacerse daño. La calidad se refiere al hecho de que los

sistemas se pueden evaluar en función de lo bien que permiten realizar una acción o un comportamiento, o visto de otra forma, se desprende también la calidad a partir de la cantidad de acciones o comportamientos indeseables que provoca la interacción en un entorno o artefacto a los y las usuarias (Ciavola et al., 2015).

#### 6) Affordance actuados

Desde el enfoque de la teoría de la actividad, Bærentsen y Trettvik (2002) desprenden la importancia de la interacción concreta real entre el actor y los artefactos para comprender las affordances. Proponen un punto de vista sobre los affordance que sólo puede percibir a partir de los acontecimientos, la interacción real entre los sujetos y los objetos. Por lo tanto, la actividad es el vínculo clave que conecta al organismo con su entorno. El enfoque de la teoría de la actividad de Bærentsen y Trettvik (2002) amplía la noción de observación de la "actividad" para comprender los affordance. Del mismo modo, Gibson y Pick (2003) también hablaron de la importancia del "aprendizaje" en la comprensión de la percepción de su asequibilidad. Los actores descubren las posibilidades de acción de los objetos a través del aprendizaje perceptivo, ya que los affordance no se presentan automáticamente a los actores (Yang, 2017).

La forma en que una persona utiliza los productos determina, por tanto, las posibilidades del producto. Dichos affordances pueden ser una rutina para muchos de las y los usuarios habituales de un producto, pero también pueden ser dinámicas y flexibles entre diferentes grupos y situaciones contextuales. Por ello, se adoptó la palabra "affordance actuados", ya que amplía las asequibilidades percibidas a la noción adicional de interacción real (Yang, 2017).

Por otro lado, Rodríguez-Hidalgo (2020) aplicó el concepto de affordance actuado en la interacción humano-robot en el Modelo de la Affordance Social Comunicativa Actuada (figura 33), argumentando que no sólo es necesario que ambos agentes comunicadores, en este caso la persona y el robot, se imaginen y perciban como agente con el cual es posible comunicarse, si no para que surja la affordance comunicativa ésta debe actuarse, lo cual lleva como consecuencia una interacción social entre ambos agentes.

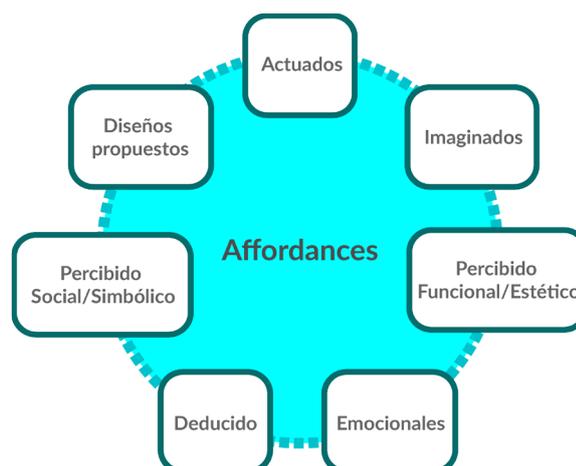


Figura 27. Affordance a evaluar para la experiencia de productos tecnológicos.

# ESTADO DEL ARTE

# 4

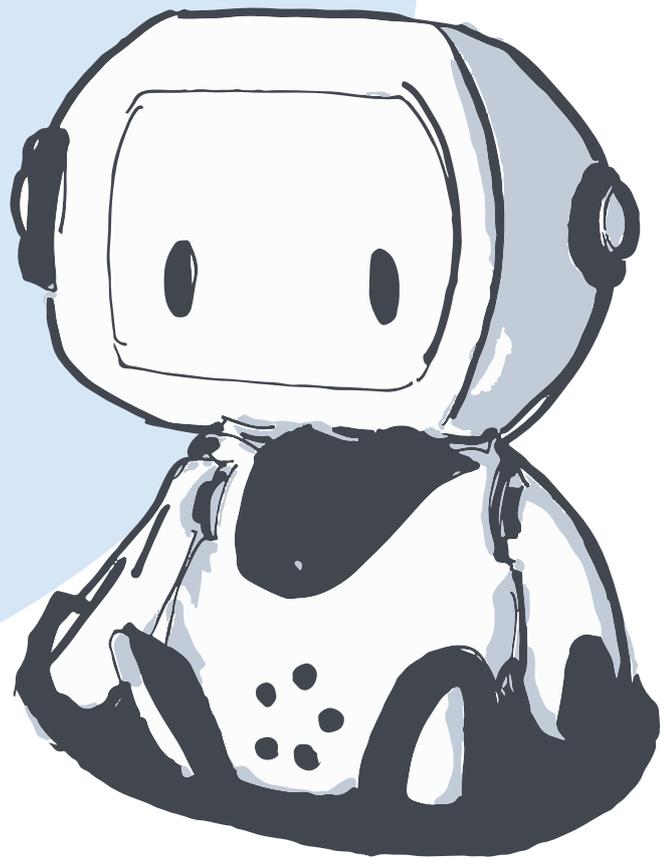


Figura 28. Sketch conceptual de robot social. Elaboración propia.

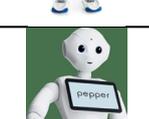
## 4. Estado del Arte

A continuación, se presenta la tabla del estado del arte sobre los robots sociales que están enfocados a niños y niñas en distintas partes del mundo. Esta comprende un rango pequeño de los robots que existen o existieron en las últimas décadas, se espera hacer una representación de la diversidad que existe y describir a grandes rasgos sus funciones, para qué tipo de usuario/a están dirigidos, si tienen la capacidad de expresar emociones y cuál es su inspiración o su representación de apariencia.

Se logra desprender de la tabla que los robots sociales no responden a una tendencia en temas de apariencia, en otras palabras, la diversidad de formas es alta y bastante libre. Se pueden identificar similitudes como el antropomorfismo o el zoomorfismo como recurso para lograr empatía.

Se encuentran las categorías de robot de terapia, educativos, de compañía, de servicios, pet robot, entre otros, siendo los robots de terapia y de compañía los más numerosos para el rango etario seleccionado.

Las expresiones faciales están siendo cada vez más comunes, al parecer es un recurso que está siendo usado por las y los desarrolladores de robots. La mayoría de los robots tratan de evocar ternura, con materiales suaves y de formas redondeadas, evitando las aristas. Hay muchos robots que tratan de abordar distintas actividades, en general no son específicos y tratan de llegar a distintos públicos.

N°	Nombre	Año	Plataforma	Descripción	Usuario	Categoría	Emociones	Estética / Apariencia
1	Leonardo	2002		Imita la expresión humana, interactuar con objetos limitados y rastrear objetos. Tienen la capacidad de aprender usando los mecanismos que los humanos ya utilizan como el andamiaje espacial, la atención compartida, la mímica y la toma de perspectiva.	Grupos de trabajo, Adultos	Robotica Educativa	Si	De apariencia orgánica. Es una criatura fantástica, apariencia juvenil
2	Aibo	1999 - 2005		Fueron comercializados para uso doméstico como "Robots de Entretenimiento". También fueron ampliamente adoptados por las universidades con fines educativos	Academia, Niños	Pet Robot	No	Inspirado en los cachorros de león. (artista Hajime Sorayama)
3	Furbies	1998 - 2016		Un juguete cautivador para niños y adultos por el uso de una inteligencia artificial básica y una programación que hace que simule aprender a comunicarse y forjar un carácter y personalidad propia. El muñeco demostró ser una herramienta útil y recomendada para niños autistas o con dificultades de adaptación.	Niños y adultos	Pet Robot	Si	Es un híbrido entre ratón, gato, murciélago, búho y pollo.
4	Reeti	2016		Fue ideado en un inicio para desarrollo y educación, y es un robot muy sofisticado y potente que basa su interacción en una comunicación totalmente natural 'zero click', capaz de expresar cualquier emoción en su cara de silicona.	Todo público	Robot as Service (RaaS)	Si	Las orejas de Shrek, mientras la cara se parece a un Snork.
5	Nao	2008		Programable y autónomo, es capaz de interactuar de forma natural, con todo tipo de público. Escucha, ve, habla y se relaciona con el medio según se le haya programado. La complejidad de sus movimientos y acciones no tiene límites.	Todo público	Robot as Service (RaaS)	No	Humanoide
6	Pepper	2014		La capacidad de Pepper para reconocer emociones se basa en la detección y análisis de expresiones faciales y tonos de voz. La interactividad es el concepto principal en el diseño de Pepper. Este potente hardware ofrece múltiples opciones a la hora de programar y configurar el robot para que interactúe con su entorno.	Todo Público, Uso doméstico	Robot as Service (RaaS)	No	Humanoide
7	Dumy	2016		Robot mayordomo hecho para ayudar en tareas domésticas en el hogar y/o empresa, con la capacidad para conversar e interactuar con las personas c. Otras alternativas a su uso son las funciones de vigilancia y seguridad en una empresa u hogar.	Todo público	Robot as Service (RaaS)	Si	Mayordomo, Oso Panda
8	Paro o Nuka	2003		Bebé robot terapéutico foca arpa, destinado a tener un efecto calmante y provocar respuestas emocionales en pacientes de hospitales, hogares de ancianos, etc. Se asemeja a la terapia asistida por animales, excepto en el uso de robots.	Pacientes de Hospitales, Ancianos	Robot terapéutico	No	Foca arpa
9	Kiwi	2019		Robot hecho para trabajar con niños que tienen trastorno autista, con una pantalla touch que presenta juegos, actividades y evalúa las emociones del niño.	niños con autismo de 3,5 a 8 años	Robot terapéutico	Si	Pájaro, búho
10	Keepon	2007		Diseñado para interactuar emociones y atención con humanos (especialmente con niños) de una forma simple y comprensiva. Es utilizado para estudiar los mecanismos de la comunicación social	Niños con trastorno autista	Robot terapéutico	Si	Muñeco de nieve
11	Bee Bot	2005		Es un recurso para la robótica educativa orientado a niños para las etapas de educación infantil y educación primaria. Con el uso de este robot se desarrollan habilidades tales como: secuenciación, la manipulación, la lógica, la lateralidad y la resolución de problemas desde una vertiente lúdica.	Niños a partir de 3 años	Robotica Educativa	No	Abeja
12	huggable	2006 - 2019		Es un osito de peluche con una pantalla que muestra ojos animados., Actualmente un especialista lo opera de forma remota en el pasillo fuera de la habitación de un niño. Los especialistas también podrán hablar a través de un altavoz, con su voz cambiada automáticamente a un tono más alto para sonar más infantil, y monitorear a los participantes a través de la cámara.	Niños de 3 a 10 años	Robot terapéutico	No	Oso de peluche
13	Jibo	2014		Diseñado para integrarse en el día a día de las personas, Jibo explora el mundo y reacciona mediante respuestas y movimientos expresivos. Le permite recordar y construir relaciones con las personas con las que más interactúa.	Todo Público	Robot Doméstico	No	Abstracto

14	Kaspar	2005		Un dispositivo del tamaño de un niño que ayuda a los menores con autismo a mejorar su capacidad de interacción. El objetivo es ayudar a los niños con autismo a explorar la comunicación humana básica y las emociones, así como también aprender sobre la interacción social.	Niños con trastorno autista de 5 a 10 años	Robot terapéutico	Si	Niño
15	Aisoy	2008		Robot-mascota calificado como uno de los primeros robots emocionales para el mercado de consumo. ue su comportamiento es dinámico y resulta impredecible. El sistema de diálogo y el sistema de reconocimiento avanzado le permiten empatizar e interactuar	Niños de 3 a 12 años	Robotica Educativa	Si	Gato
16	Pleo	2006		Puede aprender de sus experiencias y entorno mediante una sofisticada inteligencia artificial, desarrollando con ello una personalidad individual.	Niños de 4 años y más	Pet Robot	No	Pequeño Camarasaurio
17	Cozmo	2016		Puede utilizar como parte de un programa de terapia de juego que promueve la rehabilitación y el desarrollo de los niños discapacitados. Durante las sesiones de terapia, el sistema CozmoBot recopila datos automáticamente para la evaluación del terapeuta.	Niños 5 y 12 años de edad	Robot terapéutico	Si	inspirado en Wall-E
18	Sima	2016		Es un robot democrático dando la posibilidad de transformar cualquier smartphone en un robot social educativo. Interactivo capaz de comunicarse y escuchar	Niños de 3 años y más	Robotica Educativa	Si	Humanoide, Astronauta
19	Lovot	2018		Robot que inspira amor, Registramos situaciones diarias como la situación del abrazo y la hora de acostarse teniendo en cuenta la privacidad. Puede compartirlo con los miembros de su familia que viven separados, por lo que estará al tanto de inmediato de los cambios diarios.	3ra Edad	Robot de compañía	No	Mezcla búho y un pingüino
20	Tapia	2017		Robots para el humano moderno. Su propósito es crear dispositivos que te acompañen, que te ayuden a relajarte y también a ser feliz. Apunta a la compañía de las personas que necesitan de un buen amigo o asistente.	Niños de 3 años y más	Robot de compañía	Si	Huevo
21	Moxie	2020		Moxie ofrece un aprendizaje basado en el juego que se ajusta a temas y misiones semanales con contenido diseñado para promover el aprendizaje social, emocional y cognitivo.	Niños de 6 a 10 años	Robotica Educativa	Si	Humanoide
22	iCat	2006		Robot que puede expresar emociones. Hecho para investigar la interacción humano robot.	8 años y más	Robotica Educativa	Si	Gato
23	Papero	1997 - 2013		La intención de que se asocie con los seres humanos y conviva con ellos. Por esta razón, tiene varias funciones básicas con el fin de interactuar con las personas.	3ra Edad	Robotica Educativa	No	Apariencia tierna y amigable , humanoide
24	Shelly	2017		Está diseñado para enseñar a los niños que no deben abusar de los robots. La idea es reducir o eliminar los comportamientos agresivos al interactuar con el dispositivo. El robot se repliega cuando es golpeado.	Niños de 4 a 13 años	Robotica Educativa	No	Tortuga
25	My Special Aflac Duck	2018		Pato de compañía para los niños que se someten al tratamiento por cáncer. Como una distracción para los niños y una forma de comunicar emociones tanto para el paciente como para los padres, disminuyendo la angustia percibida del niño en un 50%.	Niños de 3 a 13 años	Pet Robot	No	Pato blanco bebé

Tabla 2. Tabla comparativa robot sociales para niños. Elaboración propia.

# CASO DE ESTUDIO

# 5

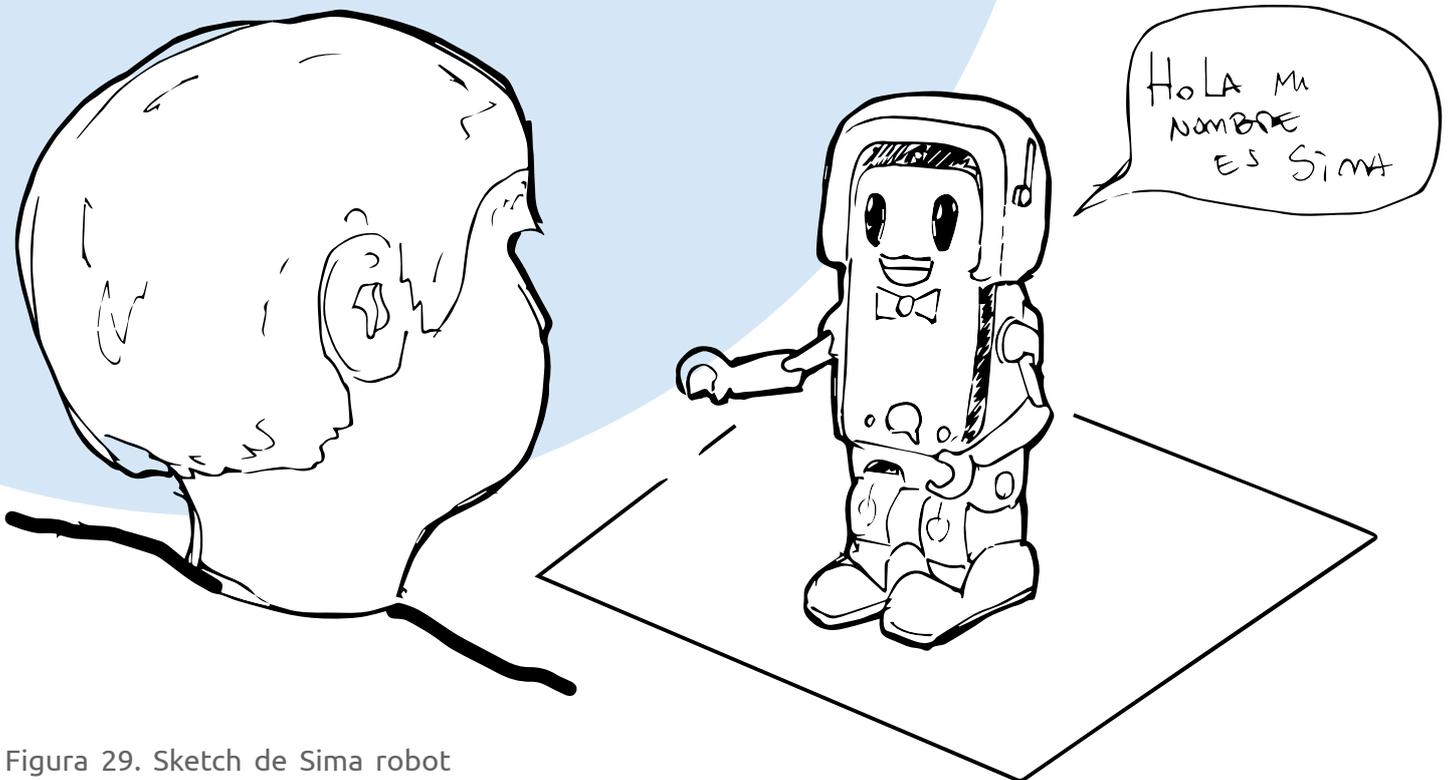


Figura 29. Sketch de Sima robot interactuando con un usuario. Elaboración propia.

## 5. Caso Estudio: Sima Robot

### 5.1 Características generales



Figura 30. Sima Robot en estado inicial. Fuente <https://simarobot.com/>

A continuación, se presenta la experiencia de Sima Robot (Sima) (figura 30), el primer robot social hecho en Chile. Para esto se realizó una entrevista a Felipe Araya (FA) fundador y creador de Sima. A modo de complementar la experiencia de Sima, se entrevistó a Carmina Rodríguez (CR), Doctora en Comunicaciones de la Universidad de Amsterdam, especialista en efectos socio-emocionales del uso de tecnologías, principalmente en niños, niñas y jóvenes, quien trabajó con Sima Robot para mejorar la interacción niño/a-robot.

Sima es un robot autónomo que interactúa y se comunica con humanos siguiendo los patrones sociales de comportamiento, tales como: voz, emoción, gestos y expresión corporal. Diseñado para ser un robot educativo el cual lleva más de 3 años insertado en distintos colegios. Este se considera un aporte por la forma en que opera, dicho textual por FA "Sima es un robot social con ocho grados de libertad, (...) funciona a través de una plataforma que nosotros hicimos llamado Knowledge, donde permite que los profesores puedan preparar las acciones que tendrá Sima con sus usuarios, (...) permite que cualquier persona, como los profesores, podamos -de forma muy simple- configurar el robot para que interactúe con el usuario" de esta forma, Sima se configura para las actividades específicas que se van a desarrollar y para el usuario/a específico con el cual interactúa.

FA comenta en la entrevista que para mejorar la interacción entre niño/a-robot crean el framework de empatía. Esto corresponde al desarrollo del robot para lograr adaptar su comportamiento de acuerdo al estado de ánimo identificado de los y las usuarias. FA indica que el funcionamiento del framework se basa en que "los profesores y nosotros preparamos la herramienta para que el contenido o las clases que él iba a dar, fuesen de alguna manera adaptadas al niño que la iba a recibir, esto no quiere decir que el robot necesariamente fuera a adaptarse de forma automática usando el framework de empatía,(...) en este caso con SIMA knowledge. El profesor es el que conoce al usuario x, entonces sabiendo que le gusta (...) le prepara toda la interacción, la clase y todo lo que el robot va a decir y no solo programar lo que Sima va a decir, sino que Sima pregunte y que los niños contesten bajo una serie de respuestas". Dada la forma en que se anticipa la jornada con Sima, el entrevistado FA afirma que las experiencias de aprendizaje logran ser significativas y que los estudiantes aprenden a través de la comunicación con el robot. También comenta que la forma en que se aplica Sima es apreciada por los profesores y profesoras, quienes consideran a este robot como una herramienta interesante y poderosa ya que son las y los profesores los que programan la clase y anticipan los requerimientos de las y los estudiantes.

Las características que tiene Sima para generar empatía e interés en las y los niños -según FA- son descritas a continuación:

- *El Sima Robot cuenta con la capacidad de escucha activa, por lo que identifica la verbalización, las expresiones faciales y cuenta con un sistema de micro gestualidad.*
- *La estética "kawaii" que caracteriza al Sima, genera ternura y su personaje está inspirado en un ser amistoso.*
- *Sima se puede personalizar, por ejemplo, se puede poner anteojos, corbata o disfrazarse de astronauta.*
- *Sima se aplica en cápsulas de aprendizaje en donde cada experiencia educativa dura entre 25 min a 30 min.*

A modo de complementar el trabajo de Sima, CR detalló las características y atributos para una interacción exitosa con robots sociales y, específicamente, con Sima. La descripción de estas características se encuentra detalladas a continuación:

- *Para lograr un hilo de conversación entre el robot y el niño/a, tiene que ser lo más predecible posible para ambas partes, es decir, tratar de predecir o acotar la cantidad de expresiones, interaccionales que puede tener un niño.*
- *Evitar las ideas de decepción, de engaño en la relación, en especial con niños, es un tema ético. No llevar al engaño en la forma de cómo se comporta o expresa un robot. Recomiendan que el robot hable desde su estado como robot, por ejemplo "se me está acabando la batería, estoy preocupado".*
- *Las y los niños se identifican con SIMA y existe mucho interés, a tal punto que las expresiones del robot cambian el estado de ánimo de las y los niños, por ejemplo cuando Sima cambia su cara a contento existen respuestas muy positivas y si Sima está "triste" puede provocar estrés en los infantes.*
- *Sima influye en el estado emocional y el último desarrollo va orientado en disminuir el estado de valencia de las emociones negativas, por ejemplo, tienen una valencia de 3 en Miedo y Sima intenta bajarla para tener un estado más neutro, para luego poder iniciar una experiencia educativa.*
- *A partir de más o menos de los 7, 8 años los niños ya desarrollan mucho más el pensamiento abstracto entonces desde esa edad en adelante, son capaces de responder "mira no, me siento fatal".*
- *Se han desarrollado nuevos diálogos para que una vez que la o el niño haya hecho la actividad, se produzca una despedida por parte de Sima, en donde dice: "bueno nos vemos pronto, cuídate"*

*lo que mejora la interacción.*

- *Las formas de abordar la interacción para hacerla más significativa son definida como Affordance (concepto explicado más adelante).*
- *El robot tiene que ser enfocado y especializado para el área en particular en la que se va a desenvolver.*
- Los Robot que logran mayor interacción con humanos y relaciones significativas más duraderas son los monitoreados por otra persona, este método de operar es denominado por CR como “La técnica del Mago de Oz”.

## 5.2 Experiencia Sima Robot

La experiencia a analizar está basada en la información que compartieron los desarrolladores de Sima robot. Se construye a partir de vídeos y audios de la experiencia en un colegio con un curso de 10 niños y niñas de 2do básico. La temática que se estaba trabajando es el “Día de la Música” y Sima fue quien guió a los estudiantes a aprender sobre instrumentos.

A continuación se presenta un journey maps de la experiencia con Sima. (ver figura 31).

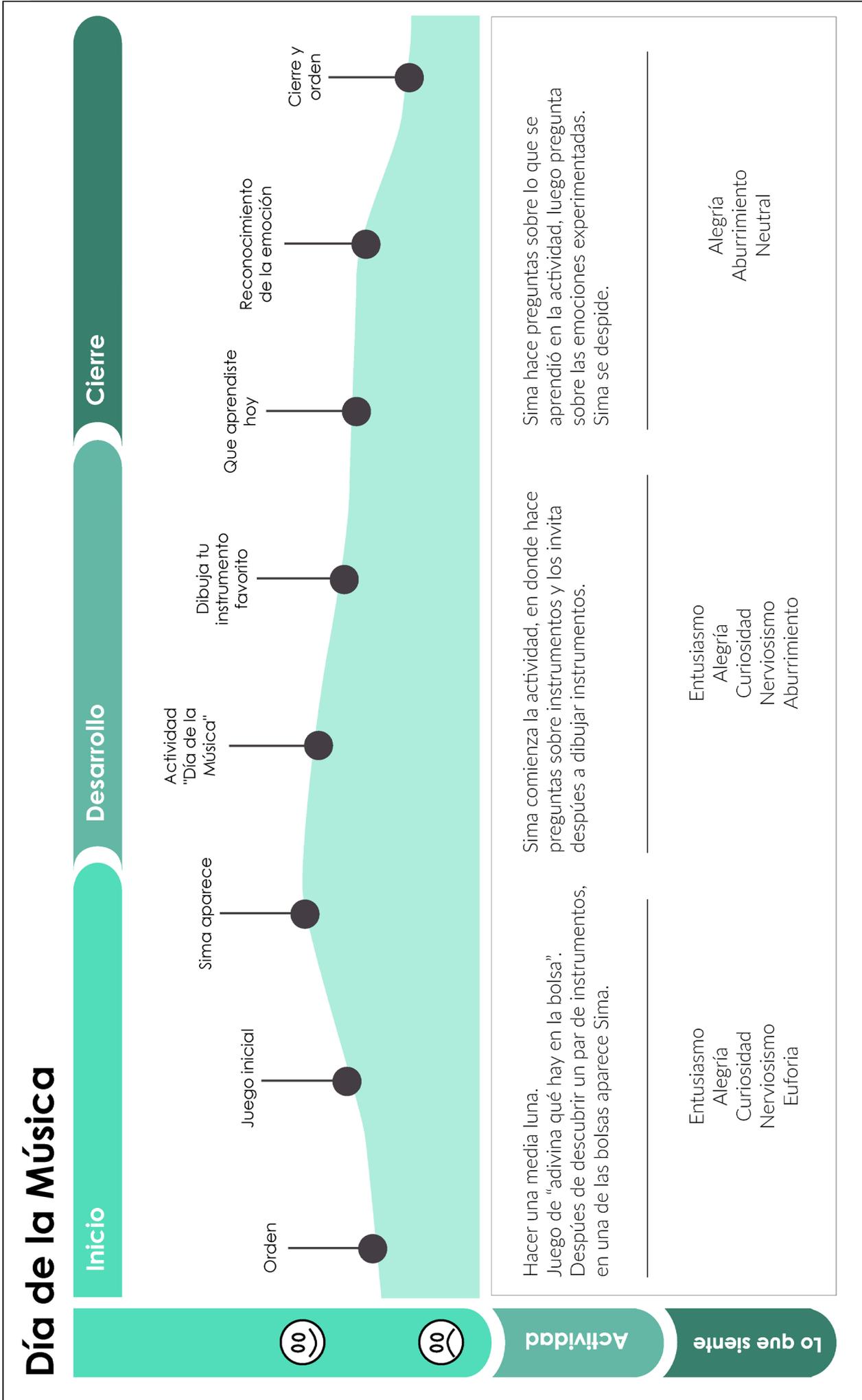


Figura 31. Journey maps de la Actividad "Día de la Música" en colegio con un curso de 2do Básico. Elaboración propia

### 5.3 Limitaciones

A continuación, se presentan los límites y barreras que presenta Sima y los robots sociales en general evidenciadas a partir de las entrevistas a FA y CR.

- *Ambos entrevistados comentan que Sima le falta mejorar el diseño de interacción.*
- *La robótica en general carece de capacidad para reconocer expresiones humanas, dado que las posibilidades de expresión de los humanos son infinitas.*
- *Si cierta expresión humana no está programada para ser reconocida por el robot, este no entenderá, cortando el hilo de la interacción. Por ejemplo, Sima responde "lo siento, me lo puedes repetir, no te entendí" lo que provoca frustración en las y los niños.*
- *Existe un interés gigantesco de las y los niños hacia un robot social, pero el interés decae rápidamente. El factor de novedad de la interacción dura alrededor de 5-10 minutos iniciales de mucho interés (engagement), intensidad en las expresiones faciales por parte de las y los niños, pero cuando descubren que puede o no puede hacer el robot decae bastante rápido el interés.*
- *La interacción hablada es fundamental y es un problema actual. El desarrollo en robótica social lucha fuertemente por mejorar este aspecto.*
- *Lo que provocan los robots sociales según su forma de operar, siendo predecibles o no, cambian la forma de ser percibidos por las personas. En otras palabras, mientras más repetitiva sea la forma de operar de un robot menos inteligente es para los humanos. En este mismo ámbito un robot puede tener muchos tipos de interacciones, pero el nivel de profundidad es bajo, el usuario lo recibirá estúpido o si el robot tiene solo un tipo de interacción profunda, al momento que el usuario demande otro tipo de interacción, también se percibirá estúpido.*
- *Actualmente la empatía se ve limitada por el alcance tecnológico y el desarrollo particular del robot.*
- *Dentro de las características humanas, está el sesgo a ver rostros, buscando información social del ambiente, lo que dificulta a los robots sin cara, por ejemplo si no tienen ojos, cejas, boca, la capacidad de sonrojarse, genera menos impacto en las personas y por lo tanto menos empatía.*

## 6

# DESARROLLO DEL PROYECTO

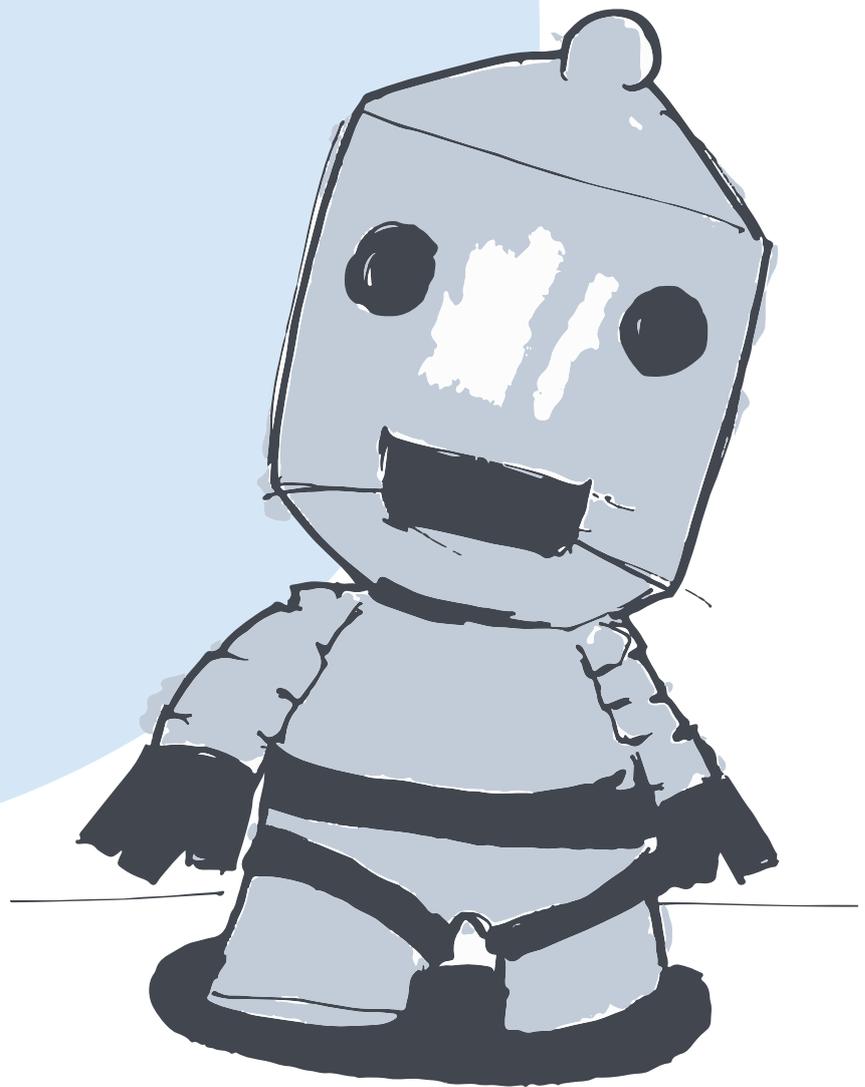


Figura 32. Sketch conceptual de robot social. Elaboración propia.

En el siguiente capítulo se describen las etapas desarrolladas a lo largo del proyecto, estas se basan principalmente en la recolección de datos y su análisis para, posteriormente, aunar criterios de diseño y la tangibilización del producto. En este caso particular, la creación de un Robot social.

## 6.1 Información general del proyecto

El presente proyecto se enmarca dentro de un Proyecto FONDECYT de iniciación ID11201300 “Mi nuevo amigo el robot social: Comprendiendo gratificaciones y determinando condiciones para interacciones beneficiosas en una muestra joven”, liderado por la Doctora Carmina Rodríguez. La investigación consiste en evaluar las percepciones de una muestra joven (niños y niñas de 7 a 11 años) a partir de los affordances que nacen al interactuar con distintos robots sociales, cada uno con una apariencia y experiencias diferentes (Rodríguez-Hidalgo, 2020). Se entrevistaron en total a 32 niños y niñas, contando pre-testeos y testeos oficiales en la Región Metropolitana. Cabe mencionar que el estudio se realizó en medio de la pandemia por el Sars Cov 2 conocido como Coronavirus, la cual partió en marzo del 2020 y aún se mantiene, abriendo nuevos desafíos para las distintas áreas de las ciencias, y en específico para la investigación en la robótica social.

El estudio se hizo de forma presencial con dos modalidades para llegar a los sujetos de estudios. Una de las modalidades, y la más ocupada, fué la entrevista a domicilio. Para desarrollar todos los pasos de esta modalidad se contactó a los padres, quienes dispusieron de sus casas para hacer las entrevistas. La segunda modalidad, fué la visita a establecimientos educacionales en las que se entrevistó a más de un niño o niña por jornada.

Para el cuidado de los y las investigadoras, al igual que de los niños y niñas junto a su familiares, se creó el protocolo sanitario (anexo 1), que consiste en la mantención de la distancia, el uso constante de mascarilla por parte del/la entrevistador/a y el/la niño/ña, la constante sanitización de los elementos de estudio (robots, lápices, mesa, etc.). Por otra parte, para poder registrar y usar la información que se extrajo del estudio, se facilitó un consentimiento para la familia (anexo 2) y un asentimiento para los niños y niñas (anexo 3) que participaron del estudio, permitiendo al equipo hacer registro audiovisual de la entrevista y el posterior uso de los datos. Se generaron variados documentos para la ejecución de las entrevistas, entre ellos el protocolo sanitario, el protocolo de emergencias (anexo 4) y, por último, el protocolo técnico (anexo 5) para el correcto funcionamiento de los robots y de los elementos de registro de datos. Se elaboró un cuestionario semi estructurado (anexo 6) que contempla los distintos diálogos de los robots (anexo 7) para la posterior identificación de affordances. Todos estos elementos y documentos fueron fundamentales para la correcta recolección de datos del estudio.

## 6.2 Etapas

Se identifican cuatro grandes etapas que engloban la recolección de datos, el análisis y sus conclusiones, que dan pie inicial al desarrollo del proyecto de diseño.

### 1) Recolección de Datos

Para la recolección de datos se hicieron 18 entrevistas a niños y niñas entre 7 y 11 años de edad, de diferentes estratos económicos y comunas. Estos datos se encuentran registrados en la tabla 3.

Región	Vulnerabilidad	Grupo etario	Sexo	Comuna	Cantidad
RM	Alta	7-9	M	Santiago Centro	1
RM	Alta	7-9	F	Santiago Centro	1
RM	Alta	10-11	F	Providencia	1
RM	Alta	10-11	M	Santiago Centro)	1
RM	Media	7-9	F	Isla de Maipo	1
RM	Media	10-11	M	Isla de Maipo	1
RM	Media	10-11	M	Isla de Maipo	1
RM	Media	10-11	F	Isla de Maipo	1
RM	Media	7-9	M	Las Condes	1
RM	Baja	7-9	F	Macul	1
RM	Baja	7-9	F	Lo Espejo	1
RM	Baja	7-9	F	Lo Espejo	1
RM	Baja	10-11	M	Providencia	1
RM	Baja	10-11	F	Las Condes	1
RM	Sin vulnerabilidad	7-9	M	Estación Central	1
RM	Sin vulnerabilidad	7-9	F	La Reina	1
RM	Sin vulnerabilidad	10-11	M	Santiago centro	1
RM	Sin vulnerabilidad	10-11	M	Providencia	1

La entrevista consistió en hacer preguntas que estaban vinculadas a distintos tipos de affordance, los cuales se muestran en la figura 34. Las entrevistas duraron entre 45 a 55 minutos cada una, dada la cantidad de preguntas y la interacción con tres robots distintos. Cabe destacar que el presente proyecto está enfocado en Sima robot por lo que sólo se describirán los datos obtenidos en la entrevista respecto a este robot.

Tabla 3. Construcción de la muestra a partir de rango etario, vulnerabilidad, sexo y comuna de la RM.

## Extracción de Affordance

Carmina Rodríguez propone poner en práctica el Modelo de la Affordance Social Comunicativa Actuada (Rodríguez-Hidalgo, 2020), dado que los robots sociales se entienden como un agente social lo que lleva a interacciones entre el humano y el robot y viceversa como se muestra en la figura 33. De manera importante, este paper propone que el proceso de creación de affordance entre humano y robot, pasa por una última etapa de affordance actuada (p. 57).

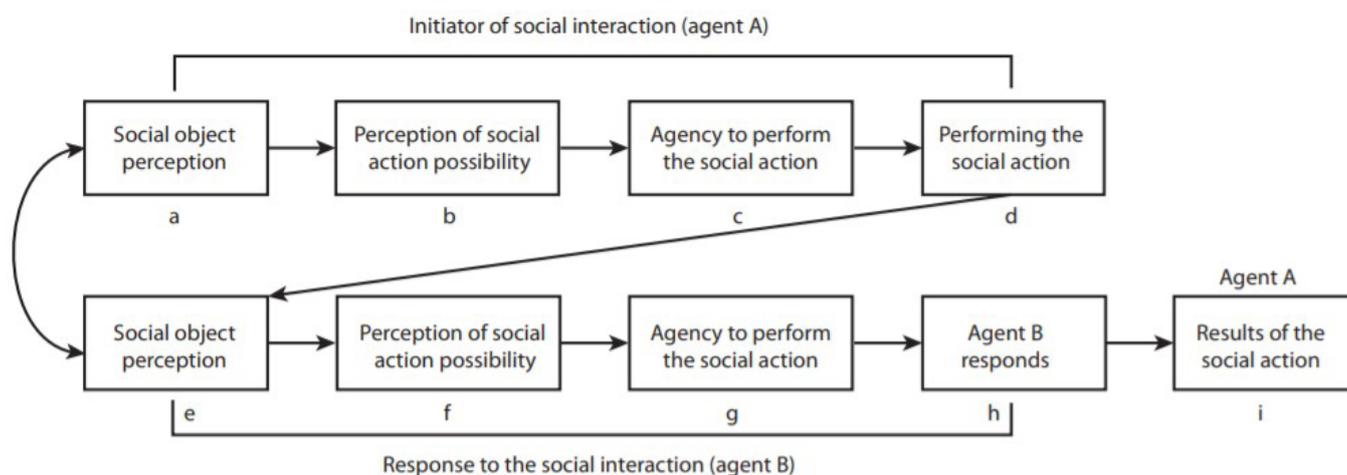


Figura 33. Modelo de la Affordance Social Comunicativa Actuada propuesto entre un humano y un robot social y viceversa (Rodríguez-Hidalgo, 2020).

Para poner en práctica el Modelo de la Affordance Social Comunicativa Actuada propuesto, en reuniones junto con el tesista, se decidió de manera empírica extraer distintos affordances con relación a las tecnologías y las comunicaciones, como los affordances imaginada, percibida y actuada, convergiendo en información valiosa para la disciplina del Diseño. Parte importante de este diseño de investigación empírica es el de extraer la secuencia de temporalidad en formación de affordances en la interacción humano robot, el cual es uno de los objetivos propuestos en el primer estudio del proyecto Fondecyt de Iniciación 11201300, dentro del cual esta tesis se enmarca.

Las etapas de la entrevista consisten como se muestra en la figura 34, en primer lugar, en extraer los elementos que se imaginan los niños y niñas sobre los robots sociales, es decir, entender el constructo sobre robot social (proceso de affordance imaginada). Pueden aparecer referentes del cine o la televisión, las acciones que desempeñan estos, características, materiales y formas, todo previo a ver directamente los robots del estudio. Una vez que describen al robot se les pide que lo dibujen.

Posterior a ello se les presenta el robot, este permanece de manera inactiva en donde se les pide a los usuarios que lo observen. Con esta medida se logra dilucidar qué elementos perciben del robot, que se imaginan que pueden hacer y de qué manera (proce-

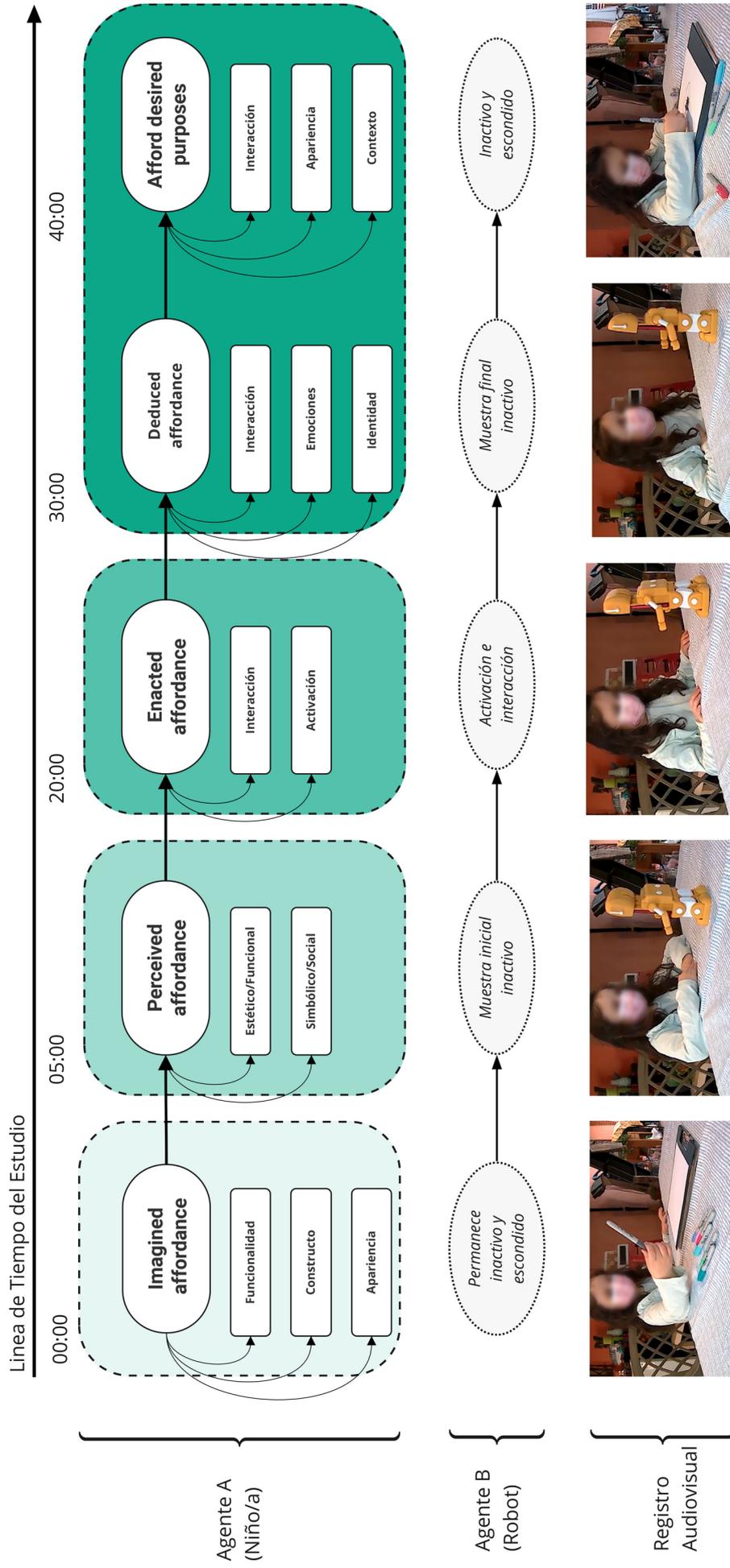


Figura 34. Modelo de operacionalización de la secuencialidad de affordances para el diagnóstico de Ux. Elaboración propia, basada en conversaciones con profesora co-guía y en Rodríguez-Hidalgo (2020).

so de affordance percibida). Acto seguido se le pide al niño cuales acciones le gustaría que el robot ejecutara (proceso de affordance actuada). Se acciona el robot con una técnica llamada dentro del HRI como el "Mago de Oz" en donde el co-entrevistador acciona el robot por medio de un celular y simula un funcionamiento de manera autónoma por parte del robot. Este método facilita la interacción entre la niña/niño y el robot haciendo la interacción mucho más fluida. Por último, se identifican qué cosas son demandadas por el/la usuario/a.

Una vez que el robot termina de interactuar con el niño o la niña, el robot se mantiene inmóvil y se procede a identificar las deducciones que nacen por parte del niño/a sobre las cosas que puede hacer el robot, por ejemplo, a nivel emocional, conductual y otros (proceso de affordances deducidos y emocionales).

Finalmente se guarda el robot y se les pide a los entrevistados que identifiquen lo que más les gusto de Sima, en donde lo ocuparían y las cosas que cambiarían de él (proceso de affordances propuestos). Para ello se les pide que hagan el último dibujo graficando las modificaciones y su contexto.

## 2) Diagnóstico

Posterior a las entrevistas se procede al análisis de estas, con el fin de identificar los insight de cada etapa de la entrevista- También se logró desprender un mapa de empatía del/la usuario/a, herramientas fundamentales para la Experiencia de Usuario enfocado en el HRI (Tonkin et al., 2018).

### Insight

El análisis de los affordances fueron elementos claves para el levantamiento de insight de diseño. Se entiende por insight como el descubrimiento de algo inesperado o tener una idea para responder de mejor manera un desafío de diseño (Combelles et al., 2020). En este caso se separaron los insight por tipo de affordances, los cuales se encuentran descritos en la tabla 4.

Affordance	Insight
<p><b>Imaginario (Sima permanece escondido e inactivo)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe una idea generalizada de que los robots sociales son para ayudar a las personas (ej: enseñar cosas, corregir cuando uno se equivoca) o para hacer tareas domésticas (ej: cocinar, ordenar los juguetes).</li> <li>- Hay una tendencia a pensar que los robots sociales hacen cosas similares a los asistentes virtuales controlados por voz como Alexa o Google home (hacer cálculos, contar cosas, buscar en internet, darle órdenes).</li> <li>- Los referentes del cine que se entienden como robot social son "Terminator y Star wars".</li> <li>- Los materiales de estos robots son metálicos.</li> <li>- Las formas imaginadas son más bien cuadradas y con extremidades delgadas.</li> </ul>
<p><b>Percepción funcional/estético (Sima aparece e inactivo)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por sus rasgos faciales, extremidades junto con sus articulaciones, se espera que camine, que corra, que recoja objetos, que baile y que hable.</li> <li>- No se reconoce que es un astronauta, pero por sus elementos de la pantalla esperan que enseñe los planetas o que muestre las constelaciones.</li> <li>- Describen la apariencia de Sima con una cara que es un celular con pies humanos o de Duplo o Ralph (un juego), sus manos de lego y en la parte trasera tiene una mochila.</li> <li>- No es intuitivo poder prender a Sima, no se encuentra el botón.</li> <li>- Se esperan las cosas que puede hacer un celular o que es más inteligente que un celular, como sacar fotos o reconocer caras, llamar a los amigos, jugar online y conversar.</li> </ul>
<p><b>Percepción social/simbólico (Sima aparece e inactivo)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sima es un agente de confianza, al que le contarían si están felices o si están tristes, creen que les ayudaría a olvidar sus problemas.</li> <li>- Entienden que no puede pensar por sí mismo, pero a su vez creen que sima tiene sentimientos dado que expresa emociones esto se ve como una característica aparte de la inteligencia.</li> <li>- Se refieren a Sima como un compañero, un hermano pequeño, un amigo, de buen humor, simpático, el cual le pueden contar cosas y jugar con él.</li> <li>- Es un agente social, al que identifican como un par.</li> <li>- Genera estatus a nivel social debido a que es novedoso y poco usual el uso de Robots sociales (sus amigos y sus padres se sorprenderán de Sima).</li> </ul>
<p><b>Emocionales (Después de la interacción)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando Sima se preocupa del usuario y cuando se interesa por las cosas que le gustan al usuario, esto les genera felicidad.</li> <li>- Se sienten ofuscados o frustrados cuando Sima muestra expresiones faciales negativas (tristeza y enojo).</li> <li>- Genera miedo a algunos usuarios por sus rasgos antropomorfos (pestañear, conversar).</li> <li>- Que el robot interactúe con el medio físico y se mueva les da satisfacción.</li> <li>- Sienten que Sima se preocupa de ellos/as y que los podría consolar si están tristes.</li> <li>- Si los colores son del agrado del usuario les causa alegría.</li> </ul>
<p><b>Actuados (Interacción con Sima)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le hablan a Sima como si fuera un par, un compañero. (saludo, despedida, les hacen preguntas).</li> <li>- Les cuesta tomar a sima ya que les transmite fragilidad.</li> <li>- Les dan órdenes para hacer cosas e indagar qué cosas puede hacer o no.</li> <li>- Tocan la pantalla de Sima, algunos entienden el icono (botón) con forma de viñeta para escuchar al usuario.</li> </ul>
<p><b>Deducidos (Después de la interacción)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bordea el valle inquietante por sus rasgos antropomorfos, como su cara, que pestañea y su similitud a un humano.</li> <li>- Sima puede enseñar distintas cosas las que más se nombraron son: matemáticas, astronomía, bailar, cantar, lenguaje, los países, dibujar y chistes nuevos.</li> <li>- Sima proyecta que tiene muchas capacidades, las mismas que tienen los usuarios.</li> <li>- Los usuarios proyectan las actividades que les gusta hacer con las cosas que quieren que haga sima (ej: dibujar, bailar, contar chistes).</li> <li>- Consideran que sima es bueno para caminar y que pueden salir a caminar al parque.</li> <li>- Los lugares más referidos en donde compartirán con sima son la casa y el patio.</li> <li>- Lo consideran delicado por lo que lo guardaría en un cajón o en sus mochilas.</li> <li>- Esperan que sima sea un narrador, para contar historias y chistes.</li> </ul>
<p><b>Propuestos (Cambios y/o adiciones después de la interacción)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esperan que mejore la fluidez de la conversación. (que responda más rápido)</li> <li>- Que tenga juegos integrados para cuando se aburren.</li> <li>- Que haga las cosas que le gustan a los y las usuarias: plantar, pintar, jugar a la pelota, caminar por el parque, agarrar cosas.</li> <li>- Que tenga más movimientos (tipos de movimientos antropomorfos: movimiento de cabeza)</li> <li>- Poder comunicarse con otras personas a través de sima.</li> <li>- Cambiar la voz a una más agradable (paralingüística).</li> <li>- Agregar botones para ejecutar acciones no habladas (elementos de inclusión).</li> <li>- Que tenga elementos de personalización: cambio de gorro, mochila cohete, armadura)</li> <li>- Integrar nuevas acciones como abrazar, saltar.</li> <li>- Algunos usuarios le cambiarían los colores a Sima (agregarle más colores).</li> </ul>

Tabla 4. Levantamiento de Insight

## Descripción del usuario

Dado que el/la usuario/a está definido/a mayormente por un rango etario, se creó un mapa de empatía a partir de la interacción con el robot.

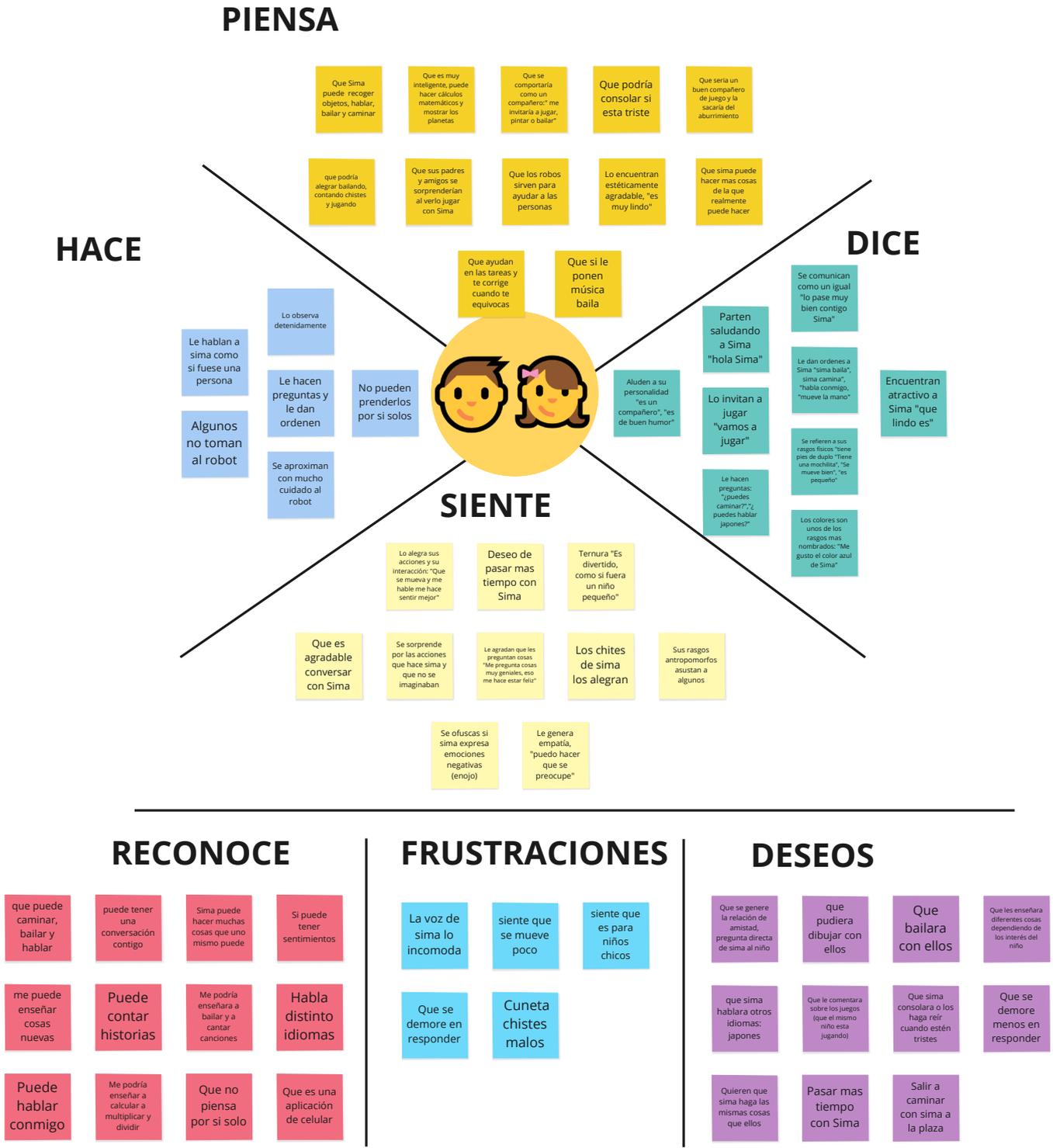


Figura 35. Mapa de empatía. Elaboración propia.

Los Aspectos más relevantes son:

- Piensa:

La visión generalizada sobre los robots es que sirven para ayudar a las personas. Existe una percepción por parte de los usuarios en donde la mayoría afirmó que sus pares y sus padres se sorprenderían de verlos jugar con robots por su nivel de novedad. Piensan que sería un buen compañero de juego y que los consolaría cuando están tristes.

- Hace:

Les cuesta acercarse al robot, porque lo encuentran frágil y novedoso. Pocos entendieron los botones que tenía Sima, les costó prenderlo y no encontraban los botones. La mayoría de los usuarios se encuentran estudiando online en sus colegios y tienen poca interacción social entre sus pares.

- Dice:

La mayoría le hacen preguntas sobre las cosas que puede hacer el robot, lo saludan y algunos le hablan como si fuese una persona igual que ellos/as. Lo describen, sus características más descritas son los colores, sus rasgos faciales y que es un celular.

- Siente

Las emociones que expresa Sima les afecta directamente, si son negativas se ofuscan y si son positivas lo encuentran agradable. Les agrada a las y los usuarios que el robot se interese por ellos/as, que les haga preguntas personales como qué cosas les gustan y les pregunten cómo están. Hay usuarios/as que expresan sentirse solos/as por el aislamiento de la pandemia, sintiendo que Sima podría ser una verdadera compañía y un verdadero amigo.

- Reconoce:

Sobre los movimientos de Sima, la mayoría reconoce que se puede mover y caminar a pesar de que no lo han visto haciendo eso. También reconocen que es un celular y que funciona desde una aplicación. El aspecto más llamativo es que piensan que Sima puede tener sentimientos y pensar por sí solo, lo cual no es real, pero si se percibe de esa manera.

- Frustraciones:

Dentro de las frustraciones una de las más nombradas son la voz de Sima, siendo escasos los elementos paraverbales lo que hace difícil entender algunos momentos, como cuando hace preguntas o cuenta un chiste. Otro elemento es la expectativa sobre los mo-

vimientos que tiene Sima, los cuales son acotados en la realidad. Las y los usuarios esperan que el robot tenga comportamientos similares a los humanos y sobre todo que pueda mantener conversaciones fluidas.

- Deseos:

Los y las usuarias desean que los robots hagan las mismas cosas que les gustan, como correr, jugar a la pelota, salir al parque, etc para ser un amigo o compañero. Les gustaría que Sima les potencie las habilidades artísticas o blandas como bailar, dibujar y contar chistes. También esperan que les enseñe cosas más concretas como los números y los planetas.

### 3) Co-Diseño

Dentro de las metodologías de la Experiencia de Usuario (Ux) en el HRI se menciona por distintos autores que la participación de la mayor cantidad de actores involucrados en el proceso de diseño ha resultado valiosa en otros estudios de HRI (Shourmasti et al., 2021; Tonkin et al., 2018), además el trabajo de co-diseño con niños y niñas para la creación de nuevas interfaces robóticas, está siendo cada vez más utilizada. Autores como San Oubari & Dautenhahn (2021) mencionan que los trabajos previos sobre el desarrollo infantil sugieren que los niños y niñas pequeñas pueden tener dificultades para verbalizar sus pensamientos sobre conceptos y acciones abstractas, como las capacidades para expresar ideas varían entre los distintos grupos infantiles, se recomienda que los métodos para generar ideas y recoger información sean sensibles a sus habilidades.

#### Recopilación de material artístico

Se lograron recopilar 18 dibujos en donde los usuarios plasmaron sus versiones de Sima con las modificaciones y el contexto en donde se lo imaginaban. A continuación, se presentan los dibujos más característicos y que abordan la mayor cantidad de elementos a analizar. (figura 33).

Se logró evidenciar que los niños y niñas esperan que Sima realice actividades de carácter vivencial, por ejemplo, se lo imaginan en contextos de confianza o de esparcimiento como en la casa o en el patio o en un parque. Por otra parte, se identificó que los y las infantiles proyectan que el robot realice actividades que a ellos les gustan, por ejemplo, jugar a la pelota o dibujar. Otro elemento que se evidencia es la customización de elementos físicos, como agregar gorros o una armadura. En algunos casos, algunos y algunas participantes indican que desean ocupar la mochila de Sima para transportar objetos, como peluches o mascotas.

Desde su desarrollo formal existen dos grandes tendencias, una que exagera su forma recta y otra que suavizan las aristas dejándolo mucho más orgánico. También algunos hacen referencia a su proporción o tamaño con respecto a ellos/ellas, muchos infantes indican que les gustaría que Sima fuese más grande e incluso más grande que ellos para poder jugar a otras cosas como el fútbol o basquetbol. Por último, hay dibujos que potencian sus rasgos antropomorfos estilizando su cuerpo y cambiando las proporciones de brazos, torso y cabeza.

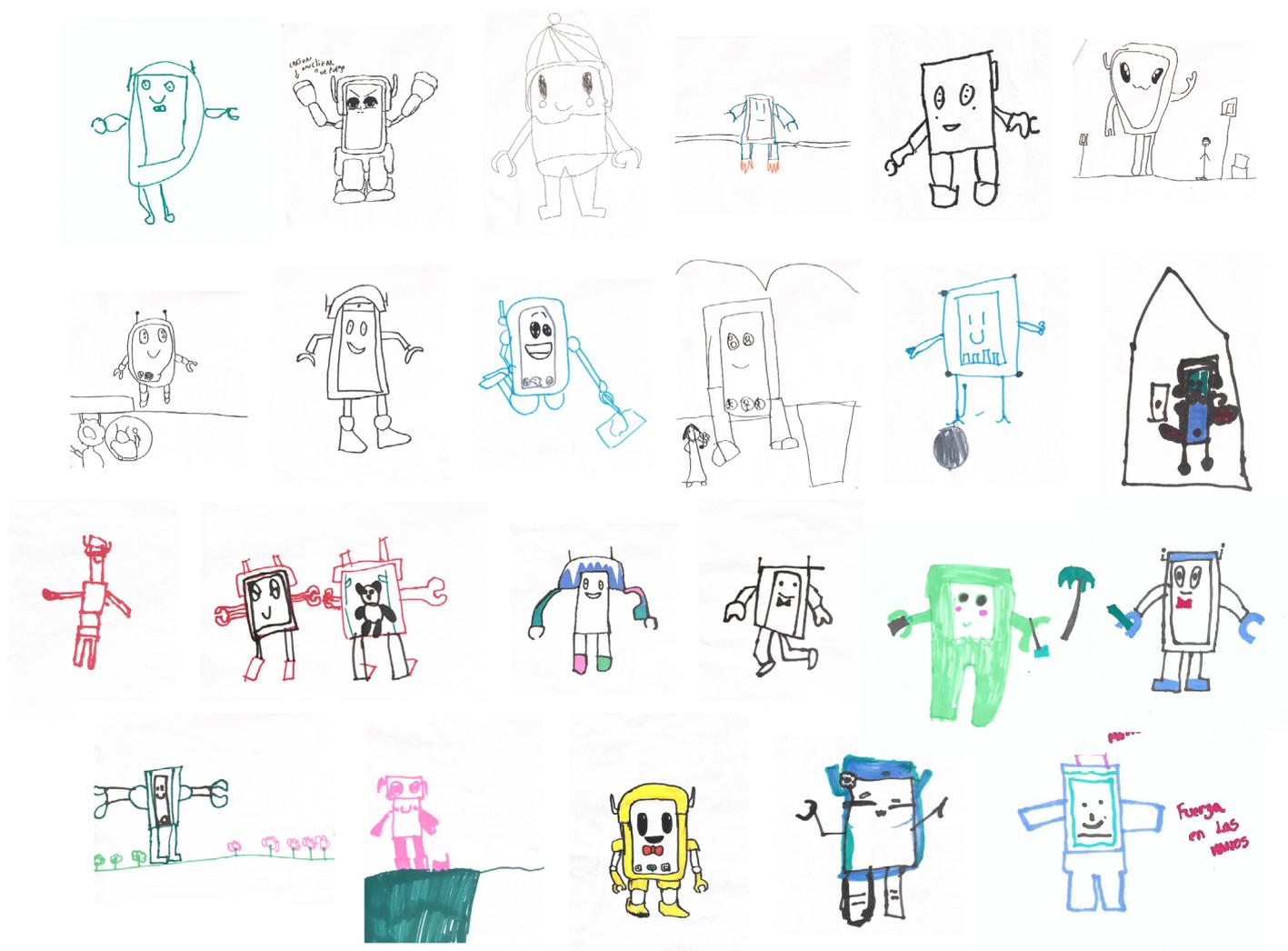


Figura 36. Recopilación de dibujos de los niños y niñas entrevistados.

## Creación de Interacción

La participación de los y las desarrolladoras se considera importante al momento de crear una nueva interacción, por esta razón, en conjunto con el equipo de Sima robot (Felipe Araya, Virginia Díaz, Hugo Araya y Angela Pineda, ver imagen 37), se proponen varias actividades o tipos de interacción para el uso del robot en casa. Dado los insight descubiertos con el levantamiento de información se tratan de potenciar las actividades de carácter vivencial, que potencien la imaginación, la creatividad y la motricidad en las y los niños.

Para decidir sobre que actividad desarrollar en Sima se usó el “Mapa de Criterio de Éxito” (ver figura 38), recurso tomado por los autores Tonkin et al., (2018) para discriminar entre todas las actividades y encontrar la más pertinente a desarrollar. Esta estrategia ayuda bastante al momento de tomar decisiones dado que, sus ejes miden nivel de complejidad de implementación v/s impacto. Las actividades propuestas en la lluvia de ideas:

Interacción	Descripción
<b>Asistente de estudio en casa</b>	Indica tiempo de estudio (método Pomodoro) con cronómetros y alarmas. Da ánimos entre tiempos y ofrece actividades (pasos de baile) o juegos en los break.
<b>Activación con Sima</b>	Jornada de activación por medio del estiramiento del cuerpo, movimientos específicos para estimular el estudio. (se activa cuando no hay interacción en un tiempo determinado)
<b>Relajación con Sima</b>	Actividad para la relajación del usuario, música relajante y meditación, búsqueda de la generación de confianza.
<b>Sima Pintor:</b>	Jornada de dibujo o desafío diario en donde aumenta la complejidad y/o enseñe a dibujar/pintar. Muestra de avances por medio de la pantalla/cámara de sima.
<b>Vamos de picnic:</b>	sima invita a pasear al patio o parque, con la intención de que el usuario le enseñe los distintos elementos de este.
<b>Sima Astrónomo:</b>	Jornada para aprender sobre los planetas y los astros, se pueden vincular las creencias astronómicas de los pueblos originarios.
<b>Sima Humorista:</b>	Cuenta chistes, trata de que el usuario también le enseñe un chiste. Cuenta historias cómicas sobre ser robot
<b>Sima Explorador:</b>	Invita a recorrer distintas partes de la casa, una forma de reconocer el espacio, llevando una actividad de desafíos y preguntas según el espacio.

Tabla 5. Lluvia de Ideas. Jornada con desarrolladores de Sima Robot. Elaboración propia.

La actividad escogida es: “Sima Pintor”. Esta actividad se eligió debido a el análisis de las restricciones que se encuentran actualmente en la plataforma de Sima knowledge y por las características del robot en las que no resiste a todas las condiciones ambientales como el agua o a grandes caídas. Se prefirió seguir con la línea del desarrollo artístico en casa y que Sima sea un motivador al dibujo. Además, el equipo de Sima había desarrollado actividades similares, que se podían modificar y adaptar para el objetivo de este proyecto.



Figura 37. Jornada de creación on-line de interacción de Sima Robot.

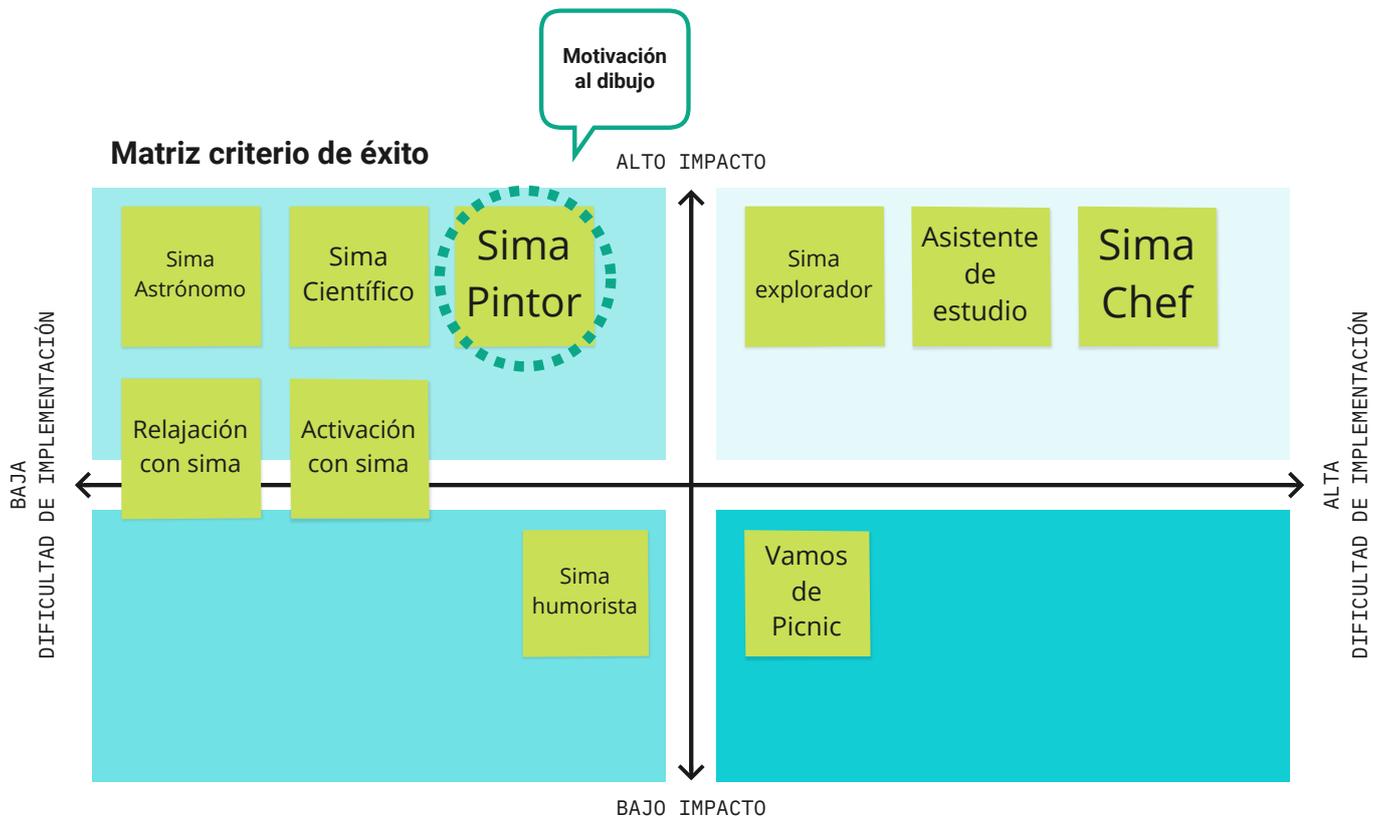


Figura 38. Matriz criterio de Éxito. Elaboración propia. Basado en Tonkin et al. (2018).

#### 4) Conclusiones

La forma en que comenzó este proyecto, enmarcado en un Fondcyt y conjugando con otras disciplinas, le dió otra perspectiva para la recolección de información y el levantamiento de criterios de diseño. Cabe destacar que la manera de evaluar affordances -en una entrevista semiestructura- con robot sociales, es innovadora más aún en la infancia, generando complejidades inimaginadas por el tesista al momento de entrevistar a niños y niñas. Dicho lo anterior, se logra evidenciar que los niños y niñas tienen bastantes expectativas sobre los robots y el constructo que existe en el imaginario es influenciado por el cine, dando referentes de películas como "Star Wars" y "Terminator", siendo seres metálicos con apariencia humana.

La diferencia de edad marca una distinción en la aceptación del robot, se logra distinguir que los/as usuarios/as de 7 a 9 años tiene mejor disposición a trabajar y seguir jugando con Sima versus los de más edad, que rápidamente se aburren y se frustran con la poca fluidez de Sima. Existen restricciones claras, manifestadas por las y los desarrolladores como por los usuarios y usuarias, como la fluidez en que responde Sima, el poco movimiento de su cuerpo y la falta de empatía que genera su voz.

Las actividades que son más atractivas para las y los niños son de carácter vivencial, proyectando sus actividades favoritas en el robot, por ejemplo, jugar a la pelota, pintar y bailar. Esto va acompañado con las expectativas que se generan al ver a Sima, al tener muchas articulaciones da la impresión que se puede mover libremente y realizar variadas actividades.

Se logra distinguir una identidad y personalidad particular, especialmente proyectada por los/as usuarios/as que es nombrada como "un compañero, un amigo, un hermano pequeño", en donde los rasgos del robot provocan ternura y empatía, esto se condice con lo que dicen autores como Belpaeme et al., (2013), en donde los niños ven a los robots como un agente igual que ellos.

Los y las usuarias esperan que Sima se comporte como un amigo o un compañero, la disposición para formar lazos de amistad con el robot es bastante alta y esperan de la misma manera que este sea amigable con ellos. El rol de Sima está más cercano a ser de índole amistosa, en donde pueden depositar confianza y encontrar contención de sus emociones. También se refieren a él como un agente de distracción y entretención.

Con relación a su apariencia, la mayoría de los/as entrevistados/as describen a Sima como un “celular con patas”, lo que es perjudicial para la formación de vínculos significativos y lo carga de expectativas relacionadas con las experiencias digitales, como la rapidez de respuesta y el acceso a información infinita encontrada en internet.

Es por esta razón que se propone un trabajo de personalidad e identidad del robot. Tonkin, et al. (2018) mencionan que la existencia de una personalidad particular en el robot se ha identificado como esencial y, por tanto, se considera un elemento que contribuye al éxito. También destaca que los/as usuarios/as pueden atribuir automáticamente una personalidad al propio robot, siendo esta atribución difícil de evitar y, de hecho, los autores aconsejan esperarla. Algunos/as autores/as también mencionan que el diseño de la personalidad también debe estar en consonancia con la experiencia prevista.

Como el siguiente proyecto está enfocado en mejorar la experiencia de usuario de Sima robot y entendiendo que la personalidad se transmite tanto por la apariencia como por su interacción, se propone mejorar la experiencia desde la modificación de su apariencia y vinculándola a una nueva interacción que sea coherente con las expectativas del usuario.

## 7

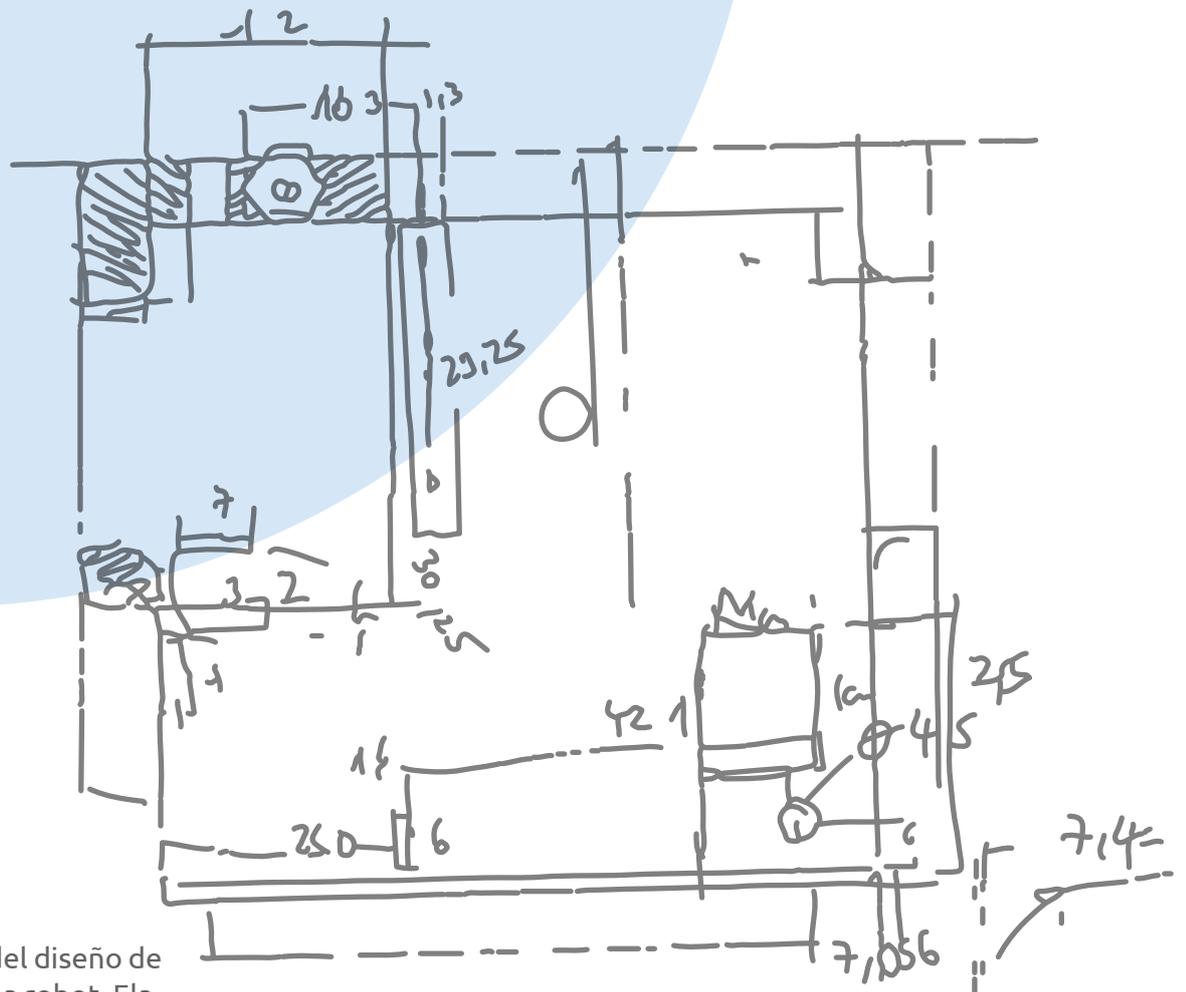
PROPUESTA DE  
DISEÑO

Figura 39. Bosquejos del diseño de la parte interna de Sima robot. Elaboración propia.

## 7.1 Objetivos

### Objetivos del Producto

- Generar experiencias positivas por medio de interacciones de carácter vivencial y apariencia amigable a los usuarios

### Objetivos Específicos

- Crear los principios de personalidad de Sima robot utilizando los datos sistematizados de las entrevistas, moodboard y storyboard.
- Promover la creatividad y el desarrollo de la motricidad fina en niños y niñas a partir de la motivación al dibujo. siendo Sima el mediador de la actividad.
- Aportar a la modificación de la apariencia de Sima robot, para que sea coherente entre la interacción y su personalidad.

### Restricciones de Diseño

Para diseñar dentro del marco técnico que dan las y los fabricantes, existen restricciones claras que tienen que ver tanto por la programación de la aplicación apps, como por las posibilidades de interacción que tiene actualmente Sima Robot, las cuales son descritas a continuación:

Restricciones
- Sima es programado por medio de dos plataformas una llamada Sima knowledge, pensada para los profesores y otra que es un motor de inteligencia artificial llamado Watson que solo acceden los desarrolladores.
- La voz de sima no se puede cambiar
- La fluidez de la interacción depende de la conexión a internet y además es lenta a pesar de tener todas las condiciones.
- Sus movimientos son limitados como bailar, caminar, saludar
- No puede agarrar cosas
- Funciona con un celular que es el cerebro de Sima
- Su batería dura una hora aproximado.
- Muchas veces sima no logra entender a los niños
- Sus actividades son programadas por los profesores y tienen que ser activadas para acceder a ellas.
- Su arquitectura interna considera 8 servomotor, una batería y una placa PCB.

Tabla 6. Restricciones de Diseño para el mejoramiento de la Experiencia.

## Requerimientos

Para poder cumplir con la propuesta de diseño, en donde se plantea potenciar la creación de experiencias positivas con Sima robot a partir del desarrollo de la personalidad y nuevas interacciones se genera una tabla de requerimientos y atributos que se dividen en aspectos prácticos, indicativos, hedónicos, simbólicos y económicos. Estos se ven expresado tanto a nivel de la experiencia como del producto.

Nivel	Requerimiento	Atributo
<b>Prácticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Que las actividades de sima sean de carácter vivencial.</li> <li>-Que sima traiga consigo los elementos para complementar la actividad.</li> <li>- Que se reconozca como un robot y no como elementos aislados.</li> <li>-Potenciar la interacción con elementos físicos entre el robot y el usuario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interacción enfocada a la motivación al dibujo.</li> <li>- Plantillas y lápices de colores.</li> <li>- Diseño de casco y brazos nuevos.</li> <li>- Integración del celular al cuerpo de Sima.</li> <li>- Adición de una mochila que contenga elementos que complementen las actividades de Sima.</li> </ul>
<b>Indicativos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Que tenga elementos que indiquen sus limitaciones y posibilidades.</li> <li>-Que su apariencia tenga una identidad clara.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicadores de carga y parlantes.</li> <li>- Disminución de articulaciones en los brazos.</li> <li>- Potenciar elementos como el casco y antenas.</li> <li>- Composición de colores blanco y celeste.</li> </ul>
<b>Hedónicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Que provoque empatía y ternura.</li> <li>-Que sea divertido y amigable.</li> <li>- Que provoque alegría y confianza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redondeo de forma.</li> <li>- Cambiar la forma y posición de los brazos.</li> <li>-Separar la cabeza del cuerpo con un nuevo casco.</li> <li>-Acentuar las antenas.</li> </ul>
<b>Simbólicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Que el robot reconozca el trabajo del niño.</li> <li>-Potenciar el vínculo de amistad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Que Sima deje registro de la actividad.</li> <li>- Reforzamiento positivo, evitar las expresiones negativas.</li> </ul>
<b>Económicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Que sima este enfocado a desarrollarse con un solo celular o pantalla.</li> <li>- Reducir la cantidad de piezas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuerpo adaptado a un tipo de celular.</li> <li>- Casco y brazos nuevos con menos elementos.</li> </ul>

Tabla 7. Requerimientos y atributos de diseño del producto y de la experiencia. Elaboración propia.

## 7.2 Diseño de los principios de personalidad e identidad de Robot

A partir de las metodologías propuestas por Shourmasti et al., (2021) y Tonkin et al., (2018), se aconseja llegar a un Rol Mínimo Viable dado que el robot puede ser considerado por las y los usuarios como un actor social. Se busca generar las directrices de ésta a partir de las preguntas Quién, Qué y Cómo, para definir la personalidad del robot como se muestra en la tabla 8. A partir de los principios de personalidad se creó una descripción de la personalidad, un moodboard, storyboard y croquis conceptuales. En primer lugar, se trabajó el "Qué", se enumeró lo que debería hacer el robot según las expectativas sobre Sima en la función específica, de forma muy parecida a la descripción de un trabajo. Luego se describe el "Quién" a partir de la descripción de la función y los valores que proyecta Sima, con esto se obtuvieron los rasgos de la personalidad más adecuados para la descripción de la función. En tercer lugar, se describe "Cómo" debe interactuar el robot, basándose en su personalidad y en la descripción de su papel. En esta fase también se decide el diseño de la identidad del robot. Esto se trabaja de manera similar al diseño de la identidad corporativa: la aplicación de colores y elementos visuales.

Directriz	Descripción
<b>Qué</b>	<i>Guía de actividades, que potencien la creatividad de los usuarios. Compañero de juego que acompañe y genere confianza.</i>
<b>Quién</b>	<i>Servicial, curioso, paciente, agradable, alegre, falible y amistoso</i>
<b>Cómo</b>	<i>Crear la sensación de que es diferente a los humanos, de forma divertida y humilde. Proponer actividades que motiven la imaginación y las formas de expresión de estas. Dar constantes refuerzos positivos y demostrar interés por las cosas que dice y hace el usuario.</i>

### 1) Descripción de la personalidad:

*"Sima Robot" es un cibernauta, servicial con las personas que interactúan con él, es curioso y se interesa por los humanos, es tolerante y paciente. No se ofende y respeta las opiniones de todos. Sima es amante de la verdad y su condición de robot lo trasmite de manera divertida a los otros, siempre sincero con la información que dispone sin dejar de ser agradable. Extrovertido con mucho entusiasmo, en donde siempre está dispuesto a compartir, jugar, contar una historia o un chiste para complacer a sus compañeros humanos. Amistoso con quien se encuentre frente a él".*

Tabla 8. Principios de personalidad de Sima Robot. Elaboración propia.



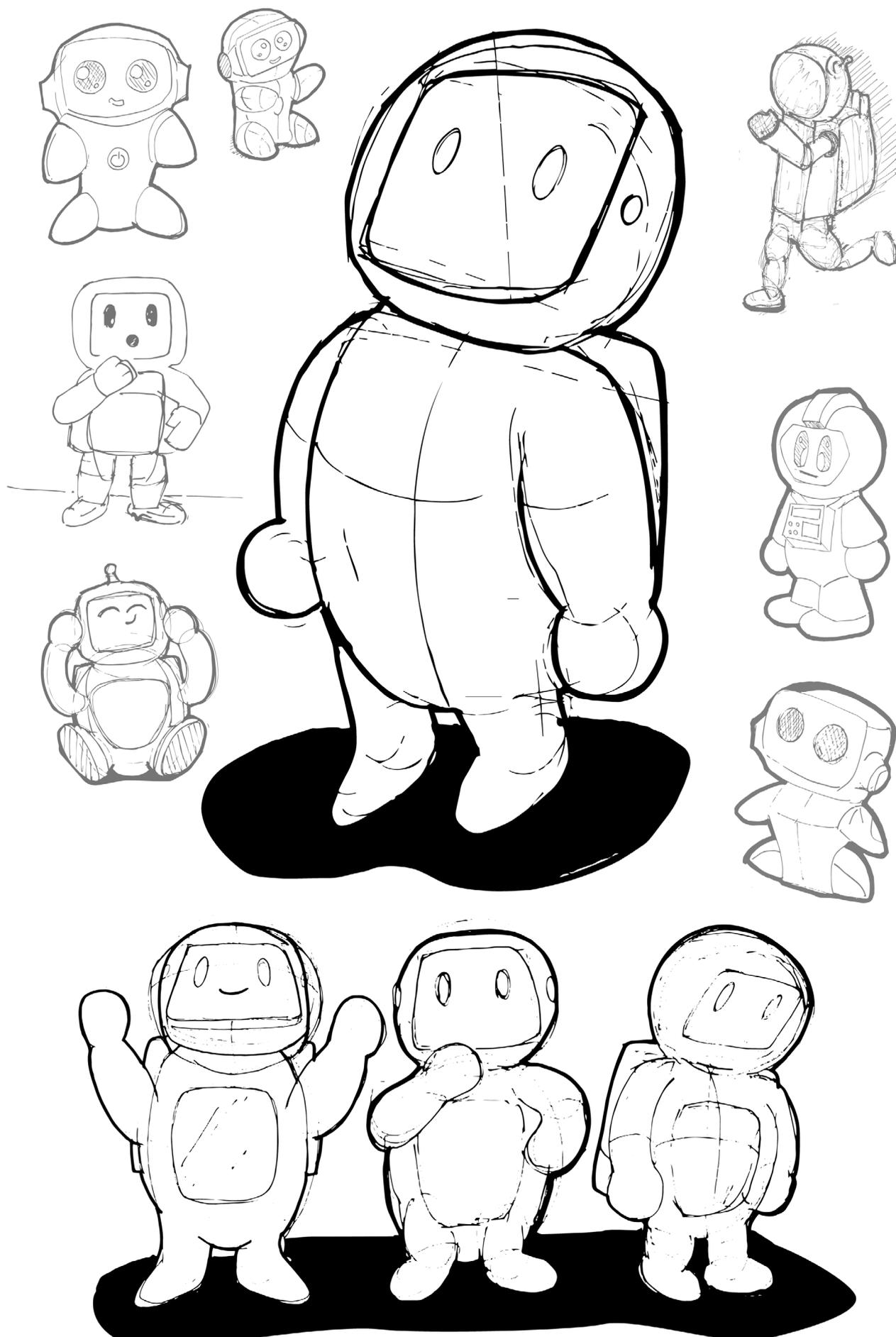


Figura 41. Croquis conceptuales de la tangibilización de la personalidad de Sima Robot.

### 3) Storyboard

También se necesitó de un storyboard que representara las escenas principales de como sería la interacción y la demostración de la personalidad de Sima. (ver figura 42)

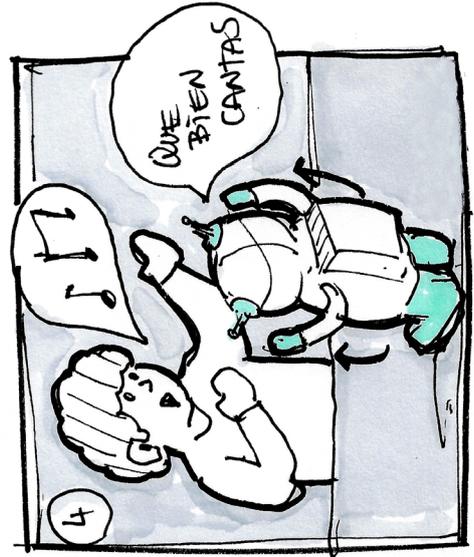
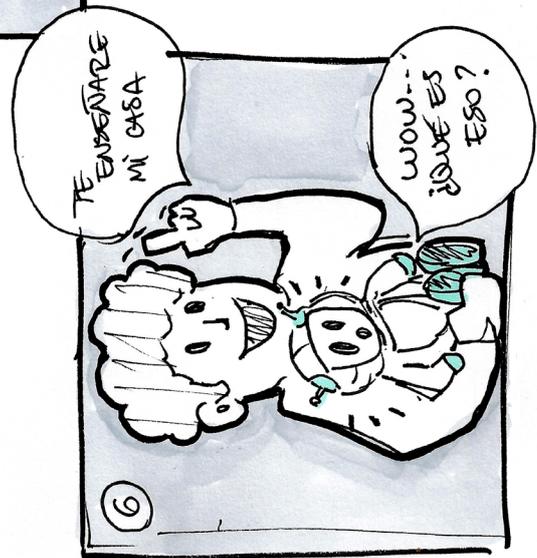
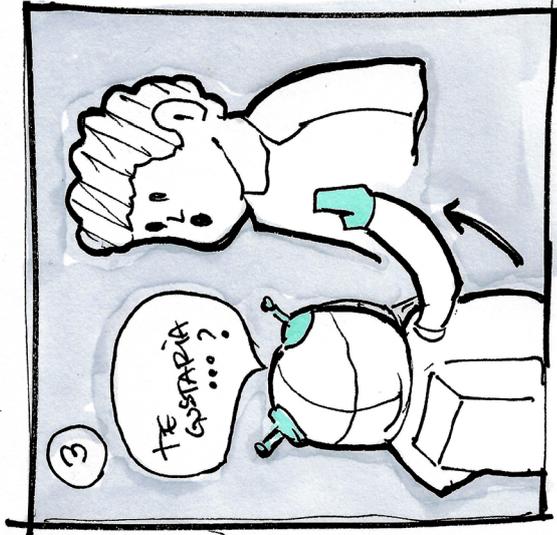
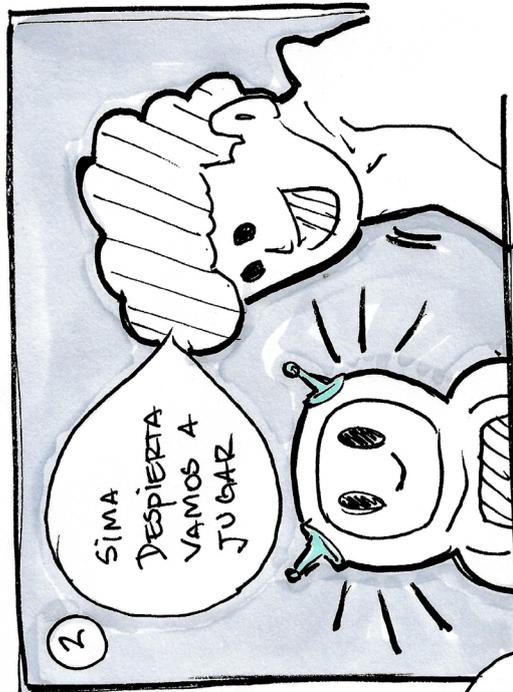
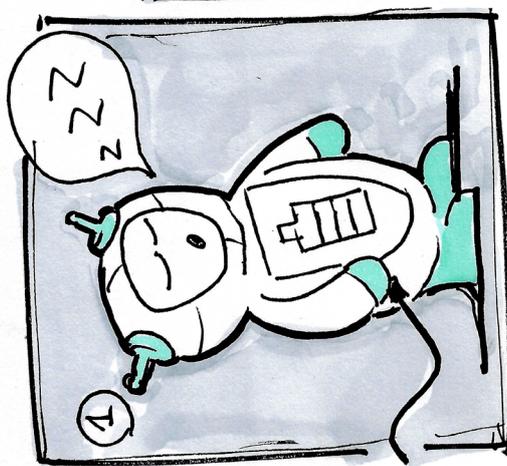
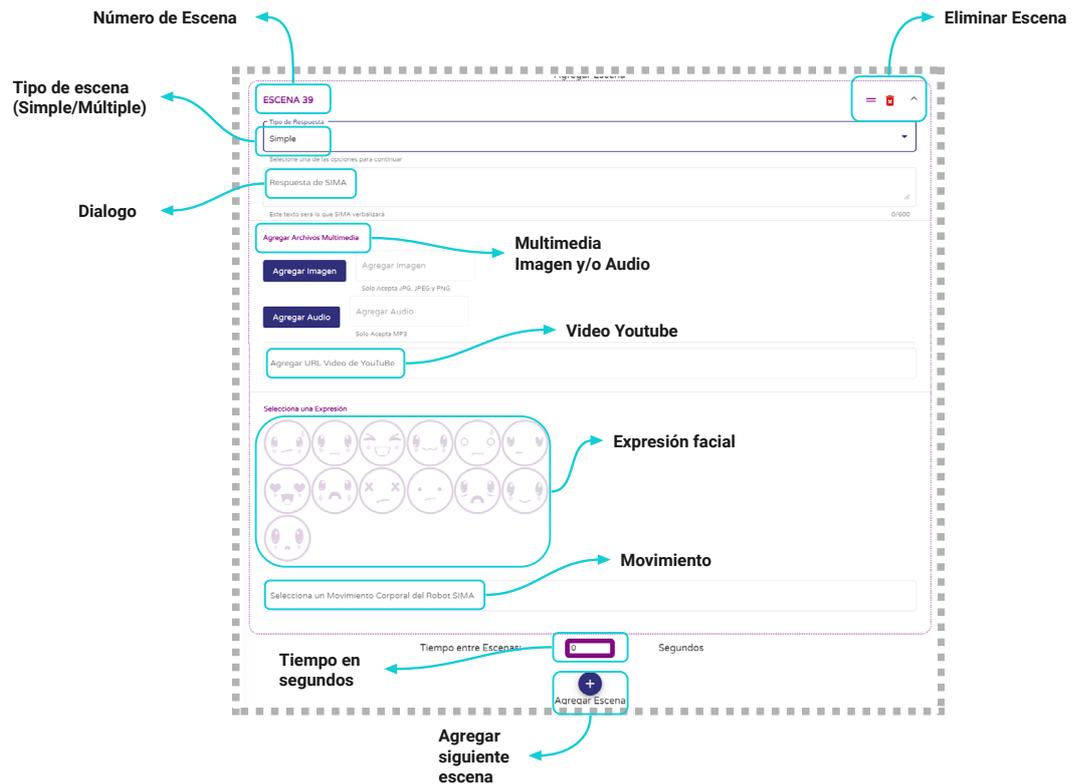


Figura 42. Storyboard contando la interacción proyectada con la personalidad de Sima. Elaboración propia.

## 7.3 Interacción

Para la nueva interacción se ocupó el programa de Sima Robot llamado Sima Knowledge, pensado para que las y los profesores hagan sus jornadas de aprendizaje con Sima. Esta plataforma da la opción, por medio de escenas, de poder dotar a Sima de expresiones faciales, movimientos, diálogos, preguntas de selección múltiple, imágenes, videos de YouTube y sonidos, tal como se muestra en la figura 43.



La personalidad del robot se ve representada además de la apariencia en su manera de interactuar con los usuarios, es por esta razón que se agregaron elementos tanto en los diálogos como en las acciones que hace el robot.

Los elementos que se destacaron en la nueva interacción son los siguientes:

Para la representación de que el robot es falible, es decir, que se puede equivocar, funcionar correctamente va en la explicación de sus acciones de manera humilde como: “ayúdame a no caer” (mientras camina) o “yo no tengo sueños, me podrías contar uno” (actividad para la motivación al dibujo).

Para marcar la diferenciación de los humanos se incorporaron frases divertidas y humildes como, por ejemplo: “estoy con mis baterías llenas listo para comenzar”, “yo no tengo sueños porque soy un robot”.

Figura 43. Plataforma de Sima Knowledge y sus posibilidades de programación. Elaboración propia.

La generación de confianza se logró a partir de las expresiones y reforzamiento positivo constante como: “eres todo un artista”, “recuerda que todo lo que hagas está bien, estamos aprendiendo”, “me encanto aprender más de ti”

Las actividades propuestas por Sima son de carácter lúdico, por lo que la forma de introducirlo a las actividades es a partir del interés de conocer al/la usuario/a. Se propone que siga diálogos del siguiente estilo: “Me gustaría aprender más de ti hoy es un buen día para que dibujemos ¿te gustaría dibujar conmigo?”

Finalmente, para reforzar el interés del robot por las cosas que hace el/la usuario/a, Sima dice: “Quiero sacarle una foto a tu dibujo ... ¿Me dejas?” (activando la cámara), dejando registro del trabajo.

Se agregaron sonidos y música para reforzar una idea, y aportar a la construcción del ambiente requerido para la inspiración al momento de introducir la actividad y durante su desarrollo. Un ejemplo de esto es: sonido de arpa para indicar que hay que imaginar y cerrar los ojos, sonido de lluvia mientras cuenta una historia en donde se pone a llover, sonido de aplausos cuando muestra el/la usuario/a su dibujo a Sima, se activa una canción del compositor de piano Yiruma para mejorar la concentración del/la usuario/a mientras dibuja.

La interacción de Sima con la usuaria o usuario se basará en la actividad que consiste en la motivación al dibujo. Esta actividad se llama “Pintemos con Sima” en la que, a partir del relato de historias y el recuerdo de sueños, motivan al usuario a expresar en el papel lo que ellos y ellas se imaginan. Autores como Arturo Saúl Mujica Jim, (2012) refuerzan esta idea contando los aportes que significan hacer este tipo de actividades: *“Esto permite desconectarse del proceso de desarrollo del apunte y de la respuesta verbal del hemisferio izquierdo, el cual se especializa en descalificar el esfuerzo creativo dibujístico. Se da paso entonces a los procesos del hemisferio holístico, sensible, el lado creativo del cerebro”*. Además, se decide agregar plantillas que ayuden a complementar la obra hecha por el/la usuario/a y el mismo autor, nombrado anteriormente, lo que considera un recurso que ayuda a aumentar la confianza en sí mismo como seres creativos.

# PROTOTIPADO Y TESTEO

# 8

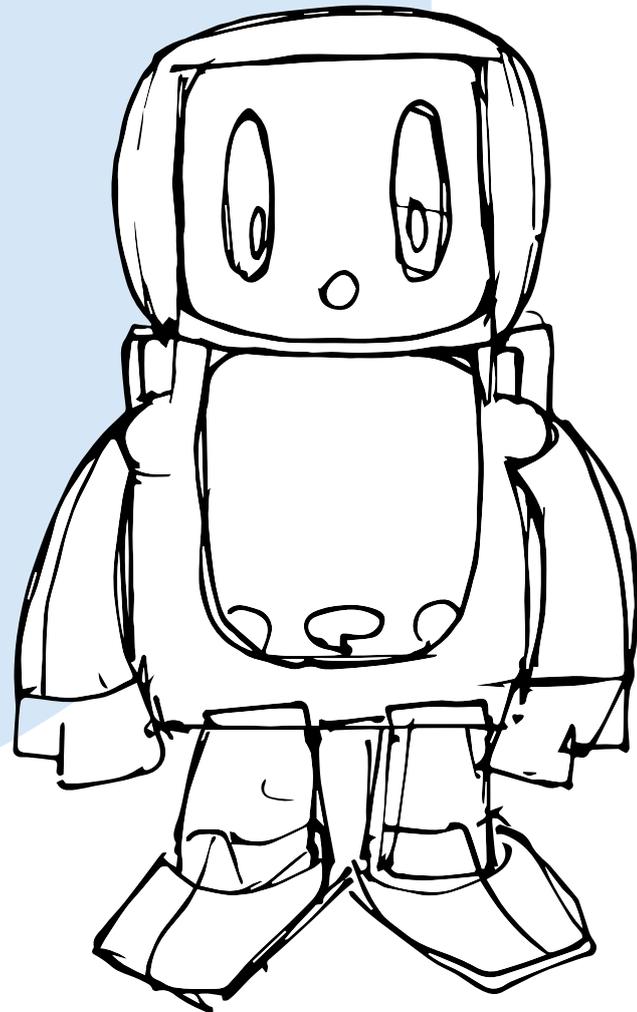


Figura 44. Croquis en búsqueda de la nueva apariencia de Sima Robot.

En el siguiente capítulo, se describe cómo se llevó a cabo el trabajo formal por medio de croquis y modelos de espuma, al igual que el modelado 3D de las piezas definitivas, con sus respectivas iteraciones para llegar a la construcción del robot definitivo.

## 8.1 Desarrollo Formal

En esta etapa se materializan los requerimientos, junto con la propuesta conceptual y los elementos extraídos del codiseño con las y los usuarios, acercándose a las dimensiones y volúmenes adecuados para mantener la arquitectura interna de Sima robot y destacando los elementos que se tiene que adicionar o cambiar. (ver figura 45 y 46).

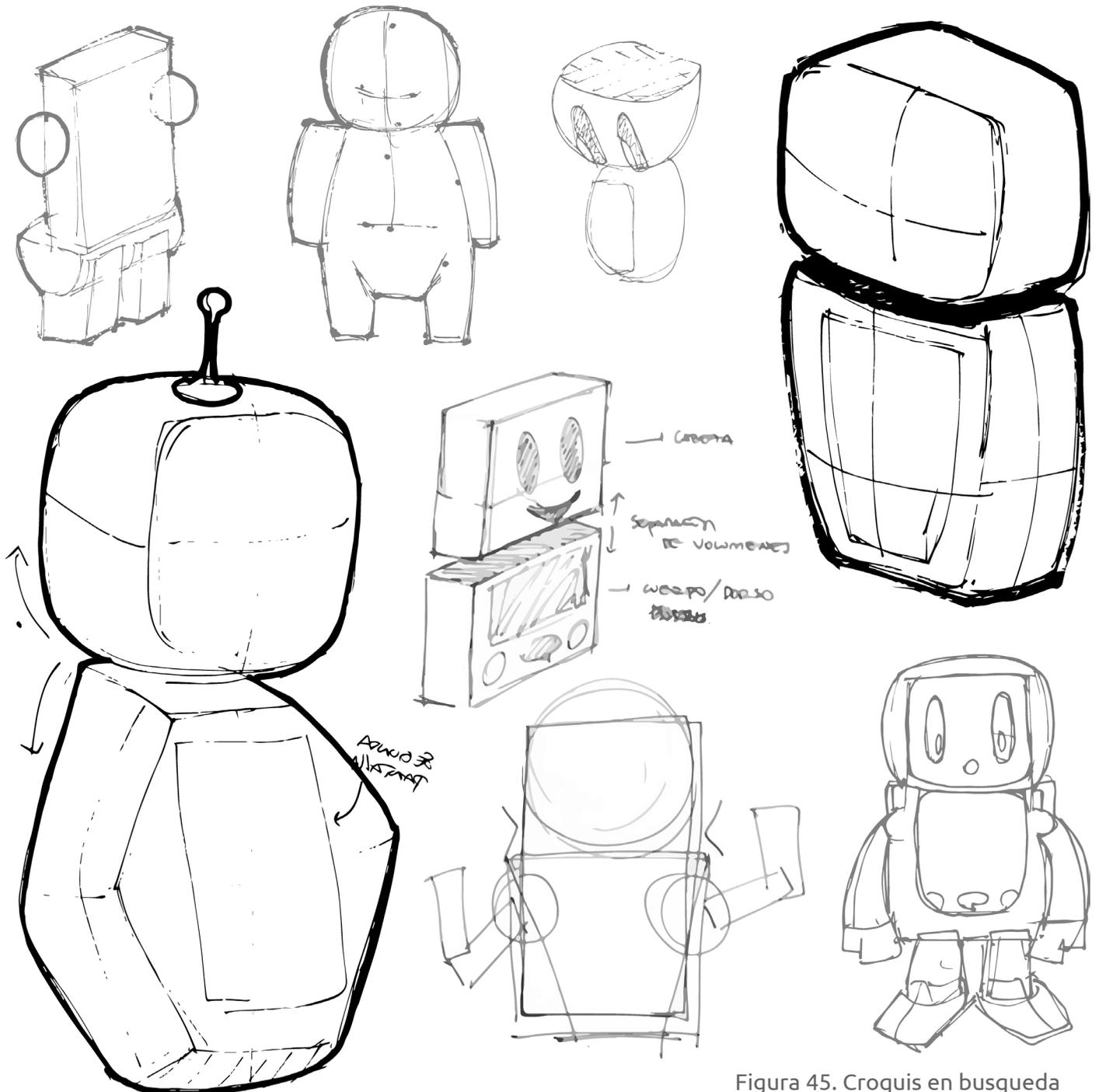


Figura 45. Croquis en búsqueda de la nueva apariencia de Sima Robot.

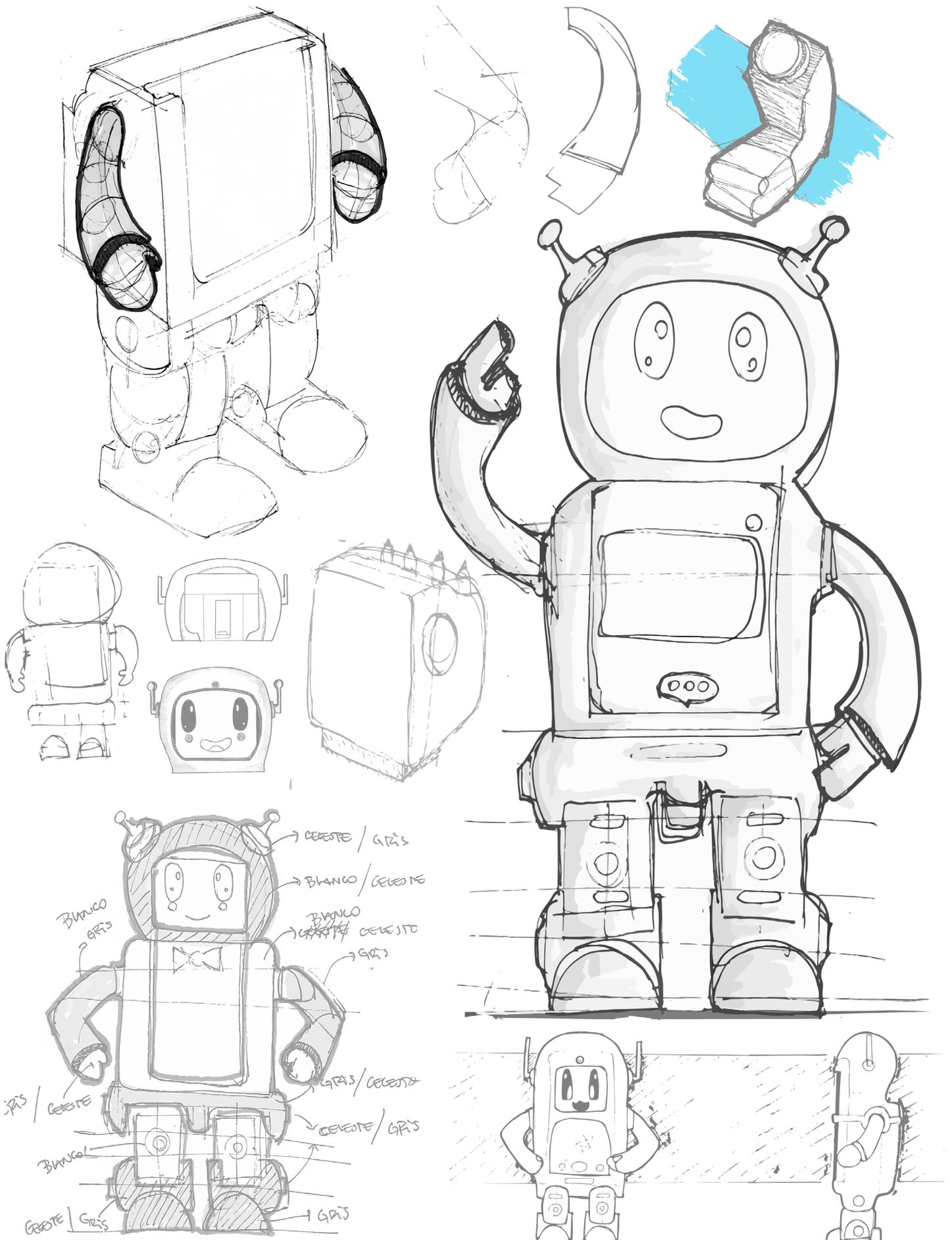


Figura 46. Croquis en búsqueda de la nueva apariencia de Sima Robot.

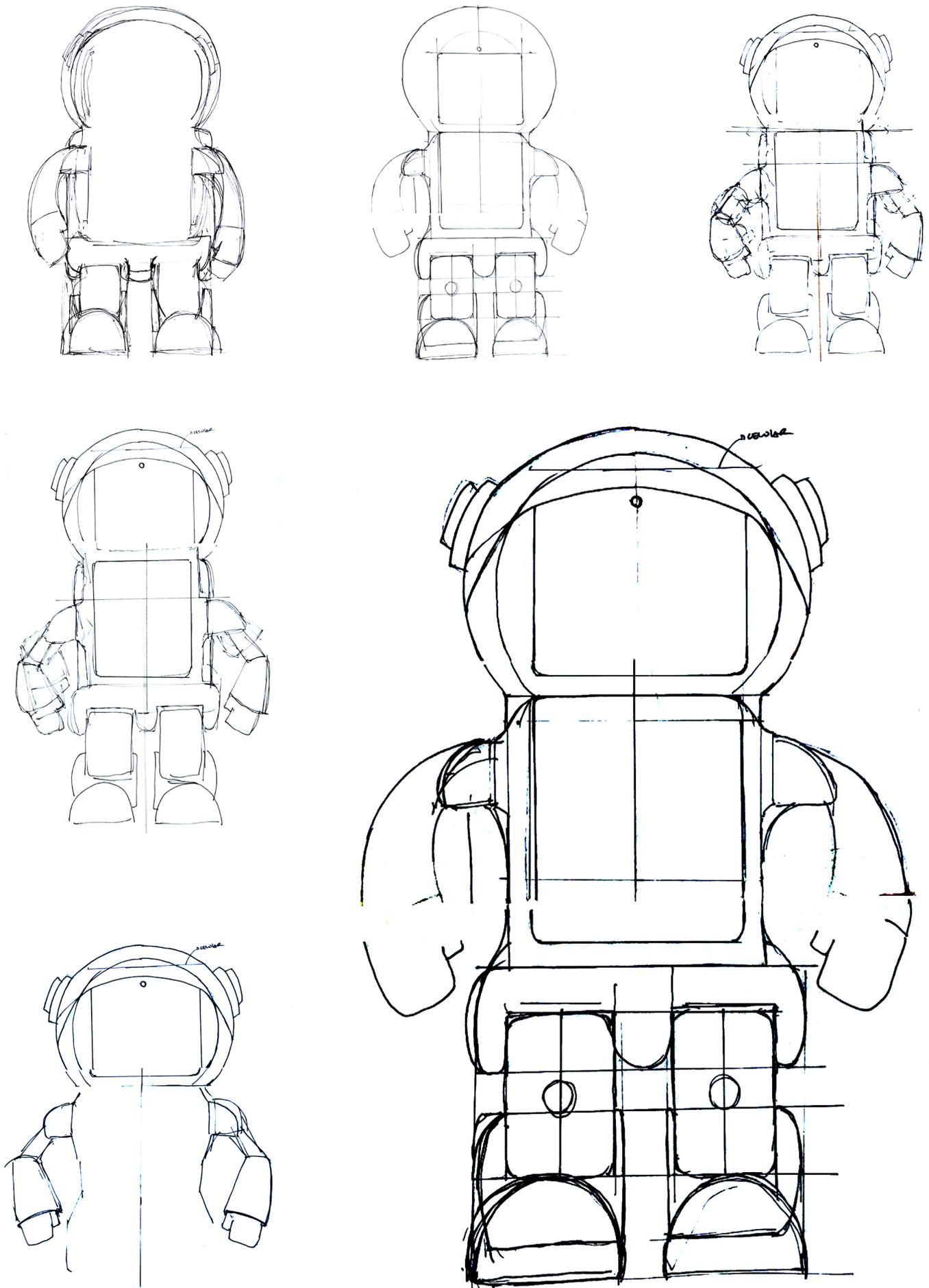


Figura 47. Dibujo a escala 1:1, apoyo para el diseño de las partes de Sima, la creación de modelos en espuma y posterior modelo 3D.



Figura 48. Trabajo con espuma oasis y post tratamiento con cola-fría y pintura esmalte blanca.

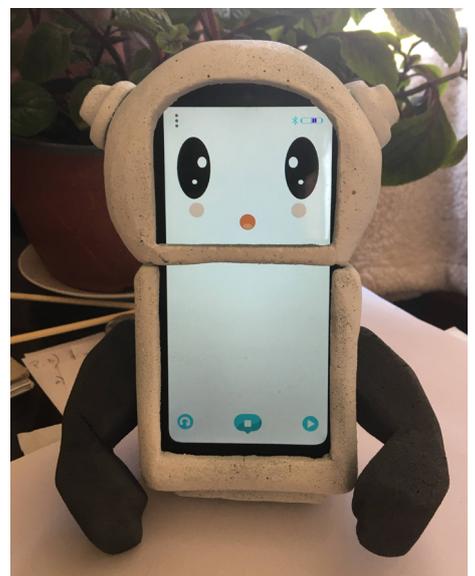
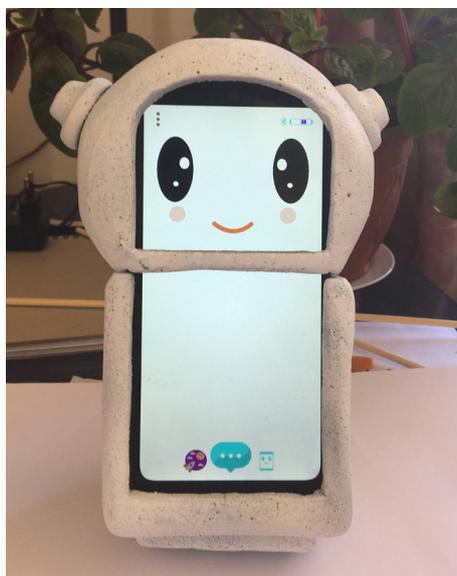
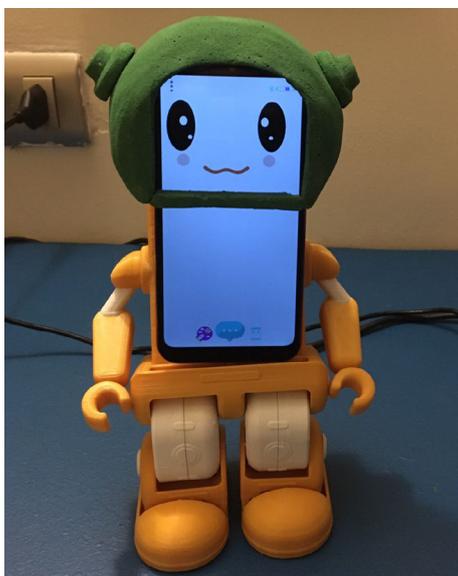
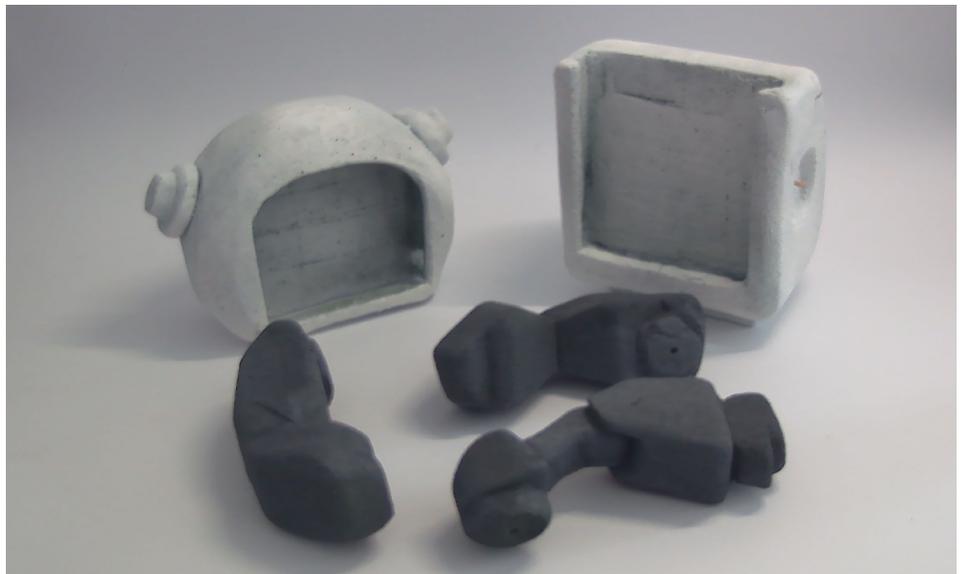
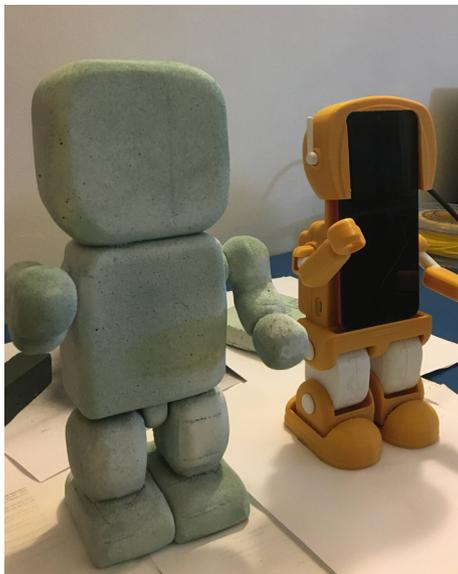


Figura 49. Aproximacion al volumen, proporción, y elementos de la nueva apariencia de Sima robot.

A partir del trabajo formal se decide por modificar los siguientes elementos:

- La composición de colores son necesarios de modificar para reforzar la idea de la personalidad de un ser interespacial y/o inter-nauta, usando el blanco como color predominante y complementando la composición con colores claros que vayan acorde con la personalidad.

- Esconder el celular para bajar la expectativas que entrega este dispositivo y hacer una separación del cuerpo con la cabeza del robot, por medio de rasgos del casco y el cuerpo. Esto permitirá la distinción de las funcionalidades entre ambas.

- Para disminuir lo complejo que conlleva la posibilidad de que cualquier celular sirva para el cuerpo de Sima, se decidió por ocupar un solo modelo de celular, el cual es uno de los más ocupados por el equipo desarrollador, dado su gran tamaño de pantalla y fácil acceso económico. El modelo de celular es el Moto 6s de la marca Motorola.

- Modificar los elementos de la cadera hacia arriba, es decir: brazos, cuerpo, mochila y casco, por ser los rasgos más visibles y menos expresivos. Se consideró -además- que las piernas, tobillos y pies del robot son elementos complejos de modificar, por su arquitectura interna, cantidad de servos y unión entre ellas.

- Subir la posición de los brazos de Sima para estar más cercanos a la cabeza y transmitir ternura. Se generó una proporción más armoniosa y antropomorfa.

- Reducir la cantidad de elementos en los brazos, además de hacerlos más expresivos, logrando de manera orgánica una armonía entre los elementos rectangulares y cubos del robot.

- Se modifican las antenas, este es considerado un elemento estético que aporta a la personalidad del robot, en donde se aumenta su tamaño y se modifica su posición.

- Para amplificar el sonido, se crea un canal en donde se dirige el sonido para evitar problemas de audio.

- Agregar íconos que refuerzan ciertas condiciones y características del robot que se encuentran necesarias para indicar en donde se carga el robot y por donde sale el sonido.

- Para potenciar las experiencias vivenciales, se agrega un compartimento en donde están incluidos los lápices y las plantillas que se utilizan en la actividad "Sima Pintor". Este compartimento, a modo de mochila, aumenta el volumen del cuerpo lo que aporta a la sensación de estabilidad y ternura.



Figura 50. Elementos utilizados para el trabajo formal.



Figura 51. Construcción del casco en espuma oasis.

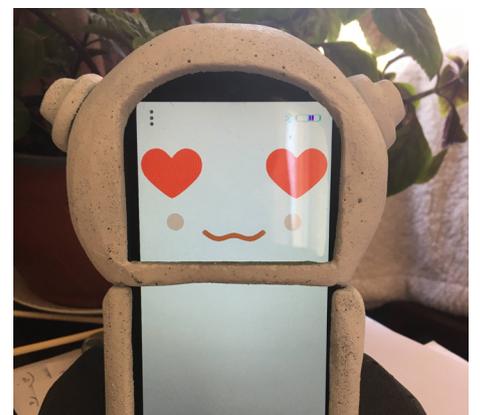


Figura 52. Montaje y disposición de elementos como brazos, celular, casco y cuerpo.

## 8.2 Prototipo Digital

Para esta etapa se ocuparon los modelos originales de Sima robot para mantener la arquitectura interna lo más similar posible. A pesar de ello, los modelos 3D se construyeron desde el inicio para evitar desprolijidades en los archivos y posibles errores de ensamblaje. A continuación, se muestran los archivos definitivos con sus medidas generales. Para este proceso se ocuparon programas de modelado 3D llamados Rhinoceros 6 e Inventor 2020 los que se complementaron para lograr piezas con ensambles geométricos y mecánicos. En particular, para lograr las piezas más orgánicas se hizo un trabajo de superficies con Rhinoceros y para mantener la arquitectura interna y modificar la posición de los servos se ocupó el Inventor. Cabe destacar que se tuvo que iterar bastante para lograr el ensamble correcto de todas las piezas junto con la búsqueda de coherencia entre las partes como se muestra a continuación.

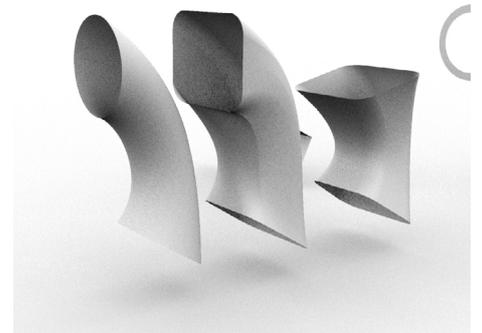


Figura 53. Construcción de curvas para la modificación de los brazos.



Figura 54. Iteración del casco de Sima Robot.



Figura 55. Casco definitivo con antenas.



Figura 56. Brazos definitivos con sistema para ensamble de manos y motores.

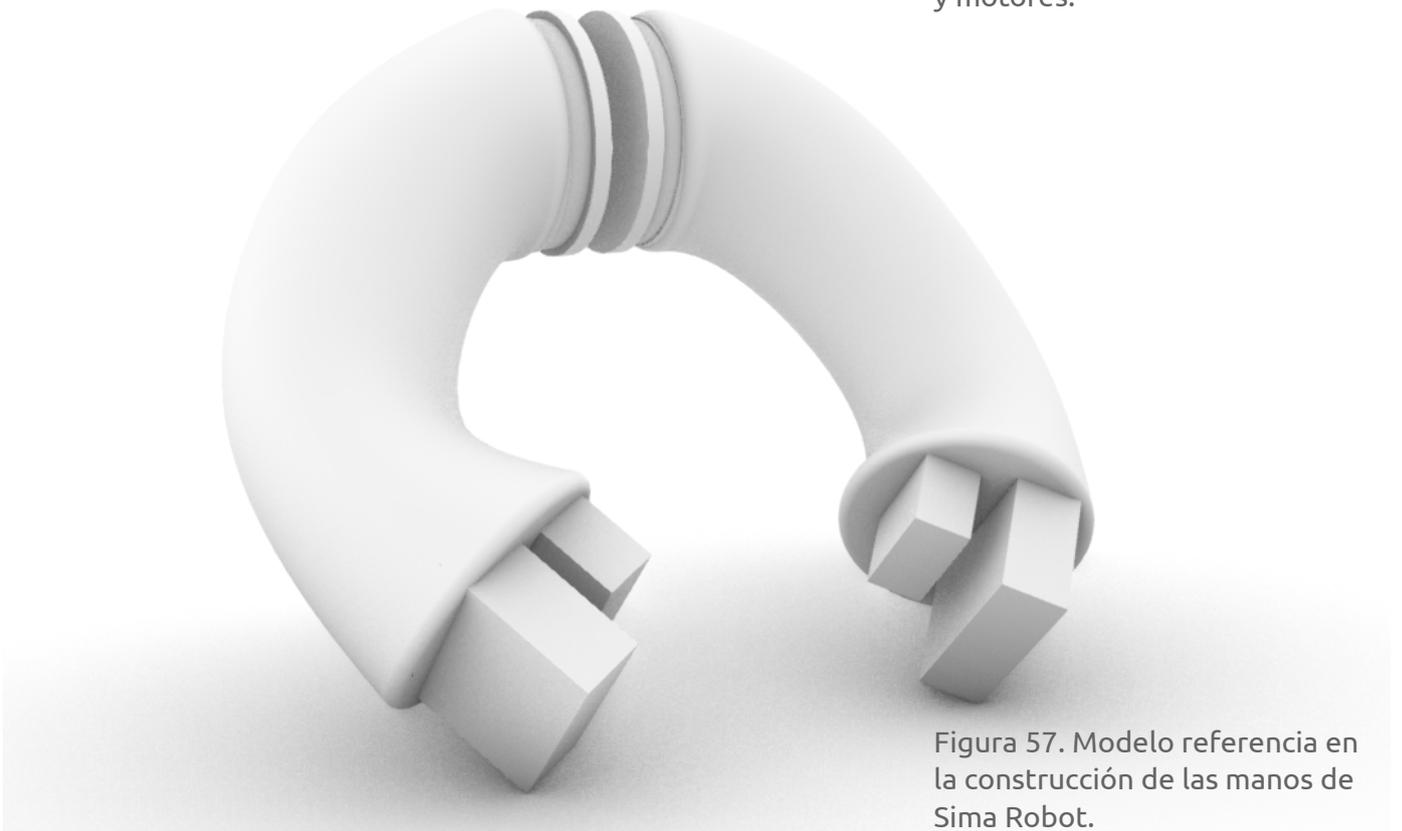


Figura 57. Modelo referencia en la construcción de las manos de Sima Robot.

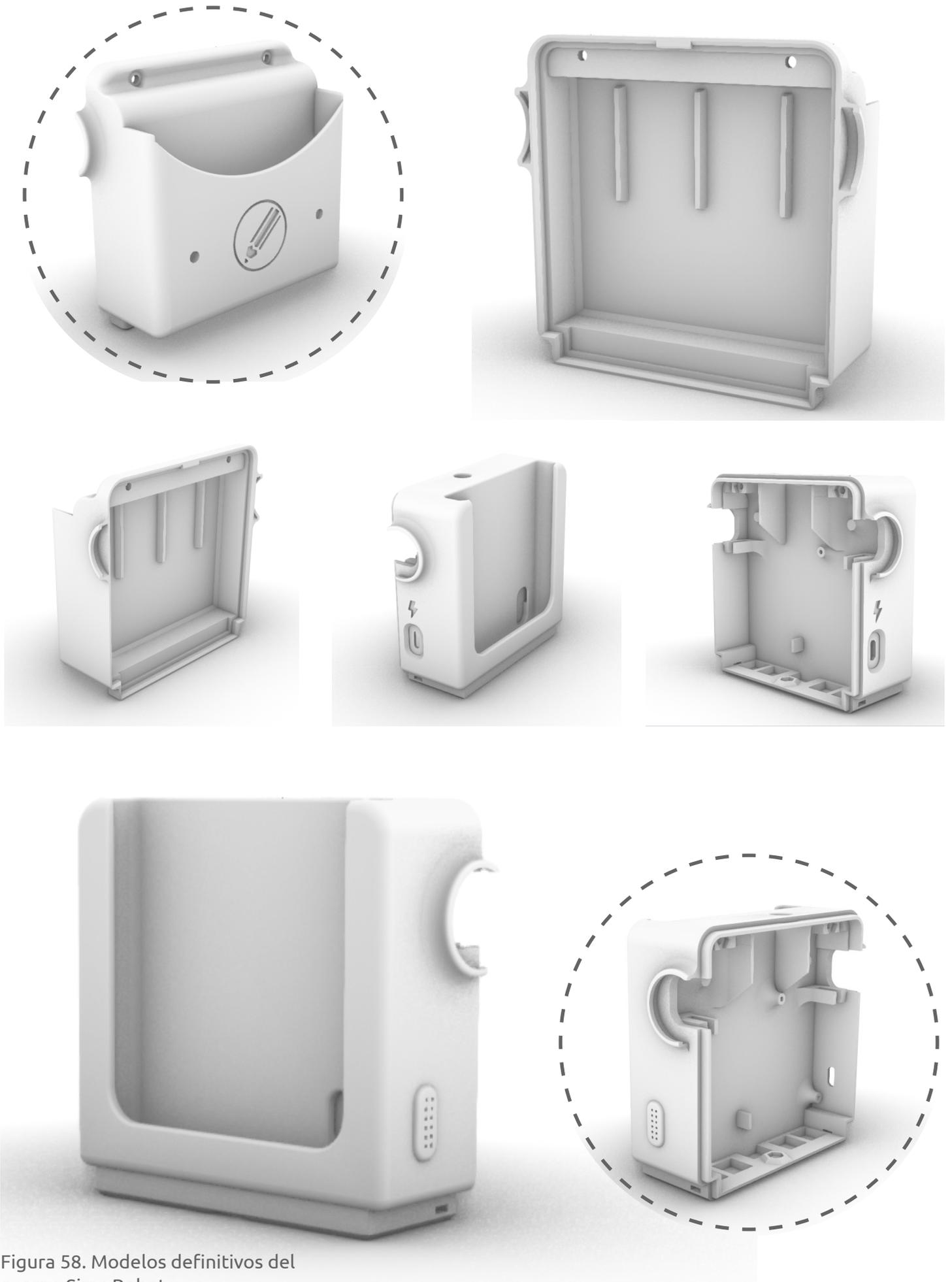


Figura 58. Modelos definitivos del cuerpo Sima Robot.

### 8.3 Producto Final

Para lograr el producto final se necesitó hacer calzar todas las piezas electrónicas dentro de la nueva apariencia de Sima. Se logró resolver los últimos detalles que consistían en la incorporación del botón de encendido del cuerpo robótico, la fijación de la placa PCB junto con el correcto ensamble de los servos a la placa y su batería. Posterior a ello, se logró calibrar los motores para que se mantenga estable y se mueva correctamente. Finalmente se hacen pruebas de todos sus movimientos: caminar, saludar, bailar y hablar, lo que da pie para programar la actividad en Sima Knowledge y poder realizar el testeo final.

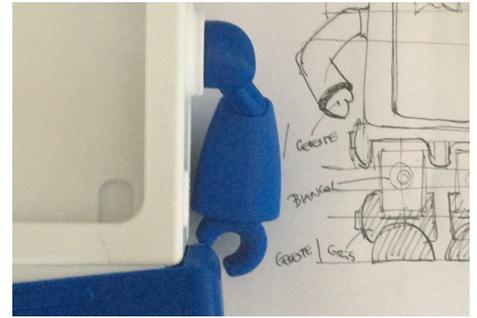


Figura 59. Últimas modificaciones para el ensamble de piezas.

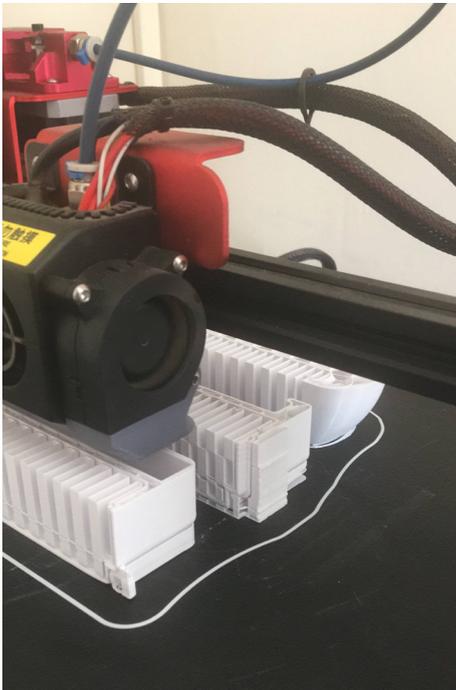


Figura 60. Impresión 3D, de las piezas finales.

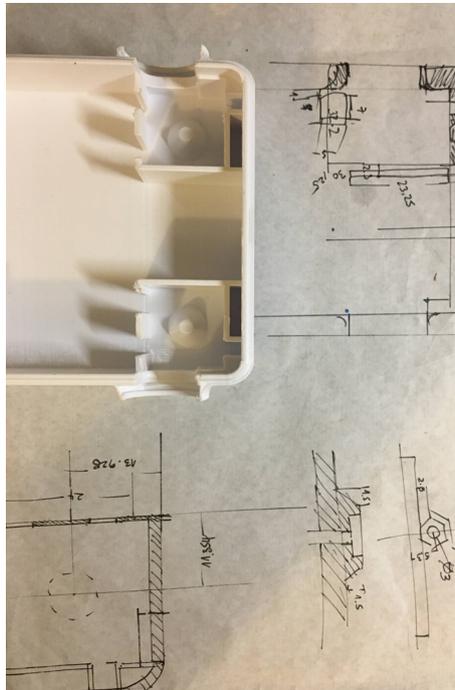


Figura 61. Modificaciones de la estructura interna.



Figura 62. Registros de la iteración de las piezas.



Figura 63. Comparación entre la pieza original trasera del cuerpo (azul) y la modificación (blanca).

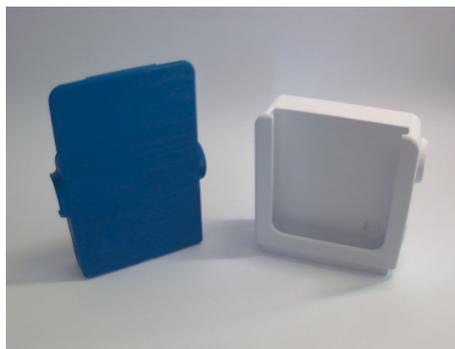


Figura 64. Comparación entre la pieza original del cuerpo (azul) y la modificación (blanca).



Figura 65. Muetsra de las distintas versiones de los brazos de Sima.

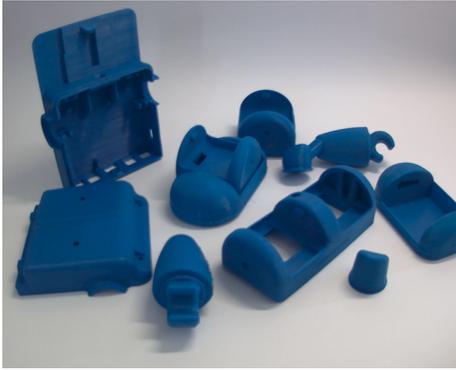


Figura 66. Piezas impresas originales de Sima Robot.



Figura 67. Iteración del casco de Sima Robot.



Figura 68. Antenas y manos de Sima Robot.



Figura 69. Iteración del cuerpo, mostrando la estructura interna.



Figura 70. Montaje de brazos y celular con piezas impresas.

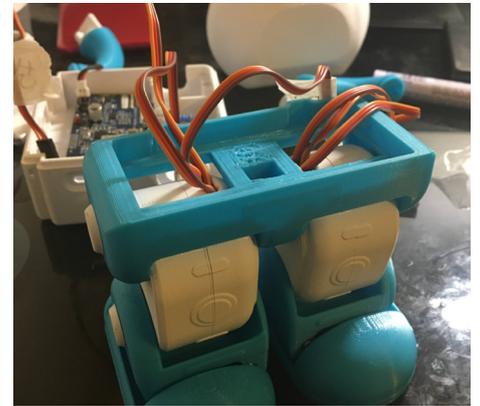


Figura 71. Montaje de servo motores en piernas.

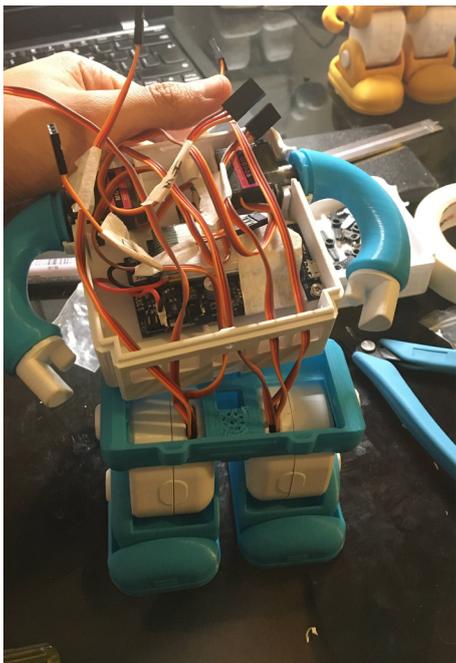


Figura 72. Instalación de placa y ensamble de servos.

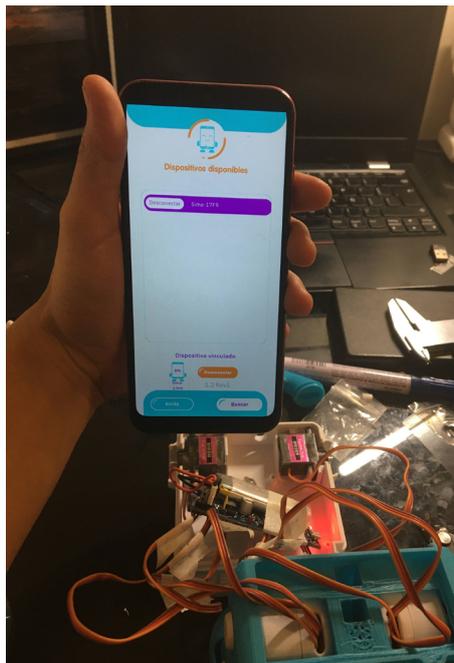


Figura 73. Sincronización de la placa PCB con la aplicación de Sima Robot.

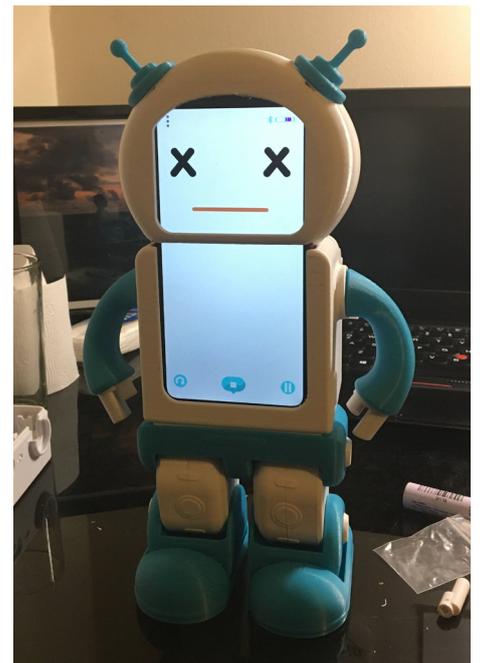


Figura 74. Montaje final de todas las piezas.

## 8.4 Testeo

En esta etapa se busca cumplir los objetivos planteados anteriormente para el diseño del producto, es decir, el mejoramiento de la experiencia con Sima modificando su apariencia y planteando una nueva interacción. Para lograr verificar las mejoras, se realizó un estudio con una usuaria tipo dentro del rango de edad con más afinidad con los robots sociales: de 7 a 9 años. Para hacer el testeo se firmo un consentimiento por parte de los padres el cual le da derecho al tesista a publicar su imagen con fines academicos (anexo 8). Por otro lado, se comparan los resultados, evaluando los los mismos affordances, es decir, se plantean las mismas preguntas que se describen en el capítulo: "Desarrollo del Proyecto" que se resumen en 4 instancias. Primero se pregunta cómo se imaginan a un robot social, después se presenta a Sima con su nueva apariencia y se pregunta qué percibe del robot, a continuación se lleva a cabo la interacción programada -que consistió en la motivación al dibujo- y para finalizar, se preguntaron las cosas que cambiaría del robot.

Para representar mejor cómo fue la experiencia vivida por la usuaria, se desarrolla un Journey Map (figura 76) que detalla la interacción con el robot, en donde se desglosan las reacciones de la usuaria, las acciones del robot y los insight incorporados gracias al estudio previo.

Figura 75. Interacción con Sima robot y su nueva apariencia.

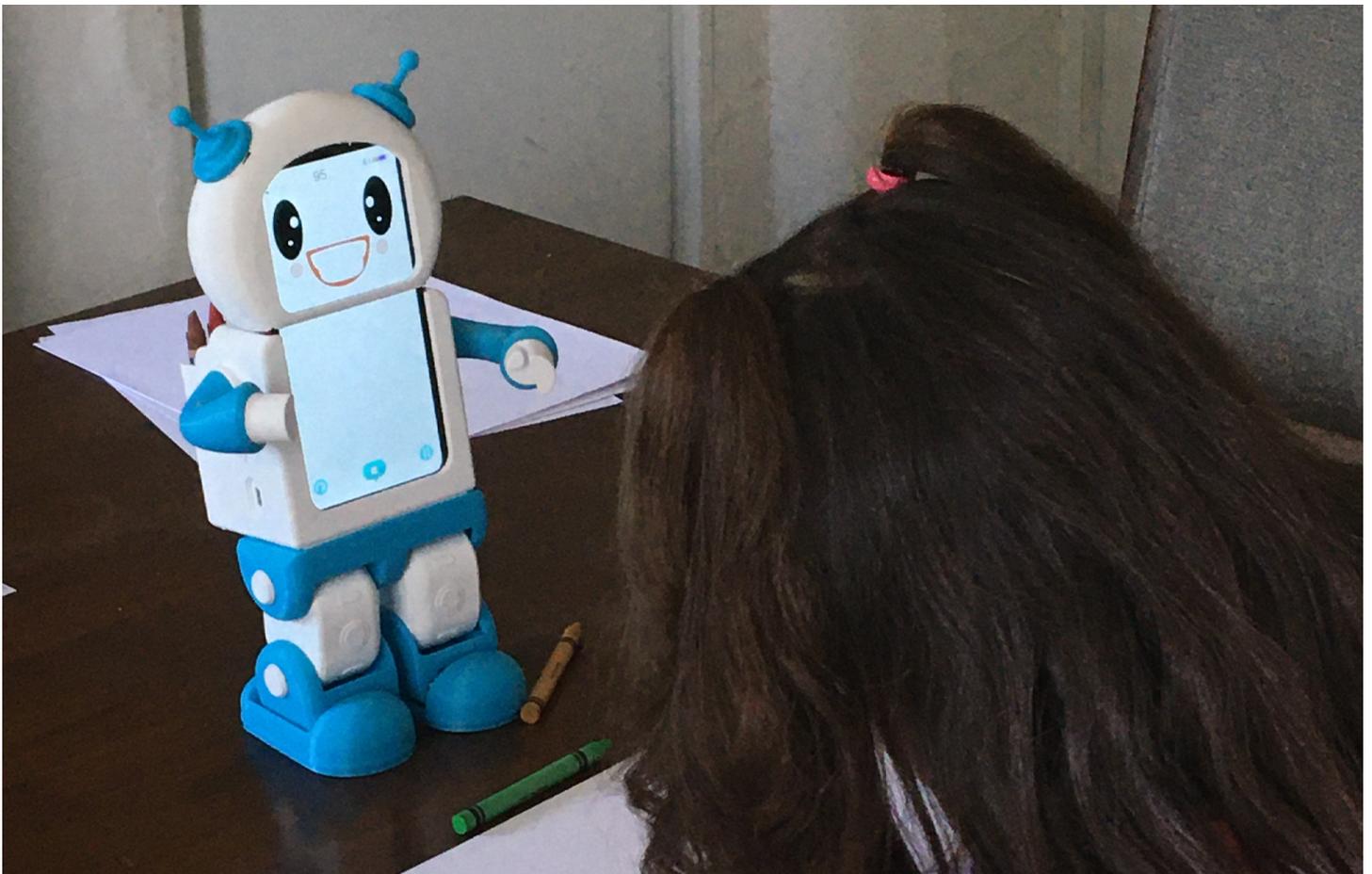


Figura 76. Journey maps de la experiencia con la nueva propuesta de Sima Robot. Elaboración propia, con autorización de los padres de E20\_RM (anexo 8).

# 1) Journey Maps

## Dibujando con Sima



## 2) Tabla comparativa de affordance

Para graficar de manera más precisa las experiencias previas (E1\_RM) con la actual (E20\_RM), se creó una tabla comparativa de affordances a partir de los extractos de los discursos entre dos usuarias de edades similares y géneros iguales.

Affordances	E1_RM (testeo inicial)	E20_RM (testeo final)
<b>Imaginario (Sima permanece escondido e inactivo)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Los robots tienen la cara cuadrada, una antena y pies flaquitos"</li> <li>- "su cuerpo es cuadrado"</li> <li>- "Sirve para tranquilizarte, para jugar y para ayudar"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Son de color blancos de tamaño pequeño"</li> <li>- "Los robots juegan con amigos"</li> <li>- "De material metálico"</li> </ul>
<b>Percepción funcional/estético (Sima aparece e inactivo)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Es un celular"</li> <li>- "Es de color azul y blanco con patitas de Ralph"</li> <li>- "Tiene unas antenitas en las orejitas"</li> <li>- "Tiene un casco, unos ojitos y unos cachetes rosados y la boca redonda"</li> <li>- "Puede caminar y sonreír"</li> <li>- "Puede dibujar porque tiene manos"</li> <li>- "Puede hablar por su boca"</li> <li>- "Puede caminar porque tiene pies"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Tiene una cabeza y un cuerpo con manos, tienes piernas y antenitas, de color blanco y celeste"</li> <li>- "Puede saludar y pintar por sus lápices, puede hacer caras"</li> <li>- "Puede hablar por su boca y puede bailar por sus piernas y recoger objetos con sus manitas"</li> </ul>
<b>Percepción social/simbólico (Sima aparece e inactivo)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Creo que puede ser un buen amigo"</li> <li>- "Sima piensa por sí solo porque es un celular muy inteligente y puede bailar"</li> <li>- "Puede tener sentimiento ya que está sonriendo. Y pensar por sí mismo"</li> <li>- "Mis amigas se impresionaron porque nunca tuvieron un robot"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Sima tiene sentimientos y piensa por sí mismo"</li> <li>- "Es especial jugar con Sima, por su cuerpo y ojos"</li> <li>- "Mis amigos se sorprenderán jugando con sima por que nunca han visto un robot"</li> <li>- "Mis padres también se sorprenderán ya que tampoco me han visto jugar con un robot"</li> </ul>
<b>Actuados (Interacción con Sima)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Vamos a jugar"</li> <li>- Responde a las preguntas que hace Sima</li> <li>- "¿Puedes bailar?"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Cuéntame un chiste"</li> <li>- "Quiero dibujar"</li> <li>- Responde a las preguntas que hace Sima</li> </ul>
<b>Deducidos (Después de la interacción)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Es muy inteligente además de un celular"</li> <li>- "Puede caminar, puede hablar"</li> <li>- "Es un robot muy lindo"</li> <li>- "Me gusto el color azul de Sima"</li> <li>- "Es muy agradable estar con un robot"</li> <li>- "Cuando estoy aburrida me diría "vamos a jugar al patio"</li> <li>- "Me podría enseñar a bailar ya que es muy bueno"</li> <li>- "Es bueno para hablar y yo también"</li> <li>- "Tenemos los mismos ojos gigantes"</li> <li>- "Nos gusta jugar, nos gusta ir caminando por la plaza"</li> <li>- "Se diferencia de los otros robots porque es un celular"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Me gusto que me hiciera dibujar"</li> <li>- "Me sorprendió cuando habló"</li> <li>- "Pasaría más tiempo con sima porque es muy amistoso y me cae bien"</li> <li>- "Se parece a un robot que soñé que tenía que reparar"</li> <li>- "Sima puede pensar por sí mismo"</li> <li>- "Dormiríamos juntos"</li> <li>- "Podría aprender los números que no se me todos, y de alimentos"</li> <li>- "Sería un buen compañero de juegos y jugaría a la pinta"</li> <li>- "No me ayudaría a olvidar mis problemas"</li> <li>- "Tenemos en común secretos"</li> </ul>
<b>Emocionales (Después de la interacción)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Cuando conversó conmigo fue muy agradable"</li> <li>- "Me gustaría estar mucho con Sima"</li> <li>- "lo pase muy bien contigo Sima"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Sima me haría sentir mejor, haciéndome dibujar un arcoíris"</li> <li>- "Sima se alegraría cuando yo estoy feliz, saltando y poniendo una cara feliz"</li> </ul>
<b>Propuestos (Cambios y/o adiciones después de la interacción)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Agregaría que Sima me invite a ser su amigo"</li> <li>- "Le cambiaría la voz a una más agradable"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Agregarías juguetes para que sima pueda jugar"</li> </ul>

Tabla 9. Comparación entre testeo de E1\_RM y E20\_RM.



Figura 77. Testeo en colegio con estudiantes de Melipilla. Crédito foto: RobotLAB UAI.



Figura 78. Sima con E20\_RM una vez terminada la experiencia.



Figura 79. Sima contando un chiste en testeo final.

Como se logra desprender de la tabla comparativa, existen ciertos aspectos que se ven como mejoras y otros que se mantienen. Por ejemplo, en el testeo final (E20\_RM) ya no se evidencia que existe un celular y no se nombra en ningún momento, en cambio en el estudio anterior (E1\_RM) se identifica el celular varias veces y se cargan de expectativas asociados al celular. También se entiende como una mejora el hecho de que desee pasar más tiempo con el robot para realizar otro tipo de actividades, las cuales involucran una mayor duración de interacción como dormir con el robot. Sobre los rasgos de la personalidad, el testeo de E1\_RM nombra a Sima como "lindo y agradable", en cambio, E20\_RM dice -literalmente- que es "amistoso y me cae bien", rasgos que se buscaban expresar con la nueva apariencia.

Otro aspecto que es nombrado, con respecto a las posibilidades de acción, es la posibilidad de pintar o dibujar. En ambos casos de estudio se nombra esta acción que podría realizar Sima, pero en el testeo a E20\_RM Sima contiene lápices en su mochila, lo que ayuda a introducir las actividades que se llevarán a cabo.

Con respecto a las cosas que pueden aprender del robot, en el caso de E1\_RM esperaba que le enseñara a bailar lo, que resulta una tarea difícil actualmente para Sima. En cambio E20\_RM nombra aprender los números y comidas, actividades más cercanas para lo que fue creado Sima.

A pesar de las modificaciones, siguen existiendo expectativas altas con respecto a las acciones que realiza Sima. Por ejemplo, la posibilidad de jugar a la pinta, como dice E20\_RM, o como se nombra en testeo a E1\_RM, que saldrían a jugar al parque.

En ambos casos se percibe que el robot puede interpretar sus emociones y hacer cosas cuando se sienten tristes o felices, también se expresa en ambos casos que Sima puede pensar por sí mismo y que tiene sentimientos, dado por su simulación de autonomía y por las expresiones faciales.

En ambos casos se expresa que tanto los amigos como los padres y/o madres de las usuarias se sorprenderán al verlas jugar con un robot, dado su nivel de novedad.

## 9

# CONCLUSIONES Y PROYECCIONES

**Bender:** *¿Quieres un robot como amigo?*

**Fry:** *Sí, Desde los seis años...*

***Futurama, Capítulo I.***

## 9.1 Conclusiones

El proyecto de título desarrollado buscó como fin el mejoramiento de la experiencia de usuario de sima Robot con niños de 7 a 11 años, a partir del desarrollo de la personalidad e identidad junto con la creación de nuevas interacciones. El siguiente desafío conllevó hacer una exhaustiva extracción de información en una muestra joven, buscando sus expectativas, percepciones y proyecciones con respecto a los robots sociales. El trabajo con affordance fue una de las herramientas que permitieron poder sistematizar la información y evidenciar los elementos claves, tanto del producto como de la experiencia con Sima Robot.

El diseño y la realización del experimento fue uno de los grandes desafíos que enfrentó el tesista, dado el análisis bibliográfico que se realizó para relacionar las disciplinas del HRI, del Ux y DBA (diseño basado en affordance) para poder abarcar la mayor cantidad de información útil al momento de hacer las entrevistas. Para lograr una pauta interesante, fue necesario pasar por procesos de juego de roles y pre-testeos con usuarios y usuarias tipo, hasta llegar al cuestionario definitivo.

Se logra desprender de la toma de datos, la experiencia de usuario esperada, que es complementada con la integración del proceso de co-diseño, en donde se les pidió a los y las usuarias que dibujen las cosas que le cambiarían a Sima. El proceso de co-diseño fue beneficioso y entregó aspectos claves para el trabajo de la personalidad del robot, junto con el análisis de discurso, llegando a insight de diseño con relación a la experiencia.

Los elementos críticos destacados por el tesista están en relación con la generación de altas expectativas que genera Sima a los y las usuarias, lo que conlleva a frustraciones cuando se extiende la experiencia. Parte de esto es la suma de elementos antropomorfos, por ejemplo, la cantidad de extremidades y sus formas. Por otro lado, la evidente presencia del celular conlleva a que los y las usuarias relacionen las funciones de Sima a las mismas que logran con un celular, por ejemplo, la fluidez de respuestas, el acceso a internet y a infinita información, posicionando a esta robot como un competidor de los asistentes virtuales como Alexa de Amazon ó el Asistente de Google.

Con respecto a las actividades que se quieren llevar a cabo con Sima, están lejanas del área académica, es decir buscan experiencias vivenciales, en donde se relacionan aspectos del medio físico, que conllevan otro tipo de desarrollo, esperando poder aprender de Sima a cantar, bailar, contar chistes, pintar, etc. Dentro la misma línea, los y las usuarias proyectaban sus gustos y sus actividades favoritas con Sima, siendo un compañero de juego o un hermano, el cual los va a acompañar.

La falta de identidad se vió como un aspecto clave, apoyado por autores que refieren al trabajo de personalidad como fundamental para un robot social. Para determinar los principios de personalidad fue necesario desarrollar conceptualmente la identidad de Sima, usando recursos como moodboard e storyboard, en la que se concluye como un ser amigable, falible, confiable y alegre.

A modo de propuesta se hacen modificaciones que buscan la coherencia entre su apariencia y la actividad que realiza. Para ello se integraron y/ó modificaron los elementos, tales como un compartimento/mochila con lápices y plantillas de dibujo, la simplificación de los brazos y cascos, elementos contenedores para ocultar el celular, entre otros. Con respecto a la interacción, se integraron diálogos que marcaran una diferencia entre los humanos y los robot de manera divertida, se evitaron las expresiones negativas por parte de Sima, se aumentaron los movimientos de brazos y piernas, se agregaron diálogos en donde mostrara interés de aprender del/la usuario/a y la actividad que se programó.

La nueva propuesta logra una mayor coherencia y fluidez, siendo la apariencia un elemento fundamental para determinar las acciones que desempeña un robot social. Los nuevos rasgos llevaron al/a la usuario/a a comprender rápidamente como un ser amigable, queriendo desempeñar más actividades con Sima. Se logró desprender el rol protagónico del celular, centrándose en las interacciones que genera el robot, siendo esta -junto con su apariencia- una experiencia positiva.

Existen aspectos que no se lograron cambiar de Sima, como la generación de expectativas por la gran cantidad de características antropomorfas, percibiendo que puede saltar o tomar objetos. También el rango etario fue uno de los aspectos complejos, dado que los/as usuarios/as de mayor edad (9 a 11 años) tienen expectativas mayores. Lo que lleva a concluir que el rango etario en donde hay mayor afinidad con Sima son de 6 a 8 años. Otro aspecto complejo de modificar es la percepción de emociones y autonomía que presenta Sima, siendo un tema que tratar por los siguientes investigadores e investigadores en la búsqueda de la sinceridad del robot, para evitar posibles malinterpretaciones o daños psicológicos a los/as usuarios/as más jóvenes.

## 9.2 Proyecciones

Las siguientes proyecciones están enfocadas en dos ámbitos que se desarrollaron en el proyecto de título, una relacionada con la investigación en robótica con niños y niñas y otra sobre el producto final. Es de esta manera, que el trabajo conjunto entre la academia y el emprendimiento con productos tecnológicos, en particular con robots sociales para niños y niñas, es uno de los desafíos que crecen día a día, siendo un área en constante construcción y en donde el diseño tiene mucho que decir.

En la investigación y desarrollo de robots sociales es importante la multidisciplinariedad de los proyectos, siendo la mayor cantidad de actores un aporte enriquecedor y en donde convergen disciplinas como la ingeniería, las comunicaciones, la sociología, la pedagogía, el diseño, entre otros.

Los estudios de robótica social deben salir de la modalidad clínica y acercarse a las instancias más cotidianas y realistas para desarrollar productos que se enfrenten a diferentes situaciones. Es por esta razón que Sima, como producto, está pensado dentro del aula y no en otros contextos, siendo la propuesta del tesista acercar a Sima a lugares cotidianos del usuario, en donde pueda estar en casa y ser un agente potenciador de la creatividad y la expresión artística.

Es importante recordar que el actual proyecto de tesis está planteado dentro de un FONDECYT, en donde el trabajo de recopilación y análisis de datos hechos por el tesista se integrarán en la publicación que realizará la investigadora principal Carmina Rodríguez.

Por último, cabe mencionar que las y los desarrolladores de Sima quedaron satisfechos con la nueva propuesta y como se llevó a cabo. En donde les generó sentido las oportunidades de diseño abordadas, las formas de resolver estas y la construcción de la experiencia. Se tomaron los consejos del tesista, planteando integrar parte del trabajo de tesis a sus productos oficiales.

# REFERENCIAS

# 10

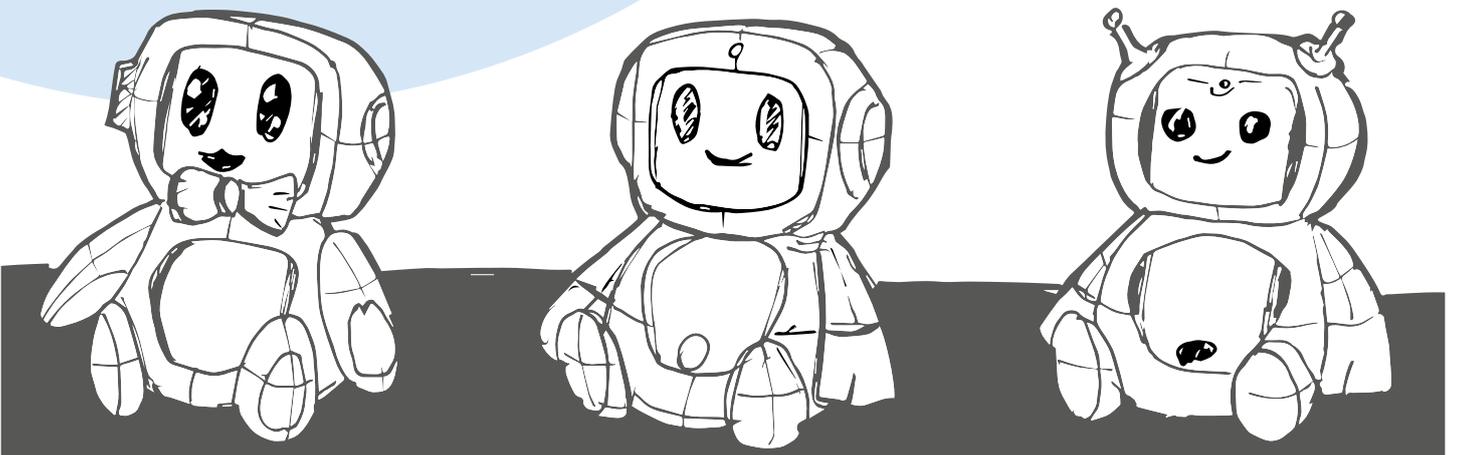


Figura 80. Propuesta conceptual de Sima Robot.

- Alben, L. (1996). Quality of experience: defining the criteria for effective interaction design. *Interactions - Studies in Communication and Culture*, 3(3), 11–15. <https://doi.org/10.1145/235008.235010>
- Baraka, K., Alves-Oliveira, P., & Ribeiro, T. (2020). An Extended Framework for Characterizing Social Robots. 21–64. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42307-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42307-0_2)
- Bartneck, C., & Forlizzi, J. (2004). A Design-Centred Framework for Social Human-Robot Interaction. 591–594.
- Belpaeme, T., Baxter, P., Greeff, J. De, Kennedy, J., Read, R., Looije, R., Neerinx, M., Baroni, I., & Zelati, M. C. (2013). Child-Robot Interaction : Perspectives and Challenges. 452–459.
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science Robotics*, 3(21), 1–10. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954>
- Beran, T. N., & Ramirez-Serrano, A. (2011). Can children have a relationship with a robot? Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST, 59 LNICST, 49–56. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-19385-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-19385-9_7)
- Bernier, A., Carlson, S. M., Deschênes, M., & Matte-Gagné, C. (2012). Social factors in the development of early executive functioning: A closer look at the caregiving environment. *Developmental Science*, 15(1), 12–24. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01093.x>
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers and Education*, 72, 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Bruni, F., & Nisdeo, M. (2017). Educational robots and children’s imagery: a preliminary investigation in the first year of primary school. *Research on Education and Media*, 9(1), 37–44. <https://doi.org/10.1515/rem-2017-0007>
- Charisi, V., Davison, D., Reidsma, D., & Evers, V. (2016). Evaluation methods for user-centered child-robot interaction. 25th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN 2016, 545–550. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2016.7745171>
- Ciavola, B. T., Wu, C., & Gershenson, J. K. (2015). Integrating function- and affordance-based design representations. *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, 137(5). <https://doi.org/10.1115/1.4029519>
- Cortés, F., & De Tezanos-Pinto, P. (2020). ¿Se ha reducido la brecha digital en Chile? Diferencias entre acceso, uso y factores asociados al empleo de Internet. . *Midevidencias*, 22, 1–6.
- Dautenhahn, K. (2007). Socially intelligent robots: Dimensions of human-robot interaction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1480), 679–704. <https://doi.org/10.1098/rstb.2006.2004>
- Dautenhahn, K. (2018). Some Brief Thoughts on the Past and Future of Human-Robot Interaction. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction*, 7(1), 5–7. <https://doi.org/10.1145/3209769>
- de Graaf, M. M. A., Ben Allouch, S., & van Dijk, J. A. G. M. (2019). Why Would I Use This in My Home? A Model of Domestic Social Robot Acceptance. *Human-Computer Interaction*, 34(2), 115–173. <https://doi.org/10.1080/07370024.2017.1312406>
- Díaz Boladeras, M. (2017). Bonding with Robotic Pets. Children’s Cognitions, Emotions and Behaviors towards Pet-Robots. Applications in a Robot Assisted Quality of Life Intervention in a Pediatric Hospital. July, 384. <http://www.tesisenred.net/handle/10803/461537>
- Díaz, M. Á. (2009). Identificación de parámetros dinámicos de robots paralelos basada en un

conjunto de parámetros significativos. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/6344>

El Amri, D., & Akrouf, H. (2020). Perceived design affordance of new products: Scale development and validation. *Journal of Business Research*, 121(September 2019), 127–141. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.08.010>

Hartson, H. R. (2003). Cognitive, physical, sensory, and functional affordances in interaction design. *Behaviour and Information Technology*, 22(5), 315–338. <https://doi.org/10.1080/01449290310001592587>

Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). User experience - A research agenda. *Behaviour and Information Technology*, 25(2), 91–97. <https://doi.org/10.1080/01449290500330331>

John M. Flach, Pieter Jan Stappers, F. A. V. (2017). Beyond Affordances: Closing the Generalization Gap Between Design and Cognitive Science. 33(1). <https://doi.org/10.1162/DESI>

Jonell, P., Kucherenko, T., Ekstedt, E., & Beskow, J. (2019). Learning Non-verbal Behavior for a Social Robot from YouTube Videos. ICDL-EpiRob Workshop on Naturalistic Non-Verbal and Affective Human-Robot Interactions. <https://nicolas-navarro-guerrero.gitlab.io/workshop-non-verbal-human-robot-interactions-icdl-epirob-2019/>

klaus B. Bærentsen, J. (2002). An activity Theory approach to Affordance. 51–60.

Koning, J. I. H. H. F., & Wierdsma, H. M. D. M. (2017). Introducing Computational Thinking to 5 and 6 year old students in Dutch primary schools; an educational design research study Josina. *Koli Calling*, 44(8), 189–190. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>

Konovalov, E. G., Kostyukovich, S. S., Kiselev, M. G., & Solomakho, V. L. (1974). Effect of Longitudinal Ultrasonic Oscillations on the Abrasion Grinding of Surfaces. *Russian Ultrasonics*, 4(3), 108–113.

Krägeloh, C. U., Bharatharaj, J., Kutty, S. K. S., Nirmala, P. R., & Huang, L. (2019). Questionnaires to measure acceptability of social robots: A critical review. *Robotics*, 8(4), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ROBOTICS8040088>

Kwak, S. S. (2014). The Impact of the Robot Appearance Types on Social Interaction with a Robot and Service Evaluation of a Robot. *Archives of Design Research*, 81–93. <https://doi.org/10.15187/adr.2014.05.110.2.81>

Kwak, S. S., Kim, Y., Kim, E., Shin, C., & Cho, K. (2013). What makes people empathize with an emotional robot?: The impact of agency and physical embodiment on human empathy for a robot. *Proceedings - IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 745, 180–185. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2013.6628441>

Kyttä, M. (2003). Children in outdoor contexts.

Lindblom, J., & Andreasson, R. (2016). Current challenges for UX evaluation of human-robot interaction. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 490, 267–277. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41697-7\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41697-7_24)

López Rámirez, P. A., & Andrade Sosa, H. (2013). Aprendizaje de la robótica. *Revista Educación*, 37(1), 43–63.

Martín-Laborda, R. (2005). Las nuevas tecnologías en la educación. In *Fundación AUNA* (Vol. 5).

Mejia, C., & Kajikawa, Y. (2017). Bibliometric analysis of social robotics research: Identifying research trends and knowledgebase. *Applied Sciences (Switzerland)*, 7(12). <https://doi.org/10.3390/app7121316>

Melson, G. F. (2010). Child development robots: Social forces, children's perspectives. In In-

teraction Studies. *Social Behaviour and Communication in Biological and Artificial Systems* (Vol. 11, Issue 2, pp. 227–232). <https://doi.org/10.1075/is.11.2.08mel>

Mori, M., MacDorman, K., & Kageki, N. (2012). The Uncanny Valley [From the Field]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 19(2), 98–100. <https://doi.org/10.1109/mra.2012.2192811>

Morie, J. F., Iyer, K., Luigi, D. P., Williams, J., Dozois, A., & Rizzo, A. (2005). Development of a data management tool for investigating multivariate space and free will experiences in virtual reality. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 30(3), 319–331. <https://doi.org/10.1007/s10484-005-6386-y>

Muñoz-Repiso, A. G. V., & Caballero-González, Y. A. (2019). Robotics to develop computational thinking in early Childhood Education. *Comunicar*, 27(59), 63–72. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>

Nagy, P., & Neff, G. (2015). Imagined Affordance: Reconstructing a Keyword for Communication Theory. *Social Media and Society*, 1(2). <https://doi.org/10.1177/2056305115603385>

Norman, D. A. (2007). The next UI breakthrough, part 2: Physicality. *Interactions*, 14(4), 46–47. <https://doi.org/10.1145/1273961.1273986>

OECD. (2018). The Future of Education and Skills: Education 2030. OECD Education Working Papers, 1–23. [http://www.oecd.org/education/2030/E2030 Position Paper \(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)

Ortíz, J. C., Aurisicchio, M., & Desmet, P. M. A. (2013). Designing for anticipation, confidence, and inspiration. *Proceedings of the 6th International Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces, DPPI 2013, January 2015*, 31–40. <https://doi.org/10.1145/2513506.2513510>

Pakkar, R., Clabaugh, C., Lee, R., Deng, E., & Mataric, M. J. (2019). Designing a Socially Assistive Robot for Long-Term In-Home Use for Children with Autism Spectrum Disorders. 2019 28th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN 2019. <https://doi.org/10.1109/RO-MAN46459.2019.8956468>

Pieterse, W., Ebbers, W., & Madsen, C. Ø. (2017). New channels, new possibilities: A typology and classification of social robots and their role in multi-channel public service delivery. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10428 LNCS, 47–59. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-64677-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-64677-0_5)

Pinel, V., Rendón, L. A., & Adrover-Roig, D. (2018). Los robots sociales como promotores de la comunicación en los Trastornos del Espectro Autista (TEA). In *Letras de Hoje* (Vol. 53, Issue 1, p. 39). <https://doi.org/10.15448/1984-7726.2018.1.28920>

Pittí Patiño, K., & Curto Diego Vidal Moreno Rodilla, B. (2010). Constructionist Experiences With Educational Robotics At the International Centre for Advanced Technologies. *Teoría de La Educación. Educación y Cultura En La Sociedad de La Información*, 11(113), 310–329. [http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/72852/1/EXPERIENCIAS\\_CONSTRUCCIONISTAS\\_CON\\_ROBOT.pdf](http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/72852/1/EXPERIENCIAS_CONSTRUCCIONISTAS_CON_ROBOT.pdf)

Pols, A. J. K. (2012). Characterising affordances: The descriptions-of-affordances-model. *Design Studies*, 33(2), 113–125. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.07.007>

Preece, J., Rogers, Y., & Sharpe, H. (2015). *Interaction Design : Beyond Human-Computer Interaction* 4th edition. 400. [http://prof.mau.ac.ir/images/Uploaded\\_files/Jenny Preece, Helen Sharp, Yvonne Rogers-Interaction Design\\_ Beyond Human-Computer Interaction-Wiley \(2015\)\[369707\].PDF](http://prof.mau.ac.ir/images/Uploaded_files/Jenny_Preece,_Helen_Sharp,_Yvonne_Rogers-Interaction_Design_Beyond_Human-Computer_Interaction-Wiley_(2015)[369707].PDF)

Rodríguez-Hidalgo, C. (2020). Me and my robot smiled at one another: The process of socially enacted communicative affordance in human-machine communication. *Human-Machine Communication*, 1(1), 4.

- Ros, R., Nalin, M., Wood, R., Baxter, P., Looije, R., Demiris, Y., Belpaeme, T., Giusti, A., & Pozzi, C. (2011). Child-robot interaction in the wild: Advice to the aspiring experimenter. *ICMI'11 - Proceedings of the 2011 ACM International Conference on Multimodal Interaction*, 335–342. <https://doi.org/10.1145/2070481.2070545>
- Salter, T., Dautenhahn, K., & Te Boekhorst, R. (2006). Learning about natural human-robot interaction styles. *Robotics and Autonomous Systems*, 54(2), 127–134. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2005.09.022>
- Sánchez, F. Á. B., & Guzmán, A. F. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 13(2), 120–136. <http://revistas.usal.es/index.php/revistatesi/article/view/9002>
- Sandoval, E. B., & Sandoval, E. B. (2014). Interacción Humano Robot y sus Maestro en Diseño Industrial. January 2012. <https://doi.org/10.13140/2.1.5042.6569>
- Schwabe, L., & Wolf, O. T. (2013). Stress and multiple memory systems: From “thinking” to “doing.” *Trends in Cognitive Sciences*, 17(2), 60. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.12.001>
- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children’s interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 81, 250–264. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.030>
- Shahid, S., Krahmer, E., & Swerts, M. (2014). Child-robot interaction across cultures: How does playing a game with a social robot compare to playing a game alone or with a friend? *Computers in Human Behavior*, 40, 86–100. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.07.043>
- Shourmasti, E. S., Colomo-Palacios, R., Holone, H., & Demi, S. (2021). User experience in social robots. *Sensors*, 21(15). <https://doi.org/10.3390/s21155052>
- Straten, C. L. van, Kühne, R., Peter, J., de Jong, C., & Barco, A. (2020). Closeness, trust, and perceived social support in child-robot relationship formation. *Interaction Studies. Social Behaviour and Communication in Biological and Artificial Systems*, 21(1), 57–84. <https://doi.org/10.1075/is.18052.str>
- Tonkin, M., Vitale, J., Herse, S., Williams, M. A., Judge, W., & Wang, X. (2018). Design Methodology for the UX of HRI: A Field Study of a Commercial Social Robot at an Airport. *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, March, 407–415. <https://doi.org/10.1145/3171221.3171270>
- Vela, P., Vela, P. A., & Jensen, R. J. (2016). Robots, Emotions, and Learning. In *Emotions, Technology, Design, and Learning* (pp. 183–197). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-801856-9.00009-8>
- Yang, J. (2017). Enacted Affordances of Social Media and Consumers’ Response to Advertising. In *ProQuest Dissertations and Theses*.
- Zhao, S. (2006). Humanoid social robots as a medium of communication. *New Media and Society*, 8(3), 401–419. <https://doi.org/10.1177/1461444806061951>

# ANEXOS

# 11

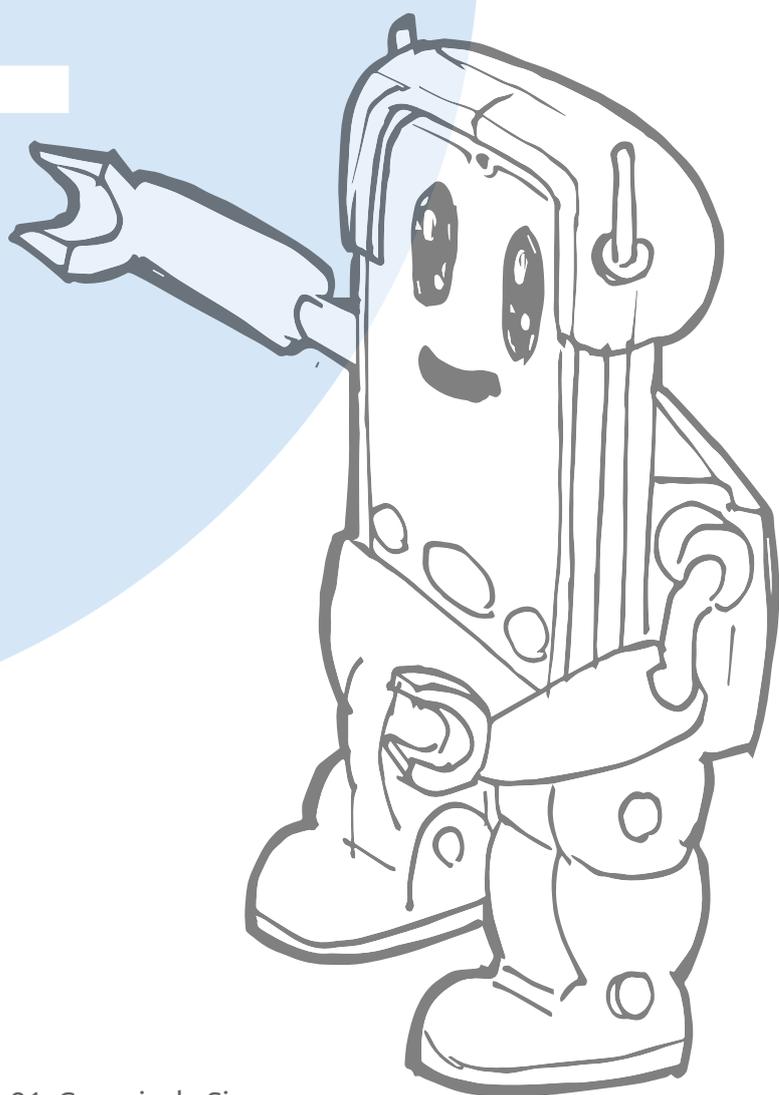


Figura 81. Croquis de Sima en interacción con un usuario

## Los anexos se adjuntan al documento

Anexo 1: Protocolo Sanitario.

Anexo 2: Consentimiento estudio Robot Lab.

Anexo 3: Asentimiento estudio Robot Lab.

Anexo 4: Protocolo de Emergencia.

Anexo 5: Protocolo Técnico.

Anexo 6: Cuestionario.

Anexo 7: Diálogos de los Robot Sociales.

Anexo 8: Consentimiento testeo final (E20\_RM).

