

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ**  
**INSTITUTO DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE**  
**DEPARTAMENTO DE DISEÑO**



**“PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE USO DEL ROBOT NAO COMO  
HERRAMIENTA PARA EL DIAGNÓSTICO DEL AUTISMO”**

Tesis para obtener el grado de  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTO

Presenta:

LIC. PABLO DANIEL GUTIÉRREZ GUTIÉRREZ

“Becado (a) por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología”

Bajo la dirección y codirección, respectivamente, de  
M.C. LUIS FELIPE FERNÁNDEZ y DR. RAMON IVÁN BARRAZA

Ciudad Juárez, Chihuahua, mayo de 2021

Ciudad Juárez, Chihuahua., a 1 de noviembre del 2020.

Asunto: Presentación avances del proyecto de maestría.

Por medio de la presente autorizo que el estudiante (Pablo Daniel Gutiérrez Gutiérrez 1004319) de la materia de Proyecto 1, presente avances del proyecto de investigación titulado “PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE USO DEL ROBOT NAO COMO HERRAMIENTA PARA EL DIAGNÓSTICO EL AUTISMO”, bajo mi dirección y según los acuerdos establecidos en el cronograma de trabajo, el jueves 12 de noviembre, dicha presentación será grabada y estará a disposición en la plataforma de TEAMS (grupo maestría MDDP) para ser evaluada por el comité asignado.

Dichos avances están justificados por medio de un documento de investigación, realizados en la materia y plasmados en el capítulo 3 del diseño metodológico de la investigación, previamente revisado y corregido por el titular de la materia, alumno y director.

Director del proyecto:



M. C. LUIS FELIPE FERNÁNDEZ

Alumno:



LIC. PABLO DANIEL GUTIÉRREZ GUTIÉRREZ

Nota para el comité evaluador: (Las retroalimentaciones deberán ser enviadas a los siguientes correos [claudia.almaraz@uacj.mx](mailto:claudia.almaraz@uacj.mx) [david.cortes@uacj.mx](mailto:david.cortes@uacj.mx) antes del 19 de noviembre).

## CONTENIDO

<b>PROLOGO</b> .....	<b>1</b>
<b>TÍTULO</b> .....	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
DESABASTO DE MÉDICOS ESPECIALISTAS EN MÉXICO .....	4
LA IMPORTANCIA DE LA INCLUSIÓN SOCIAL.....	5
EL ENFOQUE CONDUCTUAL .....	6
LAS TIC, EL ABA Y EL TEA .....	6
LA TECNOLOGÍA Y EL TRATAMIENTO DE DESÓRDENES MENTALES .....	7
<b>CAPÍTULO I. EL PROBLEMA</b> .....	<b>8</b>
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	8
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	9
<i>Generales</i> .....	9
<i>Específicas</i> .....	9
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
OBJETIVO GENERAL .....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
SUPUESTO .....	11
UNIDADES DE ANÁLISIS, OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	11
ANTECEDENTES .....	12
<i>Atención del TEA en Ciudad Juárez</i> .....	12
<i>Ambientes de aprendizaje mediados por TIC</i> .....	12
<i>Robots</i> .....	14

<i>Aplicaciones móviles</i> .....	16
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
EL TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA (TEA).....	17
<i>Retos de integración para los niños con TEA</i> .....	18
<i>El TEA en el mundo</i> .....	20
<i>Retos en el tratamiento del TEA en México</i> .....	21
<i>Ambientes de aprendizaje</i> .....	26
<i>Diagnóstico y tratamiento</i> .....	27
LAS HERRAMIENTAS DIGITALES .....	31
<i>Las herramientas digitales y el TEA</i> .....	33
ROBOTS .....	33
<i>¿Qué es un robot social?</i> .....	35
<i>Robots con expresión Facial</i> .....	37
<i>El robot social NAO</i> .....	38
<i>Software Choreographe</i> .....	39
<i>El diseño de herramientas digitales, el robot NAO y el TEA</i> .....	45
<i>El robot NAO en el desarrollo de productos</i> .....	47
DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTO .....	48
<i>Diseño en el desarrollo de producto</i> .....	48
<b>CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>51</b>
ESQUEMA METODOLÓGICO .....	51
ENFOQUE METODOLÓGICO. ....	52
DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA METODOLÓGICA. ....	53
<i>Fase 1. Empatía</i> .....	53

<i>Fase 2. Definición</i> .....	55
<i>Fase 3. Ideación</i> .....	56
<i>Fase 4. Prototipado</i> .....	66
<i>Propuesta de metodología de uso del robot NAO para el diagnóstico el autismo</i> .....	69
<i>Fase 5. Fase de pruebas</i> .....	75
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS</b> .....	<b>76</b>
PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DEL ROBOT SOCIAL COMO HERRAMIENTA EN EL DIAGNÓSTICO DEL TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA (PIRSH-D-TEA) .....	77
INTEGRACIÓN DE ROBOT NAO AL DIAGNÓSTICO DEL AUTISMO .....	78
<i>Codificación de variables TT</i> .....	80
<i>Resumen de tareas</i> .....	83
<i>Ejemplo de sesión de diagnostico</i> .....	85
<i>15. Juego simbólico (Ejemplo)</i> .....	86
<i>Evaluación</i> .....	88
<i>Confiabilidad entre evaluadores (IRR)</i> .....	94
<i>Propuesta de interfaz</i> .....	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	104
RESPUESTA A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	104
<i>Generales</i> .....	104
<i>Específicas</i> .....	105
<i>Objetivos de diseño cumplidos</i> .....	108
<i>Tareas pendientes</i> .....	110
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>111</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>122</b>

PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN DEL ROBOT SOCIAL COMO HERRAMIENTA EN EL DIAGNÓSTICO DEL	
TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA (PIRSH-D-TEA).....	122
PROPUESTA DE INTERFAZ .....	122
COMENTARIO DE ESPECIALISTA .....	123

## FIGURAS

Figura 1. Robot social Nao. ....	2
Figura 2. Ejemplo de Diagrama de Círculos de reflexión (Cifuentes Tarazona, 2018)...	13
Figura 3. Ejemplo de Esquema Ambiente de Aprendizaje (Cifuentes Tarazona, 2018)..	13
Figura 4. Grafica de autismo en el mundo, (Díaz, 2021). ....	20
Figura 5. Ejemplo de un proceso general de diagnóstico del autismo (Barroso Ayala & Esquer Sumuano, 2017).....	29
Figura 6. Ejemplo de niños con autismo interactuando en un aula con robot Nao.....	33
Figura 7. Ejemplo de robot social. ....	36
Figura 8. Ejemplo de robot social con expresiones faciales. ....	37
Figura 9. Diagrama de ejemplo para invocación de bloqueo (NAOqi Framework — NAO Software 1.14.5 documentation, 2013). ....	43
Figura 10. Diagrama de ejemplo para invocación de no-bloqueo (NAOqi Framework — NAO Software 1.14.5 documentation, 2013) .....	44
Figura 11. Niño autista interactuando con robot Nao. ....	46
Figura 12. Cuadros comparativos de algunos de los métodos y técnicas más representativos que se utilizan en el diseño industrial (Sosa Compean, 2010). ....	49
Figura 13. Cuadros comparativos de métodos, técnicas y enfoques del diseño, en donde se comparan las ideas principales de cada uno, así como sus ventajas y limitantes. (El	

análisis e interpretación de la información y la realización de los cuadros fueron elaborados por Liliana Sosa C.) (Sosa Compean, 2010) .....	50
Figura 14. Esquema metodológico tomando como base el “Design Thinking” .....	51
Figura 15. Fases de la metodología de “Design Thinking” para el proyecto de tesis y las técnicas utilizadas. ....	53
Figura 16. Frecuencia de repetición de conductas en diferentes escenarios.....	54
Figura 17. Notas tomadas en actividad de selección por clasificación. Parte 1.....	57
Figura 18. Notas tomadas en actividad de selección por clasificación. Parte 2.....	57
Figura 19. Sesión de observación de niño con robot (a) y sesión de observación de niño en clase regular (b). (Shamsuddin et al., 2012).....	59
Figura 20. Selección de participantes y diagnóstico inicial. (Gonzalez, 2019).....	61
Figura 21. Tabla 4. Sesión 1 a la 5. (Gonzalez, 2019) .....	62
Figura 22. Resultados fase A de permanecer sentado. (Gonzalez, 2019) .....	63
Figura 23. Pruebas para evaluar el estado general (OpenCourseWare; Universidad de Murcia, 2011).....	64
Figura 24. Pruebas para evaluar características autistas (OpenCourseWare; Universidad de Murcia, 2011). ....	65
Figura 25. Pruebas de lenguaje (OpenCourseWare; Universidad de Murcia, 2011).....	65
Figura 27. Diagrama 1 de una sesión de diagnóstico. ....	67
Figura 28. Diagrama 2 de sesión de diagnóstico .....	68

Figura 28. El robot NAO muestra como tomar de la taza a un niño (Petric, 2014).....	70
Figura 29. Escenario ideal de comparación de carga de trabajo vs autonomía del robot. Extraído de (Esteban et al., 2017) .....	75
Figura 30. Propuesta de portada para el protocolo, de creación propia. ....	76
Figura 31. Mapa mental de sesión de diagnóstico de 18 pasos. De creación propia. ....	80
Figura 32. Ejemplo de <i>Caja de codificación de variables TT</i> pertenecientes a la variable <i>TT3 {ExEm, MEst, SAut, Aisl, CEsp, AdCT}</i> de <i>Caso hipotético 1</i> . Extracto de Mapa mental de la Figura 33 .....	82
Figura 33. Ejemplo de Mapa mental de sesión de diagnóstico de 18 pasos contestado, perteneciente al Caso hipotético 1.....	83
Figura 34. Resumen de tareas en 18 pasos 1 de 3. De creación propia.....	84
Figura 35. Resumen de tareas en 18 pasos 2 de 3. De creación propia.....	84
Figura 36. Resumen de tareas en 18 pasos 3 de 3. De creación propia.....	85
Figura 37. Diagrama de cuarto de sesión de paso 15. Juego simbólico. De creación propia.....	86
Figura 38. Diagrama de flujo de paso 15. Juego simbólico. De creación propia. ....	87
Figura 39. Datos obtenidos por el robot durante la sesión (datos no reales). De creación propia.....	88
Figura 40. Datos obtenidos por el terapeuta durante la sesión (datos no reales). De creación propia.....	89

Figura 41. Resultado de los 22 reactivos obtenidos por robot y el terapeuta durante la sesión (datos no reales). De creación propia.....	89
Figura 42. Datos en conjunto obtenidos por el robot y el terapeuta en Caso hipotético 1. De creación propia.....	91
Figura 43. Propuesta de diagnóstico de Caso hipotético 1. De creación propia.....	92
Figura 44. Sugerencias de tratamiento de Caso hipotético 1. De Creación propia.....	92
Figura 45. Datos en conjunto obtenidos por el robot y el terapeuta en Caso hipotético 2. De creación propia.....	93
Figura 46. Propuesta de diagnóstico de Caso hipotético 2. De creación propia.....	93
Figura 47. Sugerencias de tratamiento de Caso hipotético 2. De Creación propia.....	94
Figura 48. Tabla de comparación de datos Robot vs Terapeuta (* No son datos reales). De creación propia. ....	95
Figura 49. Resultados de Kappa de Cohen (* No son datos reales). De creación propia	96
Figura 50. Propuesta de interfaz para tablet. De creacion propia. Imagen en reproductor de video extraida y adaptada del trabajo de Petric (2014).....	97
Figura 51. <i>Caja de codificación de variables</i> , homóloga de la <i>Caja de codificación de variables TT</i> de la Figura 32 (No son datos reales). De creación propia. ....	98
Figura 52. Ejemplo de entrada de datos de registro (No son datos reales). De creación propia.....	99
Figura 53. Ejemplo de hoja de cálculos (No son datos reales). De creación propia.....	100

Figura 54. Nivel de dimensiones y resultado en propuesta de interfaz (no son datos reales). De creación propia. ....	100
Figura 55. Lista de tareas y videos disponibles. De creación propia. ....	101
Figura 56. Sugerencias de dirección del tratamiento en propuesta de interfaz (no son datos reales). De creación propia. ....	102
Figura 57. Diagramas de cuarto y de flujo de paso “15. Juego simbólico” en propuesta de interfaz De creación propia. ....	103

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Medico con sobre trabajo .....	4
Ilustración 2. Representación de niño con autismo.....	5
Ilustración 3. Ejemplo de App utilizada para tratamientos mentales.....	7
Ilustración 4. Representación de barrera de comunicación impuesta por niña con autismo.....	17
Ilustración 5. Representación de niña con autismo y baja autoestima.....	18
Ilustración 6. Analogía de diversidad en el autismo. ....	27
Ilustración 7. Representación de robots NAO interactuando .....	38

## TABLAS

Tabla 1. Tabla de operacionalización de variables. ....	11
Tabla 2. Relación de pediatras, psiquiatras y neurólogos especialistas por población infantil en México. Tabla de creación propia con datos extraídos de (Heinze-Martin et al., 2018) y (INEGI, 2019).....	22
Tabla 3. Mapa de interacción de usuarios. De creación propia basado en ( <i>Journey Map / Service Design Tools</i> , 2020) .....	56
Tabla 4. Mapa de interacción de usuarios. De creación propia basado en ( <i>Journey Map / Service Design Tools</i> , 2020) .....	66
Tabla 5. Requerimientos de diseño. De creación propia .....	72
Tabla 6. Tabla para codificación de variables TT. Síntesis basada en la sección B del Capítulo II de la PDA (Esquer Sumuano 2014).....	80

## PROLOGO

La sintomatología del trastorno del espectro autista es variable en cada paciente y en algunas ocasiones es necesario replicar la batería de diagnóstico para cerciorarnos si la sintomatología está presente o no. Esta propuesta es una gran ayuda para la labor terapéutica y poder brindar una atención oportuna y personalizada a las necesidades del paciente. Es por ello por lo que el protocolo de implementación por medio del robot NAO como herramienta en el diagnóstico por parte del Lic. Pablo Gutiérrez es un proyecto viable, ya que en mi experiencia como terapeuta se requiere una tercera partida que realice bajo rigor científico una validación del proceso diagnóstico ante las sospechas sintomatológicas del trastorno del espectro autista. Atte. Mtra. Zulema Moraima González Aguilar. Extraído del documento anexo “Comentario de especialista” en la página 123.

- Maestría en Psicología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
- Posgrado en Autismo y Ciencias de Comportamiento, George Brown College, Toronto, Ontario, Canadá
- Especialista en Neurodesarrollo y Estimulación Temprana, Universidad Cuauhtémoc, Santiago de Querétaro, Querétaro, México
- Licenciada en Educación Preescolar, CENEVAL
- Licenciada en Educación, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

## TÍTULO

“PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE USO DEL ROBOT NAO COMO HERRAMIENTA PARA EL DIAGNÓSTICO EL AUTISMO”

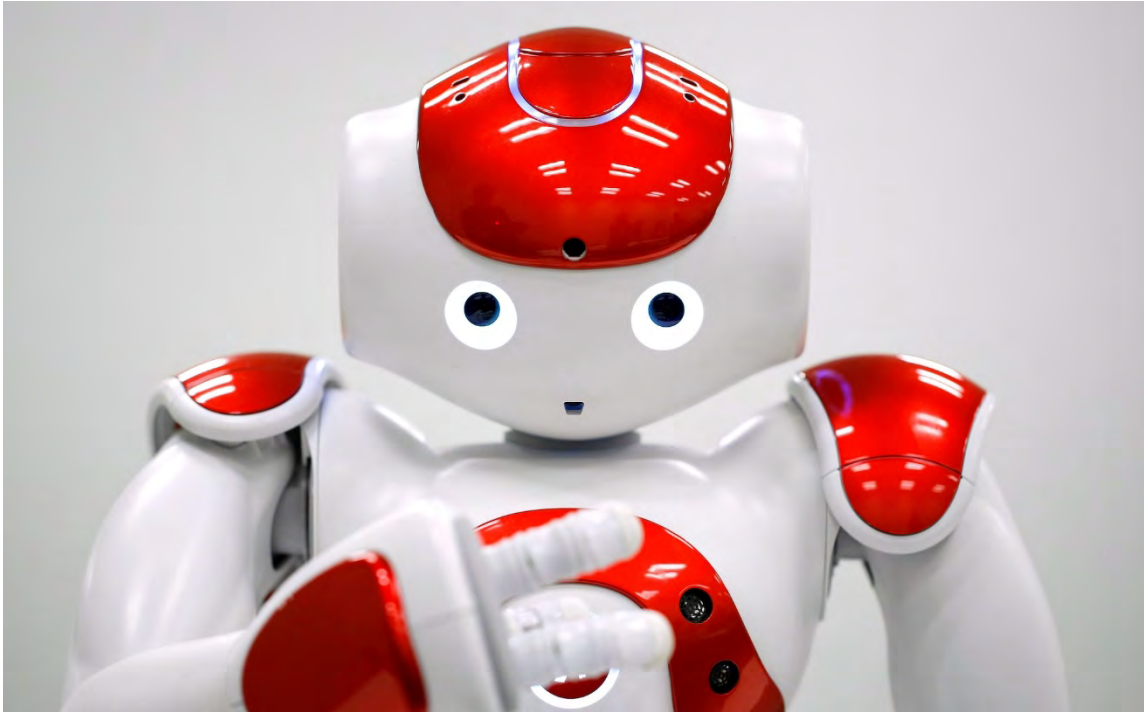


Figura 1. Robot social Nao.

## INTRODUCCIÓN

El presente documento aborda el proceso de desarrollo de una metodología en la que se propone la utilización de la capacidad de análisis y recolección de datos del robot social NAO como herramienta y el criterio y experiencia de un terapeuta especialista en autismo para generar resultados consistentes, confiables y estandarizados en el primer contacto para el diagnóstico del autismo. Lo anterior es importante debido que actualmente en México existe un desabasto de médicos especialistas para atender a la población infantil con autismo, quienes utilizan metodologías mayormente cualitativas, las cuales se prestan a la interpretación y por lo mismo a una gran variabilidad en la consistencia de los resultados, por lo que se requiere un alto nivel de

especialización y experiencia por parte de los terapeutas para realizar diagnósticos de manera confiable. Sin embargo, al utilizar las capacidades automáticas de un robot social como el NAO y otras tecnologías es posible aligerar la carga de trabajo que implica la gestión y complejidad de las tareas en una sesión de diagnóstico.

Para ello se siguió la metodología de diseño llamada *Design Thinking* con la que se generó una propuesta utilizando como base el trabajo de Frano Petric (2014), en donde se desarrolló un protocolo de diagnóstico del autismo utilizando un robot NAO y la herramienta de diagnóstico utilizada como referencia para ello, el ADOS 2, al cual se utiliza para complementar un sistema de diagnóstico.

En esta tesis se aborda el tema del autismo y su diagnóstico utilizando las tecnologías, por lo que estos temas se abordan desde varias disciplinas. Por lo antes de iniciar con el Capítulo I en donde se habla del problema, primero se establece el problema del desabasto de especialistas en el país, la importancia de lograr la inclusión del autista en la sociedad y por qué se le trata con tratamientos conductuales para continuar con su relación con el autismo, las tecnologías y como recientemente estas últimas se han logrado utilizar exitosamente en el tratamiento de desórdenes mentales.

## Desabasto de médicos especialistas en México



Ilustración 1. Medico con sobre trabajo

Actualmente en México existe una proporción aproximada de 1 por cada 5000 menores de 17 años médicos especialistas para atender a la población infantil con TEA, en, estos especialistas, pudieran ser por ejemplo pediatras del desarrollo, neurólogos pediatras, psicólogos infantiles o psiquiatras infantiles y enfrentan hoy un gran reto al considerar que la gran variedad de síntomas y conductas desplegadas por los niños con TEA hace que sea necesario diseñar intervenciones para el tratamiento y terapias de manera única y personalizada (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2016a; Fombonne et al., 2016; Heinze-Martin et al., 2018; INEGI, 2019; Lilia Mestas et al., 2016). Parecería entonces que los esfuerzos y recursos de este proyecto se deberían de dedicar a buscar una solución para resolver el problema de desabasto, sin embargo, solucionar esta problemática completamente abarcaría una inmensidad de parámetros, no solo técnicos, sino culturales, sociales y políticos aunados a una posible colaboración dedicada a la

unificación de esfuerzos y coordinación constante de un conjunto de instituciones en el país y tal vez internacionales lo cual no es concerniente al área de diseño de producto en este proyecto.

### **La importancia de la inclusión social**



Ilustración 2. Representación de niño con autismo.

Con lo anterior en mente se aborda una problemática más enfocada a las necesidades específicas de los niños con TEA, las cuales surgen a partir de varias áreas de oportunidad en las destrezas sociales, la comunicación, los intereses y los comportamientos poco habituales ya que estos afectan el comportamiento, la interacción y la comunicación con otras personas, lo que dificulta la capacidad de aprender y el desarrollo psicoemocional. Los problemas sociales, por ejemplo, pueden generar problemas graves en la vida cotidiana de los niños, generando rechazo por parte de los demás niños resultando en depresión y/o ansiedad, las cuales también afecta a una parte de las personas con TEA. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2016b).

## **El enfoque conductual**

Podemos decir entonces que uno de los principales retos concernientes al TEA es el de la inclusión social del individuo, queriendo lograr con éxito que el niño vaya adquiriendo habilidades conductuales más apropiadas para llevar una vida funcional cada vez más independiente. Es por ello por lo que el enfoque conductual en terapias es hasta ahora el más aceptado para el tratamiento del TEA, tratamientos como la intervención del Análisis Aplicado al Comportamiento (ABA por sus siglas en inglés) o la terapia cognitiva conductual (TCC), las cuales utilizan estrategias de apoyo empírico y principios de la teoría del aprendizaje para enfocarse en estimular los comportamientos positivos y evitar la recurrencia de los negativos o inapropiados por medio de un sistemas de estímulos aplicados de manera metodología para mantener o generalizar una conducta apropiada que les permita integrarse de una mejor manera a su ambiente. Estas intervenciones, en especial la ABA son respaldadas por una gran cantidad de documentación desde los años sesenta. (Anderson, 2012; Colombo, 2018; Gonzalez, 2019; Guzmán et al., 2017; Piñeros Ortiz & Toro Herrera, 2012)

## **Las TIC, el ABA y el TEA**

El objetivo principal de la terapia ABA es enseñar habilidades por medio de un sistema de aprendizaje estructurado, dividiendo las habilidades en partes pequeñas, enseñándolas una por una, iniciando cada vez con un estímulo o instrucción seguido de un desenlace representado por un refuerzo positivo, negativo o neutral como consecuencia y si la instrucción no se lleva a cabo de manera correcta continuamente por un determinado periodo de tiempo (varios días), no se puede continuar a la siguiente. Debido a la manera en que los niños con TEA procesan la información necesitan de una estructura personalizada de aprendizaje junto con repeticiones continuas al entrenar una habilidad. Estos parámetros altamente personalizables y repetitivos hacen necesario

el uso los recursos tecnológicos actuales ya que son altamente personalizables, programables, constantes y efectivos para dar seguimiento diario, inspirar confianza y motivar. Estos recursos abarcan, desde hojas de trabajo, páginas de internet informativas o interactivas, desarrollo de software, videojuegos, herramientas digitales y aplicaciones para dispositivos móviles hasta robots sociales. Todos los anteriores han demostrado ser útiles para atender los padecimientos de salud mental, terapia psicológica y emocional y la terapia ABA por su metodología estructurada se hace altamente compatible con ellos (Guzmán et al., 2017; Scoglio et al., 2019)

### **La tecnología y el tratamiento de desórdenes mentales**

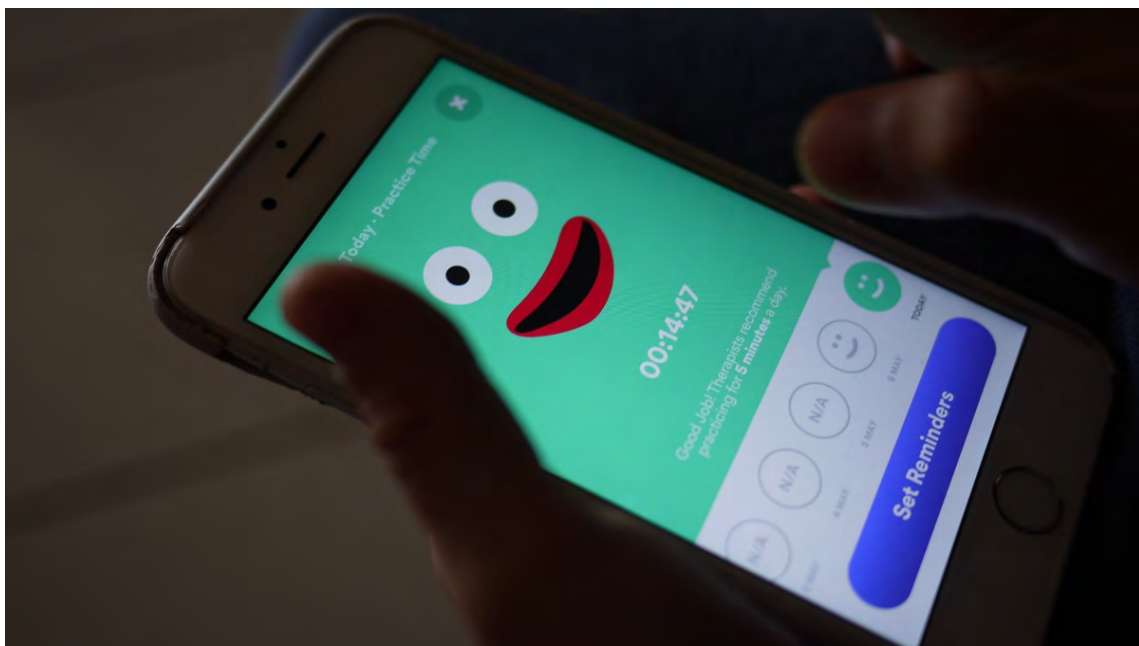


Ilustración 3. Ejemplo de App utilizada para tratamientos mentales.

El uso de la tecnología para el tratamiento de desórdenes mentales ha ido en ascenso, el incremento en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y los dispositivos electrónicos como el celular, tablets, laptops y videojuegos ha dado como resultado un incremento sustancial en el uso de redes de telefonía móvil e internet para su utilización en negocios y comercios, en la industria y en lo laboral, en el entretenimiento, la socialización y de manera lúdica, pero también con propósitos de uso para tratamiento psicológico y terapéutico,

donde el resultado ha sido generalmente positivo en cuanto a su eficacia y viabilidad. Concerniente a este documento, ahora que hemos abarcado brevemente lo que son las TIC, podemos entonces hablar de las TIC TEA, las cuales son herramientas digitales orientadas hacia la educación y desarrollo emociones, vocabulario y habilidades del lenguaje corporal y de expresión de niños con TEA (Pérez Heredia, 2019).

## **CAPÍTULO I. EL PROBLEMA**

Se han realizado numerosos estudios y descubrimientos en el diagnóstico y tratamiento del Trastorno del Espectro Autista (TEA), entre ellos se ha mostrado un especial interés en las áreas de la tecnología, utilizando herramientas digitales, las cuales han permitido aumentar el alcance de las terapias funcionando como apoyo para el niño con autismo en una mayor diversidad de lugares aparte del consultorio, estas herramientas significan también un medio para que el infante practique y aprenda en solitud.

### **Planteamiento del problema**

Debido a que el diagnóstico y la terapia del autismo requieren de un elevado nivel de especialización, existe una escasez de estudios de prevalencia y de especialistas en México, esto genera un punto ciego en el área de la salud infantil del país, por lo que es necesario encontrar vías para aumentar el rango de acción y efectividad del diagnóstico del autismo. También es importante mencionar que los instrumentos utilizados en el diagnóstico llegan a tener una variabilidad que va desde el 58% hasta el 79% de confianza, esto debido a que se requiere la continua observación, codificación e interpretación de una gran variedad de comportamientos al mismo tiempo por parte del terapeuta, en conjunto con la administración de varias tareas pertenecientes a la gestión de la sesión de terapia. Por lo que es necesario generar una metodología de diagnóstico que ayude a incrementar el rango de acción y efectividad del diagnóstico realizado por los especialistas y que

incluya la implementación de herramientas que ayuden a generar datos de diagnóstico más confiables, estables y con menor variabilidad.

## **Preguntas de investigación**

### ***Generales***

¿Como se puede utilizar las capacidades del robot NAO para integrarlo en el diagnóstico del autismo?

### ***Específicas***

- a. ¿Cuáles herramientas se usan para el diagnóstico del autismo?
- b. ¿Cómo se ha utilizado al robot NAO para el diagnóstico del autismo?
- c. ¿Cómo se puede aprovechar alguna metodología de diseño para la integración del NAO en el diagnóstico del autismo?
- d. ¿Cómo se puede aprovechar alguna metodología médica para la integración del NAO en el diagnóstico del autismo?

## **Justificación de la investigación**

Es necesario encontrar herramientas que ayuden a aumentar el rango de acción y generar diagnósticos más completos, de mejor contenido, que aumenten la efectividad y que ayuden a llevar un registro sistémico de la población con Trastorno del Espectro Autista (TEA) en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Es importante ya que el número en aumento de casos de autismo y la falta de especialistas en México significan una carga de tiempo y recursos difíciles de cubrir por parte los terapeutas al atender esta creciente epidemia.

Es por ello por lo que el uso del robot NAO en conjunto con el conocimiento de terapeutas especializados en el TEA pueden ayudar a los niños con esta condición. En esta investigación se

pretende utilizar las capacidades de análisis y recolección de datos del robot NAO junto con la experiencia y certificación de un terapeuta especialista en el TEA para integrar al robot NAO en el proceso de diagnóstico del autismo, para generar datos de manera consistente, con menor variabilidad y más confiables.

Los resultados de la investigación y los posibles datos producidos por estas interacciones podrían llegar a ser útiles para proyectos relacionados con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y el TEA, también podrían incrementar el rango de efectividad de los terapeutas al aprovechar los recursos de las tecnologías, podría abrir la posibilidad de reforzar el diagnóstico fuera del entorno clínico y de llevar mejores controles de prevalencia del síndrome. Con la información generada de estas interacciones entre el NAO y los niños con TEA es posible generar información nueva, más completa, estructurada y uniforme, que, al analizarse y relacionarse, podría ayudar a homologar algunos criterios del TEA.

### **Objetivo general**

Desarrollar una propuesta de metodología para la integración del robot social NAO, como herramienta en el proceso de diagnóstico de niños con autismo.

### **Objetivos específicos**

- a. Determinar cuáles herramientas se usan para el diagnóstico del autismo.
- b. Definir cómo se ha utilizado al robot NAO para el diagnóstico del autismo
- c. Determinar cómo se puede aprovechar alguna metodología de diseño para la integración del NAO en el diagnóstico del autismo.
- d. Determinar cómo se puede utilizar alguna metodología médica para la integración del NAO en el diagnóstico del autismo.

## Supuesto

Se pueden unir las capacidades de recolección de datos del robot NAO y el conocimiento de un terapeuta del Trastorno del Espectro Autista (TEA) para integrar al robot NAO como herramienta en el diagnóstico del autismo.

## Unidades de análisis, operacionalización de las variables

Tabla 1. Tabla de operacionalización de variables.

Variable		Definición conceptual	Definición operacional
Confiabilidad entre evaluadores (Inter-rater reliability)	Resultados Diagnóstico Robot	La confiabilidad ente evaluadores (IRR, por sus siglas en inglés) es el nivel de conciliación entre evaluadores y jueces. En donde si todos están de acuerdo, IRR es 1 (100%) Dependiendo del campo de trabajo, se determinará el nivel de conciliación, por ejemplo, si son deportes, es posible que un 60% (IRR=0.6) sea suficiente, pero en situaciones como la decisión de un tratamiento para el cáncer, un nivel de concordancia del 90% (IRR=0.9) sería más adecuado(Glenn, 2016)	Se puede medir con una variedad de métodos, desde una comparación de porcentajes hasta métodos más complejos como el Kappa de Cohen(Glenn, 2016).
	Resultados Diagnóstico Terapeuta		
Diagnóstico Robot	Mir	Las variables: Mir, Voc y Ges, son asignadas a partir de la dirección de la mirada, vocalizaciones y gestos del niño siendo evaluado y son determinadas por medio del Procesamiento de señales del comportamiento (BSP, por sus siglas en inglés) y se refiere a las técnicas y métodos computacionales que avalan la medición, análisis y modelado de las señales del comportamiento humano (Expresión, Experiencia y Criterio) (Narayanan & Georgiou, 2013)	Validación por escala de Likert. Nivel de autismo (0,3,5,7)
	Voc		
	Ges		
Diagnóstico Terapeuta	Mir	Experiencia y Criterio) (Narayanan & Georgiou, 2013)	Validación por escala de Likert. Nivel de autismo (0,3,5,7)
	Voc		
	Ges		
Experiencia del terapeuta	No	Según Orellana Ayala (2018) los especialistas más indicados para el diagnóstico y tratamiento del tea son los	Según el tiempo impartiendo terapia.
	Si		
	Nivel de capacitación	Profesionales con entrenamiento específico en desarrollo infanto-juvenil o en TEA y los Pediatras del desarrollo, sin embargo es	Según el número de certificaciones y nivel escolar

		posible que médicos especialistas, por ejemplo puedan involucrarse.	
--	--	---	--

## **Antecedentes**

### ***Atención del TEA en Ciudad Juárez***

En Ciudad Juárez, existen dos opciones para ser atendido cuando eres diagnosticado dentro del TEA. Una son las terapias en clínicas con profesionales y la otra son centros u organizaciones dedicadas a la atención y detección de este, como lo son, por ejemplo, los Centro de Atención Múltiple (CAM) o la “Fundación Integra” con su programa “Luminar”. En el caso de organizaciones, Ana Lilia Amen Martínez, Coordinadora de programa Luminar de la fundación Integra, el cual se encarga de atender a niños con condición de Autismo TDA y dificultades del lenguaje en la ciudad reportando datos de atención a una cantidad de 130 pequeños entre edades de 2 a 14 años, siendo la gran mayoría de la población, varones con edades entre los 2 y 5 años. En el caso de terapias en clínica, la Maestra Zulema Gonzales, terapeuta especialista atiende a 12 pequeños, 10 niños y 2 niñas de entre los 2 a los 9 años.

### ***Ambientes de aprendizaje mediados por TIC***

Cifuentes Tarazona (2018) propone el uso de AA de aprendizaje mediados por TIC para motivar a los niños con TEA de una escuela primaria a comunicarse. En su tesis propone la idea de que las TIC pueden ayudar a desarrollar propuestas pedagógicas personalizables, dependiendo del contexto de cada estudiante, y que su contenido puede ser útil para superar las dificultades se pudieran presentar en los niños con necesidades educativas especiales.

### ***Círculos de reflexión***

En su tesis propone espacios de encuentro donde diferentes miembros del ambiente de aprendizaje, como los docentes, educadores especiales, orientador de la escuela, familiares y los

mismos alumnos, a través del diálogo, la reflexión e intercambio de experiencias, se construyan mecanismos y tácticas de intervención de manera colectiva, para después analizar y reflexión, volviendo a nutrir este espacio con información nueva. Esto se puede ver representado en la Figura 2 y Figura 3. (Cifuentes Tarazona, 2018).



Figura 2. Ejemplo de Diagrama de Círculos de reflexión (Cifuentes Tarazona, 2018).

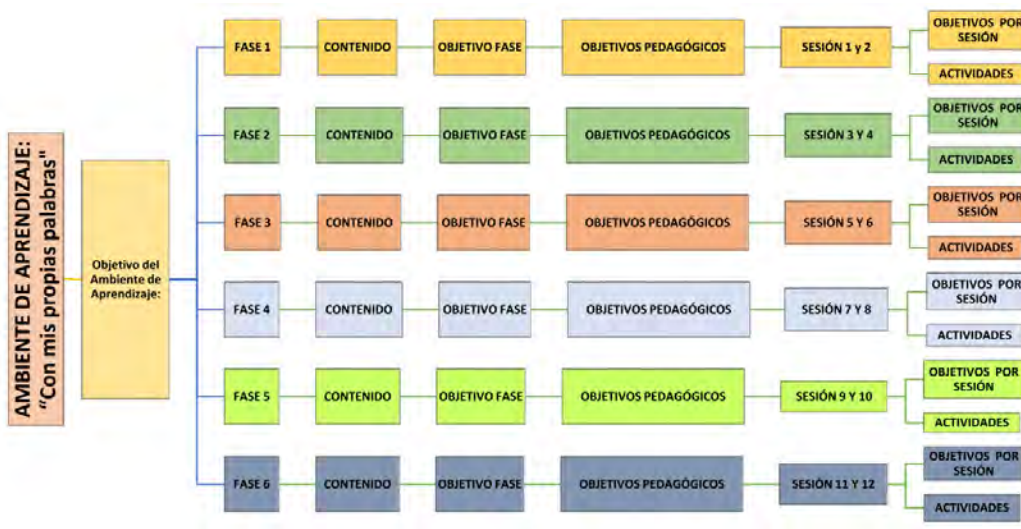


Figura 3. Ejemplo de Esquema Ambiente de Aprendizaje (Cifuentes Tarazona, 2018).

## ***Robots***

Si consideramos que el reconocimiento de las expresiones faciales puede mejorar las habilidades de interacción social de los niños dentro del TEA y que la capacidad de interactuar recíprocamente con un robot por medio de expresiones aunado al hecho de que los niños con autismo muestran un especial interés hacia los robots invita a considerar posible el uso de Robots de Asistencia Social (SAR, por sus siglas en inglés) como el NAO para asistir los tratamientos del TEA.

Los SAR pueden funcionar como dos tipos de plataformas tecnológicas de intervención a la vez, por un lado, tienen capacidad audiovisual y de movimiento con el propósito de generar interacciones amistosas y efectivas con el niño y por otro es posible integrar funciones de soporte como: El recordatorio de medicamentos o tareas, reforzadores motivacionales, monitoreo continuo, análisis en tiempo real y generación de datos, por mencionar algunos. Todo ello junto con las habilidades de interacción social los RAS pueden ser utilizados como una herramienta complementaria en terapias, particularmente con niños con TEA. Actualmente existe una gran diversidad de robots sociales, unos son utilizados para terapia y otros como medio de acompañamiento y sus usuarios son desde niños hasta adultos mayores, algunos de los que suelen ser utilizados en terapia son los robots: Paro, Haptic Creature, Betty, NAO, Mina y CRECA, de los cuales los últimos cuatro tienen características humanoides. Mina, por ejemplo, un robot que se diseñó específicamente para la interacción humano-robot con expresiones faciales y el TEA, en un estudio hecho por Ghorbandaei Pour et al. (2018) se utilizó con resultados interesantes, pero la falta de autonomía y la necesidad de añadir más instrumentos de análisis y monitoreo hacen que el NAO sea una mejor opción, el cual, junto con sus capacidades de monitoreo integradas, también

tiene la capacidad de permanecer de pie o de caminar si es necesario (Garrido, 2018; Scoglio et al., 2019; Vega, 2018).

### *El NAO en el tratamiento del Autismo*

Actualmente se están llevando a cabo investigaciones utilizando el robot social NAO, el cual ha demostrado ser una ayuda excepcional en las terapias de los niños con TEA. Un equipo interdisciplinario de la universidad de Vanderbilt compuesto de ingenieros y expertos en autismo han demostrado a través de este robot humanoide, con su capacidad de adaptabilidad, que los sistemas robóticos pueden ser una poderosa herramienta para incrementar las habilidades básicas de aprendizaje social.

La efectividad de esta herramienta es difícil de cuestionar, ya que según este artículo, en el cual se realizó un pequeño experimento con una docena de niños, seis de ellos con TEA y seis con desarrollo típico, los integrantes de ambos grupos prestaron la misma atención al robot cuando la sesión era dirigida por este o cuando era dirigida por la terapeuta junto con el NAO, se prestaba más atención a la maquina antropomorfa y denotando una clara diferencia en la sesión realizada únicamente por la terapeuta, donde se veía una clara falta de atención por parte de los niños con TEA (Vanderbilt University, 2013).

El interés en este proyecto surge de manera natural al considerar que México es uno de los países en donde la atención profesional dirigida a detectar o atender irregularidades en el desarrollo y la conducta a edad temprana o adulta es escasa y donde también se cuenta con muy pocos especialistas para atender a los que ya han sido diagnosticados con este padecimiento. Es entonces de suma importancia generar recursos y herramientas que signifiquen un apoyo importante para que estos los profesionales en el tratamiento de niños con TEA generen resultados más rápido y

de mayor efectividad y así mejorar la calidad de vida de los que viven con este trastorno, su familia y las personas de su entorno.

### *Aplicaciones móviles*

Una de estas investigaciones es la de Janeth Angélica López Rascón (2014) licenciada en ingeniería en sistemas computacionales de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) que desarrollo el prototipo de una aplicación móvil la cual ayuda a la socialización ayudando a que los niños aprendan más palabras, extendiendo así su vocabulario (López Rascón, 2014).

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

El desarrollo de este proyecto parte desde un punto de vista en el que se utiliza el diseño para desarrollar una solución en la que se integra al robot social NAO como herramienta para el diagnóstico del autismo, por lo que fue necesario abordar una amplia gama de conceptos que en un principio pudiera parecer que no están relacionados y que, sin embargo, cada vez se encuentra uno más cerca del otro.

Primero se aborda el tema del autismo, sus características, definición, diagnóstico, tratamientos y los retos que enfrentan los autistas cuando interactúan con otras personas. Para continuar con la situación estadística global y local del trastorno, en donde se obtuvieron datos que indican un desabasto de médicos especialistas para tratar y diagnosticar el autismo, también se deja en evidencia la falta de información de prevalencia en el país. A continuación, se documentó el uso de las herramientas digitales en los trastornos mentales y después de manera más específica en el autismo. Para después completar con la conceptualización y los antecedentes del uso de robots sociales en el diagnóstico, tratamiento y cuidado de personas con alteraciones cerebrales.

Para terminar con diferentes enfoques, métodos y técnicas utilizadas en el diseño y desarrollo de producto.

### **El Trastorno del Espectro Autista (TEA)**



Ilustración 4. Representación de barrera de comunicación impuesta por niña con autismo.

El TEA es un padecimiento neurológico diagnosticado de manera conductual e inicia en la infancia, es ideal empezar a tratarlo a la menor edad posible, no se conoce una cura, afecta el comportamiento, la interacción y la comunicación con otras personas, dificulta la capacidad de aprender y el desarrollo psicoemocional. Se mide en diferentes niveles y abarca una variedad de trastornos, desde asperger, trastorno generalizado del desarrollo no especificado hasta autismo en sus diferentes grados (NIH: Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano, 2020). En sus diferentes niveles, el TEA puede llegar a requerir apoyo total o parcial, en algunos casos volviéndose dependientes de supervisión y cuidado y otros solo requerirán ayuda para integrarse al mundo, ya sea de manera laboral, social o escolar. El TEA es hoy uno de los principales retos

de inclusión para los sistemas escolares, afecta la manera en que las personas, en este caso niños se desarrollan intelectual y socialmente.

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un padecimiento neurológico que afecta el desarrollo intelectual y social, inicia a temprana edad y en la actualidad no se conoce una cura. Este trastorno afecta el comportamiento, la interacción y la comunicación con otras personas, dificulta el aprendizaje y el desarrollo psicoemocional, en este trastorno se incluyen condiciones como el síndrome de Asperger y el trastorno del desarrollo no especializado (NIH: Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano, 2020) y de acuerdo con el estudio realizado en Guanajuato por Fombonne et al. (2016) este síndrome le afecta aproximadamente a 1 de cada 115 niños en México.

### ***Retos de integración para los niños con TEA***



Ilustración 5. Representación de niña con autismo y baja autoestima.

Los problemas sociales, por ejemplo, pueden generar problemas graves en la vida cotidiana de los niños, como no mostrar ningún interés por las demás personas o lo contrario, pero sin poder comprender las reglas de los juegos, respetar el espacio personal o establecer relaciones de amistad. También pueden ser muy sensibles al tacto o lo opuesto, también desarrollan comportamientos autoestimulantes y tienen problemas para mostrar sus sentimientos o comprender los de los demás. Esto puede generar rechazo por parte de los demás niños y generar depresión y/o ansiedad que también afecta a una parte de las personas con TEA. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2016b). Casi la mitad de los niños dentro con TEA muestran escasas habilidades de comunicación, en particular, no hablan o hablan muy poco, del resto, algunos comienzan a decir algunas palabras entre los 12 y 18 meses de edad y después cesan. Y otros comienzan a hablar hasta que ya entraron a la niñez.

Muchos desarrollan vicios del lenguaje o manías, en donde utilizan el lenguaje de maneras inusuales o donde repiten las mismas frases, una y otra vez u omiten ciertas palabras en sus oraciones. También desarrollan ecolalia, que es el hecho de repetir lo que dicen los demás cuando intentan comunicarse con el niño, dificultad para comprender gestos, para respetar el espacio personal, o para entender abstracciones como decir adiós con la mano o las expresiones faciales

Los niños dentro del TEA pueden reaccionar de manera inusual hacia el peligro o ante estímulos como el tacto, los olores, los sonidos o la apariencia de las cosas y que tengan respuestas exageradas ante el dolor o los ruidos fuertes. También es posible que se rían o lloren en momentos inapropiados o por el contrario no mostrar ningún tipo de respuesta emocional (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2016b).

## El TEA en el mundo

Según la OMS (2018) en el mundo 1 de cada 160 niños vive con un trastorno del espectro autista (TEA) y en una gráfica obtenida en según el sitio de estadísticas llamado Statista (2021) se aprecia más a detalle el estado general de la prevalencia del TEA en varios países del mundo (Figura 4).

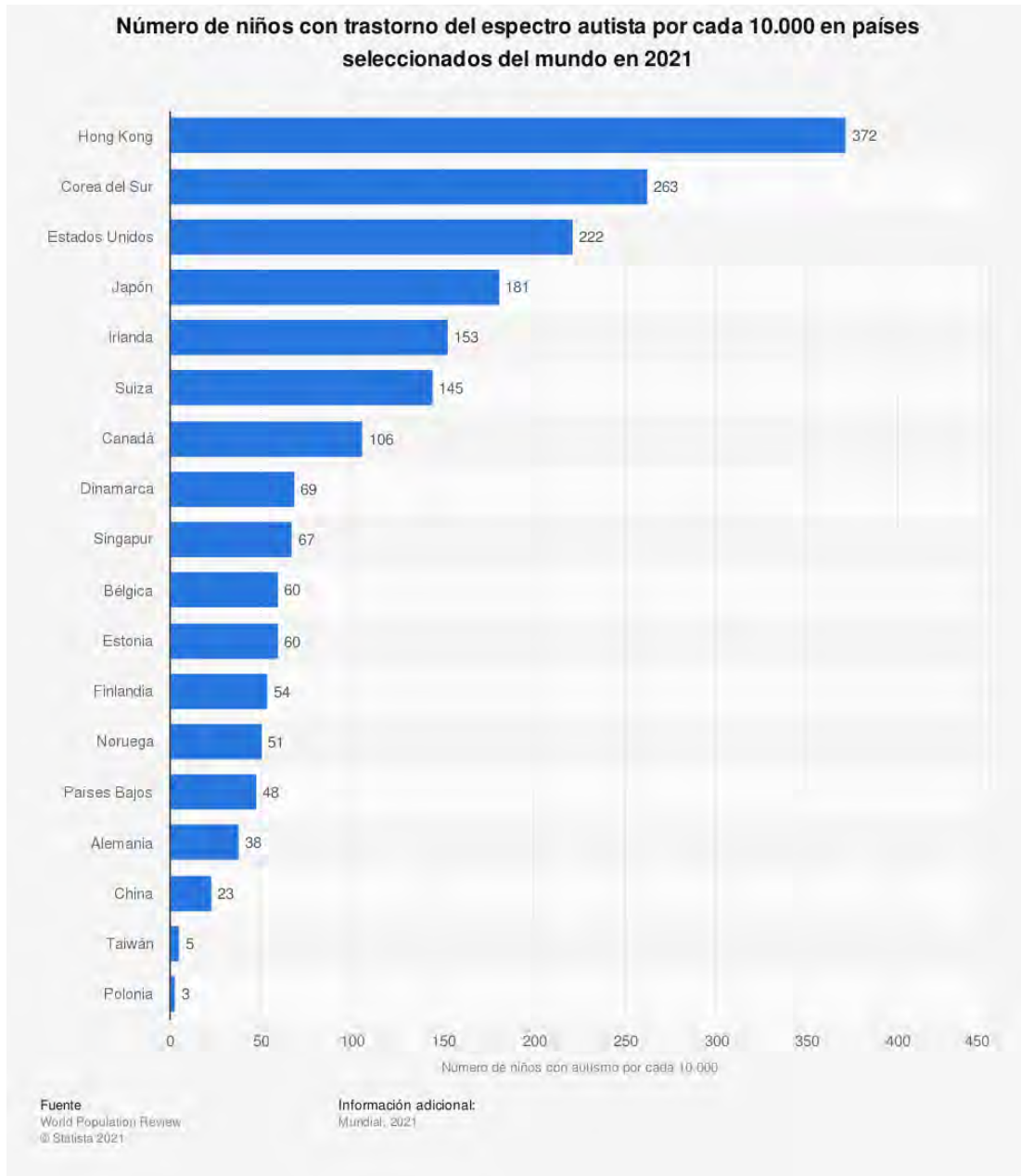


Figura 4. Gráfica de autismo en el mundo, (Díaz, 2021).

En la figura anterior es posible apreciar ambos extremos de la situación en la que, por ejemplo, Hong Kong tiene el mayor número de casos diagnosticados, con 372 niños por cada 10,000 y Polonia con tan solo 3 casos por cada 10,000. Estando México fuera de la gráfica, es necesario asumir su posible posicionamiento entre Dinamarca y Canadá con 69 y 106 niños por cada 10,000 después de obtener el dato con información obtenida del único estudio de prevalencia realizado en el país, llevado a cabo por Fombonne (2016) en León, Guanajuato y donde se obtuvo una prevalencia promedio de 0.87%, esta cifra también puede representarse como una proporción de 87 niños por cada 10,000 o 1 de cada 115, estas cifras son utilizadas intercambiamente a través de diferentes fuentes de información concernientes al TEA en México.

Sin embargo, las estadísticas en las que se basa la información anterior muestra una gran diferencia entre los diferentes países, esto puede ser debido a tres posibles razones, la primera es que no se lleva un registro activo de las tasas de autismo, por ejemplo, algunos estudios utilizados para las estadísticas fueron realizados hace más de cinco años, la segunda es debido a que no existe un criterio estandarizado para asesorar el autismo y la tercera el hecho de que no todos los países cuentan con los suficientes recursos para realizar dichos estudios. La falta de recursos y de estandarización junto con la gran disparidad entre el número de casos diagnosticados como por ejemplo entre Polonia y Hong nos puede llevar a considerar que, o el primero está haciendo algo muy bien para mantener a margen el trastorno o este necesita más recursos para generar un diagnóstico con un número más exacto.

### ***Retos en el tratamiento del TEA en México***

Un aspecto interesante en México está relacionado con una baja prevalencia de especialistas médicos para el tratamiento, atención y diagnóstico del autismo, según datos

extraídos del estudio de Heinze-Martin (2018) “Los médicos especialistas en México” existe una población aproximada de 24,545 especialistas en pediatría, psiquiatría y neurología (ver Tabla 2).

Tabla 2. Relación de pediatras, psiquiatras y neurólogos especialistas por población infantil en México. Tabla de creación propia con datos extraídos de (Heinze-Martin et al., 2018) y (INEGI, 2019).

<b>País</b>	38,300,000.00	100,000	1	100%
<b>País</b>	<b>Total, de especialistas (n)</b>	<b>Tasa por cada 100 000 niños en el México</b>	<b>1 por cada</b>	<b>%</b>
Pediatras	18,771	49.01	2,040	0.049%
Psiquiatras (adultos y pediátricos)	4,429	11.56	8,648	0.012%
Neurólogos (adultos y pediátricos)	1,345	3.51	28,476	0.004%
<b>Total</b>	<b>24,545</b>	<b>64</b>	<b>1,560</b>	<b>0.064%</b>

Si se considera que según el INEGI (2019) el país cuenta con aproximadamente 38.3 millones de niñas, niños y adolescentes de 0 a 17 años y que el estudio de León Guanajuato estima una prevalencia del autismo de 0.87 % (Fombonne et al., 2016), es decir, aproximadamente 333 210 niños con autismo, lo que significaría 1 especialista por cada 1560 niños. Sin embargo estos estudios no discriminan entre neurólogos y psiquiatras infantiles, ni consideran el enfoque de la especialidad pediátrica, actualmente, los pediatras y médico familiares hacen un trabajo efectivo al abordar una gran diversidad de patologías (sospecha, diagnóstico, confirmación y tratamiento-seguimiento) pero no así respecto a problemas vinculados al desarrollo de la conducta, una gran parte de los niños que han sido diagnosticados en el país son referidos por el personal de las escuelas o guarderías, psicólogos infantiles o los amigos y conocidos de los padres de familia, quienes les recomiendan una consulta. Esto podría deberse al hecho de que los pediatras y médicos familiares deben atender una gran cantidad de pacientes en un rango de tiempo de entre 7 y 10 minutos y una consulta para atender complicaciones de crecimiento y desarrollo requieren sesiones de mayor duración. (Orellana Ayala, 2016).

Según lo anterior, es posible considerar que en México existe un posible desabasto de médicos especialistas para atender a la población infantil con TEA, estos especialistas enfrentan también el gran reto de tener que considerar que la gran variedad de síntomas y conductas desplegadas por los niños significa que sea necesario diseñar intervenciones para el tratamiento y terapias de manera única y personalizada (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2016a; Fombonne et al., 2016; Heinze-Martin et al., 2018; INEGI, 2019; Lilia Mestas et al., 2016). Parecería entonces que los esfuerzos y recursos de este proyecto se deberían de dedicar a buscar una solución para resolver el problema de desabasto, sin embargo, solucionar esta problemática completamente abarcaría una inmensidad de parámetros, no solo técnicos, sino culturales, sociales y políticos aunados a una posible colaboración dedicada a la unificación de esfuerzos y coordinación constante de un conjunto de instituciones en el país y tal vez internacionales lo cual no es concerniente al área de diseño de producto en este proyecto.

En México, más de la mitad, aproximadamente un 60 % de los niños detectados con autismo, se encuentran en aulas regulares sin haber sido diagnosticado (Prevalencia del autismo en México en 2016: 1 de cada 115 niños, 2016 par. 6). Lo anterior es importante ya que la convivencia con una persona o un niño con TEA sin haber sido diagnosticado puede acarrear costos emocionales, sociales y económicos muy elevados para los familiares y para los que prestan servicios de salud y educación (Albores-Gallo et al., 2008, p. 38) y si se detecta a una edad temprana aumentan las maneras de aprovechar al máximo las capacidades de crecimiento y el aprendizaje de nuevas habilidades psico sociales de los niños con TEA, esto se logra a través de terapias de comportamiento y de comunicación, prácticas para el desarrollo de habilidades y en ciertas situaciones se pueden utilizar medicamentos para regular los síntomas. (NIH: Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano, 2020) sin embargo aun si la detección temprana

se lleva a cabo, el número de especialistas profesionales capacitados para atender a la población de niños con TEA es escasa.

El diagnóstico, suele realizarse de cuatro a cinco años después de que los padres observan los primeros síntomas o no realizarse en absoluto, casi un 60 % de los niños detectados con autismo, se encuentran en aulas regulares sin haber sido previamente lo que representa un costo emocional y económico elevado tanto para los que viven con este trastorno como los que le rodean diagnosticados (Albores-Gallo et al., 2008; Prevalencia del autismo en México en 2016: 1 de cada 115 niños, 2016). También existe una clara escasez de información y de investigaciones que nos ayuden a cuantificar y medir el alcance y la población que vive las características de este trastorno, sin embargo, es posible observar que aun si se realizaran mayores esfuerzos por realizar detecciones tempranas o por realizar más investigación, el desabasto de especialistas seguiría siendo un problema, la proporción simplemente es magnífica, esa es la razón por la cual es necesario desarrollar herramientas, instrumentos y metodologías de aplicación de las mismas para simplificar, acelerar y extender su rango de acción y así ayudar a reducir esta brecha.

El problema parece derivarse de que en la actualidad, en México, aunque el pediatra y el médico de familia, quienes son los profesionales expertos en lo que se refiere a la salud y tratamiento de enfermedades de los niños, aunque están haciendo un trabajo de mucha efectividad respecto al abordaje de una gran diversidad de patologías (sospecha, diagnóstico, confirmación y tratamiento-seguimiento), no lo es así cuando se trata de diagnosticar problemas vinculados al desarrollo de la conducta (Orellana Ayala, 2016). Tendemos a esperar que estos profesionales sean quienes detecten los problemas relacionados con el crecimiento, desarrollo y la conducta de los niños, pero la realidad es que la mayoría de los diagnósticos no suceden de esta manera, en México, la mayoría de los niños diagnosticados son referidos por personas ajenas al área médica como, por

ejemplo, el personal de las escuelas o guarderías, psicólogos infantiles o amigos y conocidos de los padres de familia, quienes les recomiendan una consulta, ya sea por algún síntoma con el que ellos están familiarizados o por compartir características conductuales de otros niños con TEA (Orellana Ayala, 2016). Lo anterior parece estar sucediendo debido a que según Orellana Ayala (2016) en los servicios médicos para el público, la consulta pediátrica ha ido dejando en segundo plano la atención a los controles de crecimiento y desarrollo, para enfocarse mayormente en la toma de historia, evaluación, diagnóstico y prescripción de tratamiento para patologías no conductuales y más sintomatológicas, es decir, enfermedades comunes que se pueden atender con medicamento. Esto debido a una sobrecarga de consultas, los médicos familiares y servidores públicos similares deben atender a sus pacientes en un rango de apenas entre 7 y 10 minutos, siendo que una consulta para atender complicaciones de crecimiento y desarrollo donde aparecen trastorno no convencionales o comunes es de mayor duración. Esto ha generado un retardo en el diagnóstico de niños con TEA en México “Muy a menudo el diagnóstico de autismo se realiza cuatro o cinco años después de que los padres observan los primeros síntomas.” (Albores-Gallo et al., 2008), Esto es debido a que los síntomas del autismo son poco conocidos por parte de maestros, educadores, médicos generales y psicólogos que se hace difícil la detección de la sintomatología por medio de la utilización de escalas, lo que refleja también, poca confianza en los instrumentos utilizados para su detección (Albores-Gallo et al., 2008, p. 40).

Debido a la gran variedad de síntomas y conductas desplegadas por el niño con TEA las intervenciones para el tratamiento son únicas y personalizadas, donde también convergen diferentes elementos como una diversidad de especialistas, la familia, la escuela y la comunidad, desde el diagnóstico hasta el tratamiento (Lilia Mestas et al., 2016).

### *Ambientes de aprendizaje*

Para poder definir lo que es un Ambiente de Aprendizaje (AA), primero es importante comprender que se compone de tres partes: Entorno, ambiente y clima de aprendizaje (Rodríguez Vite, 2014) .

El entorno es todo aquello que se encuentra alrededor del proceso de enseñanza-aprendizaje. Desde el lugar físico en el que se encuentra la persona participando y los elementos dentro de él, hasta los factores físicos, afectivos, culturales, sociales y familiares que puedan influir en el individuo. Todos los elementos se combinan y pueden tener un efecto positivo o negativo. El ambiente se puede dividir en tres tipos: áulico, real y virtual. Siendo el primero un salón de clases, donde suele haber compañeros, el segundo puede ser cualquier lugar físico, un parque, una oficina o un consultorio, por nombrar algunos, y el tercero se crean por medio de las TIC, donde la interacción se lleva a cabo en un aula virtual, por ejemplo. El clima de aprendizaje básicamente consiste en la interacción que lleva a cabo con los procesos de comunicación entre los que se involucran en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según el caso, este proceso se debe de llevar a cabo entre el encargado de enseñar o entre los que están aprendiendo. Es muy importante dentro de este clima prevalezca la armonía, confianza, seguridad y el respeto. Para propiciar un ambiente de confianza. Pero también se considera el establecer reglas y normas, la cuales son esenciales para un buen proceso de enseñanza-aprendizaje (Rodríguez Vite, 2014).

## *Diagnóstico y tratamiento*



Ilustración 6. Analogía de diversidad en el autismo.

Debido a que los niños con TEA presentan una gran diversidad de síntomas, existe una gran variedad de programas para tratar el autismo, como los conductuales, de educación y aprendizaje, medicamentos y otros, por ello la decisión del tratamiento recae en gran medida sobre los familiares (Science, 2014). Actualmente, en España, el tratamiento considerado oficial para el TEA es el psicopedagógico, aplicado en ambientes naturales, si se llega a aplicar algún medicamento, este no es aplicado con la intención de curar el trastorno, es para mejorar algunos

síntomas o contribuir en las terapias. Hoy en día es necesario desarrollar nuevos recursos desde una amplia gama de perspectivas para diagnosticar y tratar a las personas con TEA (Calvo et al., 2019).

### *Diagnóstico*

Diagnosticar un trastorno se debe de abordar de manera clara y con el propósito de hacer evidentes los síntomas que un individuo muestra dentro de los parámetros establecidos por instrumentos como el Diagnóstico Estadístico para Trastornos Mentales (DSM, por sus siglas en inglés), el cual contiene síntomas, descripciones y otros criterios para su evaluación, por lo que se deberían de realizar diagnósticos a todos los infantes que se detectan como positivo para TEA en los instrumentos que realicen pruebas preliminares para detectar autismo o enfermedades metabólicas en recién nacidos. Algunos de los instrumentos utilizado para realizar el diagnóstico del TEA son La Agenda de Diagnóstico del Autismo (ADOS, Autism Diagnostic Observation Schedule, en inglés) y la Prueba de Diagnóstico de Autismo (PDA) de Esquer Sumuano, la Entrevista de Diagnóstico del Autismo (ADIR, Autism Diagnostic Interview R, en inglés) y las Escala de Calificación del Autismo Infantil (CARS, Childhood Autism Rating Scale, en inglés) por mencionar algunos (Barroso Ayala & Esquer Sumuano, 2017; Esquer Sumuano, 2014).

PROCESO GENERAL DX DE TEA	
Paso del procedimiento	Objetivo
1. Entrevista clínica	Obtener datos sobre la historia de los síntomas o el desarrollo evolutivo del paciente.
2. Aplicación de la PDA (o/y pruebas diagnósticas para TEA)	Observar el desempeño del niño en pruebas estandarizadas que miden las conductas del TEA
3. Observación del juego libre	Observar la interacción social lúdica
4. Aplicación de instrumentos de desarrollo o pruebas neuropsicológicas (según corresponda al nivel de funcionamiento)	Observar el desempeño en las pruebas de desarrollo para obtener coeficientes de desarrollo, y en las pruebas neuropsicológicas para conocer las deficiencias neuropsicológicas y perfiles neuropsicológicos que apoyen el diagnóstico.
5. Observación en el colegio	Observar habilidades conductuales, comunicativas y sociales dentro del contexto escolar
6. Observación sensorial	Observar el funcionamiento sensorial del niño y sus posibles alteraciones
7. Aplicación de la escala CARS	Determinar el nivel de funcionamiento

Figura 5. Ejemplo de un proceso general de diagnóstico del autismo (Barroso Ayala & Esquer Sumuano, 2017).

## ADOS

Agenda de Observación del Diagnóstico del Autismo (ADOS – por sus siglas en inglés) es una prueba estandarizada de diagnóstico para el TEA que surgió en los 80s y hoy está disponible en 15 diferentes idiomas. El proceso consiste, básicamente en realizar observaciones del comportamiento social, la comunicación y el juego del niño con posible autismo. Desde entonces se ha vuelto una de las herramientas de diagnóstico que se utiliza de manera estandarizada por las escuelas y los terapeutas independientes para el monitoreo de discapacidades del desarrollo. Sin embargo, el ADOS no es estrictamente necesario para diagnosticar el autismo, hoy en día el Diagnóstico Estadístico de Trastornos Mentales es que maneja - 5 (DSM-5, por sus siglas en inglés) los criterios de diagnóstico (How is ADOS (Autism Diagnostic Observation Schedule) Used to Identify ASD, 2020; Lord et al., 2000).

### *ADEC.*

Detección del Autismo a Temprana Edad (ADEC por sus siglas en inglés) es una herramienta de juego aplicada de manera Clínica con 16 artículos para niños de entre 12-36 meses de edad. Fue desarrollada en Australia, iniciando su desarrollo y examinación en el 2007. Esta herramienta surgió a partir de la necesidad de iniciar el diagnóstico del TEA en edades más tempranas. Debido que, por el momento, no se conocen las propiedades psicométricas del ADOS para la población mexicana, la ADEC es recomendada para el diagnóstico por el doctor Esker Sumuano (2014) ya que esta cuenta con una adaptación cultural para nuestro país y su muestra una sensibilidad de detección similar a la del ADOS con un 79% y 75% de efectividad respectivamente (Esquer Sumuano, 2014; Towle & Patrick, 2016).

### *PDA - Prueba para el Diagnóstico del Autismo*

La prueba de Diagnóstico del Autismo (PDA) es una prueba estandarizada basado en el ADOS, pero realizada con la población mexicana en mente, que evalúa habilidades, sociales comunicativas y estereotípicas. Es de validez clínica para el diagnóstico del autismo infantil (de 2 a 12 años) con una sensibilidad de 93%, consta de 22 reactivos y dos secciones. Se creó para realizar pruebas estandarizadas en el país, con un alto nivel predictivo positivo. (Esquer Sumuano, 2014).

### *DSM-5.*

El Diagnóstico Estadístico para Trastornos Mentales (DSM, por sus siglas en inglés) es el manual de uso del profesional de la salud en la mayor parte del mundo conocido como la guía autorizada para el diagnóstico de desórdenes mentales ya que contiene síntomas, descripciones y otros criterios para su evaluación. Provee un lenguaje común para los terapeutas tengan un entendimiento común acerca de sus pacientes y establece diagnósticos consistentes y confiables

para ser utilizados en la investigación de desórdenes mentales (American Psychiatric Association, 2013; Asociación Americana de Psiquiatría (APA), 2016) .

### *ADOS-2*

El ADOS-2 se considera el instrumento de diagnóstico de referencia y es uno de los principales utilizados para el diagnóstico del autismo (Petric, 2014), consiste en una herramienta con la que por medio de actividades específicas se observan comportamientos importantes para el diagnóstico del TEA, según el nivel de desarrollo y edad de los evaluados. Por medio de la implementación de situaciones sociales planeadas se obtienen contextos estandarizados, donde se puede observar las conductas concretas, entre ellas, las sociales. El ADOS-2 cuenta con cinco módulos, estos comparten algunas de las actividades diseñadas pero cada uno con su propio protocolo de aplicación, estos módulos se denominan T, 1, 2, 3 y 4 (Lord, Rutter, DiLavore, et al., 2015).

### **Las herramientas digitales**

Cuando hablamos de herramientas digitales nos referimos a las que están pensadas para que los usuarios hagan uso de manera eficaz de los recursos tecnológicos al utilizar sus capacidades en el desarrollo de elementos y procesos. Convirtiéndose en un elemento optimizador de la práctica, tarea o actividad que se realice (Min Shum, 2018). La Terapia Cognitiva Conductual (TCC) y el Análisis Comportamental Aplicado (ACA) son particularmente compatibles para ser mejorados por las nuevas tecnologías, ya que es altamente estructurado, típicamente se realiza de manera manual, sigue una progresión secuencial, hace énfasis en la autorresponsabilidad, automonitoreo y tareas e incluye medidas de resultados de manera continua. Se han realizado un número considerable de diversas herramientas digitales y aplicaciones de mejora para las TCC de desórdenes mentales como los autotratamientos administrados por computadora, tratamientos,

TCC asistidos por computadora, aplicaciones de comunicación y/o monitoreo por celular, tratamiento por video conferencias o entrenamiento a terapeutas en línea, este último también puede resolver algunas dificultades con la calidad de la aplicación de las terapias cuando son dirigidas o administradas a través grandes extensiones de territorio, y páginas con hojas de trabajo para la TCC. Otras herramientas digitales para tratamientos de salud mental como la depresión, desórdenes alimenticios, ansiedad, estrés postraumático y más, estas pueden ser adquiridas para dispositivos móviles a costos razonables o incluso de manera gratuita y las cuales incorporan técnicas como la del TCC, la terapia de aceptación y compromiso (TAC) entre otras (Chandrashekar, 2018). Estas herramientas utilizadas en los dispositivos móviles son particularmente útiles con los jóvenes y adolescentes debido a su disponibilidad la afinidad con ellos, esto ayuda a los terapeutas a implementar los tratamientos de las TCC de manera más efectiva al utilizar recordatorios de tareas, monitoreo en tiempo real y retroalimentación y comunicación entre sesiones. Se ha descubierto que, en particular el auto monitoreo, ha mejorado el resultado de los tratamientos, utilizado por si solo o incluido en la terapia. El costo de tener terapeutas dedicados a monitorear el cumplimiento de tareas, evaluación del progreso, de manera diaria sería demasiado elevado. Pero gracias a las capacidades de automatización y disponibilidad de las herramientas digitales esto es posible. Estas herramientas hacen posible una solución escalable y de bajo costo que reduzca la brecha de necesidad para los tratamientos de padecimientos mentales como lo es el TEA (Chandrashekar, 2018; Cully & Teten, 2008; Kobak et al., 2015; Morin, 2019; Primero & Moriana, 2011; Truschel, 2019; Wolters et al., 2017) .

## *Las herramientas digitales y el TEA*



Figura 6. Ejemplo de niños con autismo interactuando en un aula con robot Nao.

En la actualidad, con el avance de la tecnología, se ha descubierto que los niños con TEA reaccionan de manera positiva hacia la tecnología, dicho de manera más específica, hacia las herramientas digitales y los robots sociales, esto debido a que la simplicidad y predictibilidad de estos sistemas robóticos y de información digitales inspiran confianza en los niños dentro del espectro los cuales son propicios para crear un entorno en el que los pequeños se sienten seguros y curiosos (Martins, 2017). Los sistemas recientemente mencionados son parte de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), término utilizado para definir un rango amplio de *software* y *hardware*, usualmente asociado solo a la computación pero que también abarca radio y televisión (Hardy et al., 2003).

### **Robots**

Un robot es una maquina con la habilidad de interactuar con objetos físicos capaz de recibir programación electrónica para realizar tareas específicas. La robótica es una rama de estudio

interdisciplinaria e intermediaria entre las ciencias de la computación e ingeniería (Ham, 2011). La robótica se alimenta de los logros de las ingenierías de la información, de la computación, de la mecánica y la electrónica. Poniendo en un solo contexto el diseño, la construcción, la operación y el uso de robots con el objetivo de diseñar máquinas inteligentes que puedan ayudar a los seres humanos a estar seguros en sus actividades cotidianas. La robótica puede desarrollar máquinas que sustituyan a los humanos replicando sus acciones. Las situaciones en que se pueden utilizar y sus propósitos son muchas, pero hoy en día, principalmente se utilizan en el área médica, en procesos de manufactura, en medioambientes peligrosos como en la inspección de material radioactivo o detección y desactivación de bombas o en lugares en los que los humanos no podrían sobrevivir como en el espacio exterior, debajo del agua, lugares de temperatura extrema o donde se requiera limpieza de residuos peligrosos.

Un robot puede tener cualquier forma, pero algunos son hechos para parecerse a los seres humanos, lo que, se dice, ayuda a aceptar a estas máquinas cuando realizan actividades que emulan las actividades por seres humanos. Estos robots, intentan replicar la marcha, la carga, el discurso, el pensamiento o cualquier otra actividad humana. El uso de robots en la intervención del TEA ha sido ampliamente visto en años recientes, un ejemplo de esto es un estudio al que hace referencia Ntaountaki (2019) donde se utilizó un robot que llamaron “Wizard of Oz (WoZ)” en una Terapia Asistida por Robots (RAT, por sus siglas en inglés) y en sus resultados, concluyeron que las RAT había sido usado de manera efectiva para mejorar las habilidades sociales en niños con TEA. En la última década, los robots se han utilizado como herramientas de intervención para individuos con autismo, existe una gran cantidad de estos con diferentes características, de diferente apariencia y que imitan los movimientos, el lenguaje corporal y las expresiones de los humanos. Se han utilizado como tecnología de asistencia en muchas áreas de investigación del autismo, en

particular, ayudando a los niños a integrarse en procesos sociales, ayudándoles a aprender comportamientos sociales complejos como el reconocimiento del espacio personal y adaptabilidad o a comunicar, controlar y reconocer emociones. Generalmente, los robots ofrecen una increíble capacidad de monitorear e influenciar el comportamiento de niños autistas, así como de asistir al terapeuta (Ham, 2011; Ntaountaki et al., 2019).

### ***¿Qué es un robot social?***

Los robots de asistencia social (RAS) son plataformas de tecnología robótica con capacidades audiovisuales y de movimiento desarrollados para interactuar socialmente con individuos mientras que a la vez los asisten con la administración de su bienestar psicológico y físico, esta tecnología se intenta implementar en el hogar para que atienda las necesidades de estas personas y así reemplazar o complementar los tratamientos en persona, el argumento de los desarrolladores suele ser que las intervenciones del comportamiento con soporte tecnológico pueden ser implementadas de manera más sencilla que las opciones en persona y sin las complicaciones de realizar viajes, limitaciones de recursos locales, entrenamiento de practicantes para implementar un modelo de tratamiento o la fidelidad con la que se lleva a cabo. El uso de herramientas digitales puede ayudar a que los usuarios auto administren su propio tratamiento y objetivos relacionados con una gran diversidad de diagnósticos tanto físicos como psicológicos, y pueden ayudar interviniendo para dar soporte en la requisición de rendición de cuentas (Scoglio et al., 2019), proveer retroalimentación a la medida de las necesidades personales de los usuarios e incluso formar vínculos para generar un impacto en el bienestar de los mencionados. A grandes

rasgos, su propósito es entonces el de crear interacciones amistosas y efectivas con el usuario humano para que a partir de ahí se le provea de asistencia para lograr un progreso medible de su calidad de vida. Debido a las múltiples habilidades de los RAS es posible integrar funciones de soporte como las de las herramientas digitales con las habilidades de integración social, resultando en una plataforma más envolvente y responsiva para los usuarios.

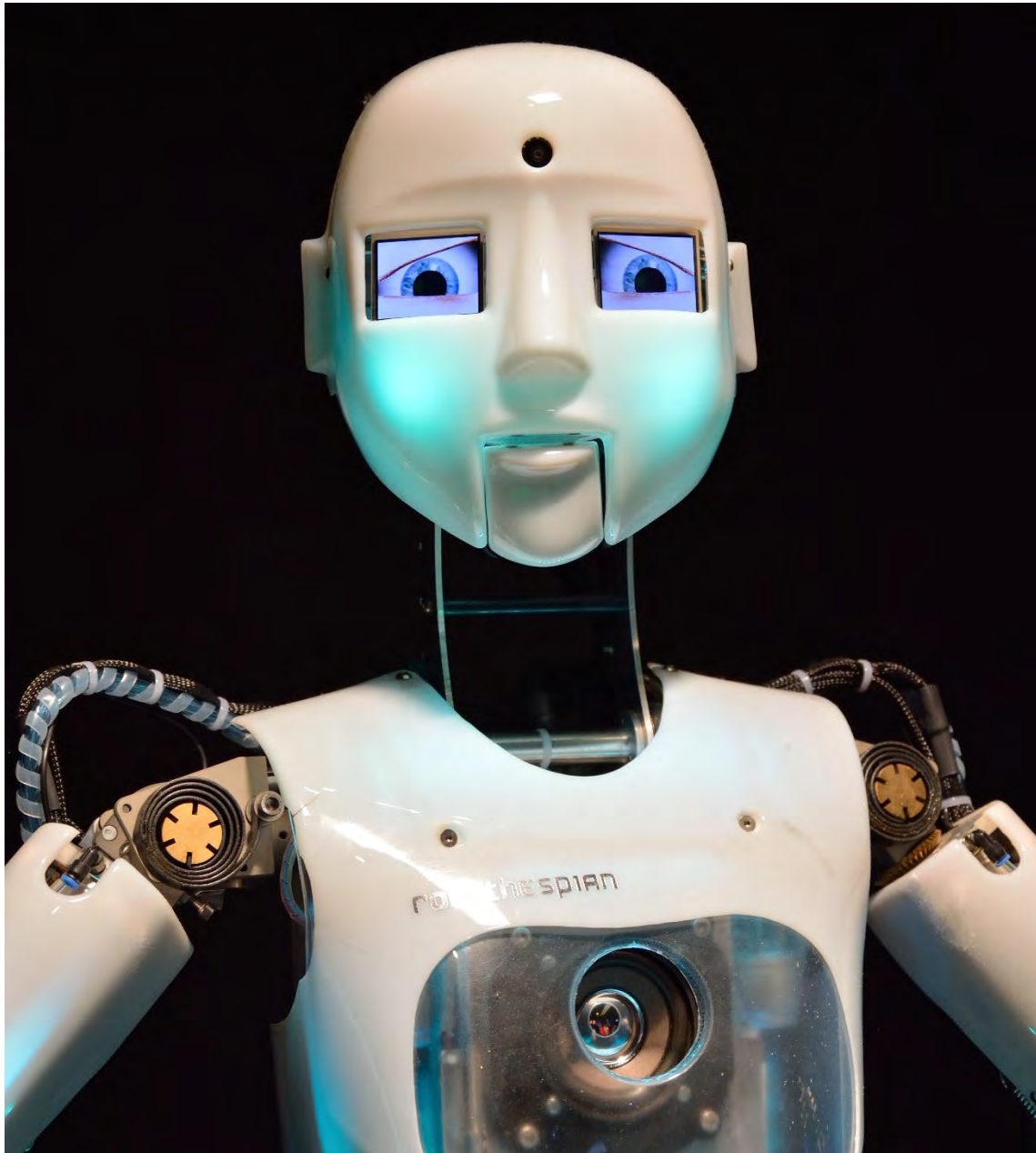


Figura 7. Ejemplo de robot social.

Los RAS pueden ser utilizados como una herramienta complementaria en terapias, particularmente con niños con TEA. Actualmente existen una gran diversidad de robots sociales, unos son utilizados para terapia y otros como medio de acompañamiento y sus usuarios son desde niños hasta adultos mayores, algunos de los que suelen ser utilizados en terapia son los robots: Paro, Haptic Creature, Betty, NAO, y CRECA, de los cuales los últimos tres tienen características humanoides, y de los tres solo el NAO cuenta con la capacidad de permanecer de pie o de caminar si es necesario. (Garrido, 2018; Scoglio et al., 2019; Vega, 2018).

### ***Robots con expresión Facial***



Figura 8. Ejemplo de robot social con expresiones faciales.

Las expresiones faciales son un mecanismo que utilizamos para mostrar comportamiento emocional durante las interacciones humanas, muestra la motivación del individuo y hace que el comportamiento sea más entendible y predecible, también ayuda a sincronizar, organizar y completar las interacciones sociales, tomando esto en cuenta, se han propuesto sistemas

emocionales artificiales para mejorar la interacción entre humanos y robots (Reyes et al., 2019). La interacción facial recíproca de expresiones faciales y el hecho de que los niños con autismo muestran un especial interés hacia los robots, hacen de este tema uno o los temas más interesantes en el tema de la robótica social. Es necesario mencionar que el reconocimiento de las expresiones faciales puede mejorar las habilidades de interacción social de los niños dentro del TEA (Ghorbandaei Pour et al., 2018).

### ***El robot social NAO***

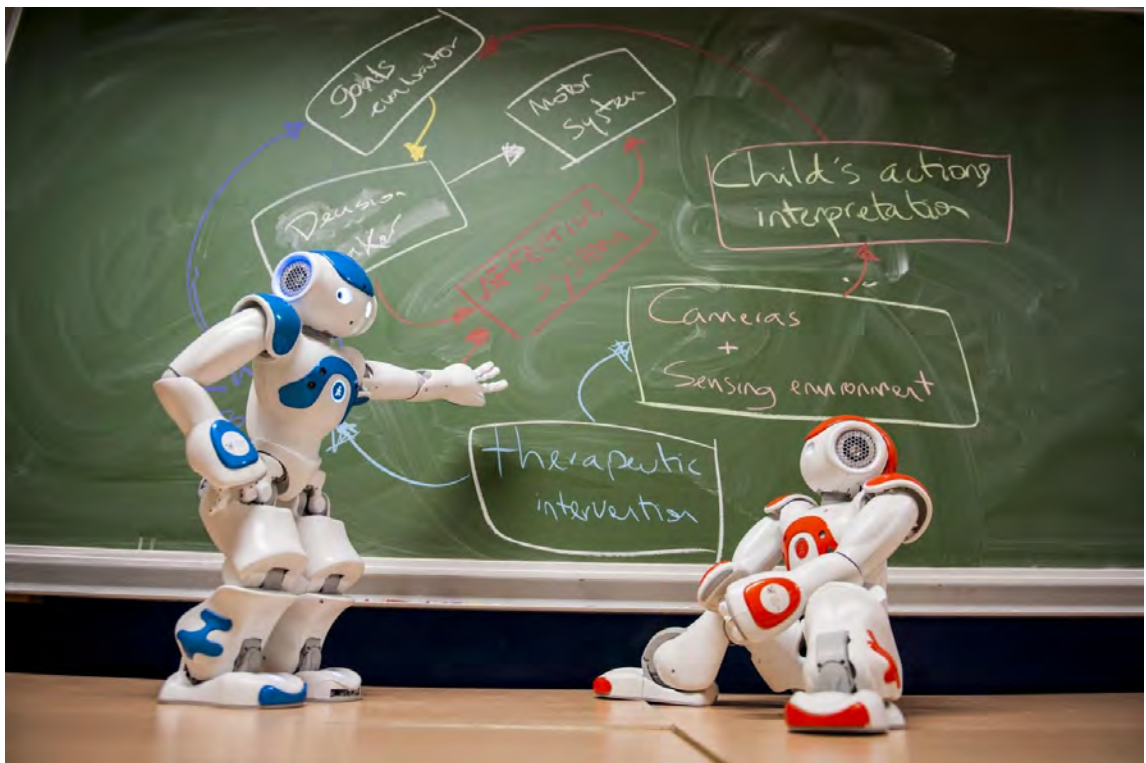


Ilustración 7. Representación de robots NAO interactuando

El Robot Social NAO es un sistema robótico antropomorfo con inteligencia artificial avanzada y programado con algoritmos de reconocimiento facial y de patrones conductuales con capacidad de adaptación, cuenta con múltiples sensores para el tacto, sonido, habla, reconocimiento visual y tiene capacidad para reconocimiento de voz y para el diálogo en 20

idiomas. Su nombre es un juego de palabras para que se escuche como la palabra “Now” en inglés, es un robot autónomo humanoide utilizado principalmente como herramienta para generar interacciones humano-robot (Garrido, 2018), puede utilizar *Machine Learning* para poder reconocer el comportamiento de los niños con TEA y hacer diferenciaciones basadas en los perfiles que el mismo hace, estos son realizados con base en “los gestos, poses, movimientos de cabeza y cuerpo que realiza, así como en el sonido de su voz, su frecuencia cardíaca y temperatura corporal” (Vega, 2018), esto ayuda a que los niños se involucren con el robot, formando una relación estrecha entre ambos, lo que permite que el infante reciba instrucciones, ayudándole a conocer y percibir emociones, palabras y/o conductas, por decir unos cuantos ejemplos (Vega, 2018). Uno de los softwares que se utilizan para programar las acciones del NAO es el Software *Choreographe*.

### ***Software Choreographe***

*Choreographe* es una aplicación multiplataforma de escritorio que te permite crear y administrar animaciones y comportamientos preprogramados para el robot NAO y probarlos, ya sea en un robot simulado o en uno real, así como monitorear y controlar al robot. A través de este medio es posible crear comportamientos complejos como bailar, interactuar con personas o enviar correos por mencionar algunos ejemplos, esto sin necesidad de escribir una sola línea de código. Sin embargo, de ser necesario es posible agregar código Python a los comportamientos que vienen en la aplicación.

### ***Choreographe y NAOqi***

*Choreographe* utiliza un lenguaje específico llamado NAOqi, el cual es interpretado por el NAO para ejecutar los comportamientos. NAOqi es el nombre del software que utiliza el robot y NAOqi Framework es el marco de programación utilizada para programar, este se encarga de solucionar necesidades robóticas comunes como paralelismos, administración de recursos y

eventos de sincronización. Es por medio de este marco, que se permite la comunicación, programación e intercambio de información de manera homogénea entre los diferentes módulos como los de movimiento, audio o video. Choreographe interactúa con NAOqi para proveernos de herramientas de utilidad como paneles para el monitor de video, administración de comportamientos, barra de herramientas, la visión del robot o el editor de la línea de tiempo.

### *NAOqi Framework*

El marco de programación (Framework) NAOqi es multiplataforma, lo que significa que puede ser utilizado en Windows, Linux o Mac. También es multilenguaje, con una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API, por sus siglas en inglés) idéntica para C++ y para Python. Igualmente provee introspección, esto significa que el framework sabe cuáles funciones están disponibles en los diferentes módulos y donde. Contar con introspección significa que se pueden llamar una función desde C++ y Python, saber cuál función es la que está siendo ejecutada, ejecución de funciones de manera local o remota, desde una computadora o desde otro robot. La API se puede visualizar desde un navegador web, solo es necesario escribir la URL del robot y el puerto 9559 en la barra del navegador, por ejemplo: *http://127.0.0.1:9559*. Esto despliega la lista de módulos, lista de métodos, parámetros de los métodos, descripciones y ejemplos. En el navegador también se despliega métodos paralelos que pueden ser monitoreados, puestos en espera o detenidos.

### **NAOqi Process – *Broker* y *Proxy's***

*Broker*. Los archivos ejecutables que corren en el robot funcionan como un intermediario (*broker*) que determina cuales librerías deben de cargarse, por ejemplo, el archivo autoload.ini determina cuales librerías se deben de cargar. Cada librería contiene módulos con métodos, los

cuales pueden ser llamados por cualquier modulo dentro del intermediario o de manera remota a través de la red. Esto es posible gracias a que el intermediario provee servicios de búsqueda.

*Proxy.* Dentro del proceso NAOqi, un proxy es un objeto que se comporta como el módulo que representa. Si se crea un proxy a cualquier modulo se obtiene un objeto con todos los métodos que contiene. Para ello simplemente se utiliza el nombre de un módulo desde el código, siempre y cuando ambos (el código y el módulo) se encuentren dentro del mismo intermediario, a esto se le denomina llamado local. Para realizar un llamado remoto se utiliza el nombre de un módulo dentro de un intermediario junto con su IP y número de puerto.

## **Módulos**

Un módulo es una clase dentro de una librería, cuando esta es cargada por el archivo autoload.ini, automáticamente generará una instancia de la clase del módulo. Cuando se construye una clase derivada del módulo “ALModule”, se le puede “atar” o “unir” diferentes métodos, lo que anunciaría sus nombres al intermediario y por lo tanto estarían disponibles a otros módulos. El módulo “ALModule” puede ser utilizado como clase base para ayudarle a los módulos del usuario a anunciar sus métodos. Un módulo puede ser local o remoto.

**Módulos locales.** Un módulo local, se compila como Librería y únicamente puede ser utilizado en el robot. Consta de dos o más módulos ejecutados en el mismo proceso, por lo que se comunican entre ellos utilizando solo un intermediario, pueden compartir variables e invocar los métodos uno del otro sin necesidad de serialización o configuraciones de red, lo cual permite la comunicación más rápida entre ambos. En caso de necesitar hacer un bucle cerrado es necesario utilizar módulos locales.

**Módulos remotos.** Si el módulo es remoto, se compila como un archivo ejecutable y puede correr fuera del robot. Estos tienen la ventaja de ser más fáciles de usar y su depuración puede

realizarse de manera externa, pero en términos de velocidad y uso de memoria son menos eficientes. Estos se comunican utilizando la red de trabajo y necesitan un intermediario para poder comunicarse con los otros módulos, este último se encarga de administrar la red de trabajo. Los módulos remotos trabajan usando el protocolo SOAP, el cual define como se pueden comunicar dos objetos en diferentes procesos por medio de un intercambio de datos XML (Nilo Mitra et al., 2007).

Cada módulo contiene unos varios métodos, de entre ellos, algunos se encuentran ligados, lo que significa que pueden ser llamados desde el exterior del módulo, desde un ejecutable, por ejemplo. Este tipo de funciones ligadas pueden ser invocadas de manera remota o local, no hay diferencia, ya que el módulo se adapta automáticamente. Las API de los módulos se puede ver desde la página web del robot.

Conexión entre módulos remotos. Los módulos remotos pueden comunicarse entre ellos por medio de la conexión entre sus intermediarios utilizando un proxy. Una conexión entre intermediarios abre un canal de comunicación mutua donde todos sus módulos se pueden comunicar. También se puede realizar una conexión de Proxy a Intermediario, esto abre un canal de comunicación unilateral donde el proxy puede acceder a todos los módulos registrados al intermediario, pero no esté a su vez no puede acceder al módulo dueño del proxy.

Invocaciones de bloqueo y de no-bloqueo. NAOqi ofrece dos tipos de invocación de métodos: Invocaciones de bloqueo e Invocaciones de no-bloqueo. Las primeras se invocan de manera normal, como se puede apreciar en la

Figura 9 donde la instrucción siguiente se ejecutará después de que la primera terminé. Todas las invocaciones pueden lanzar excepciones, por lo que todas deben de ser encapsuladas en

un bloque tipo “try-catch” que sirve para manejar posibles errores. Las invocaciones pueden tener valores de retorno.

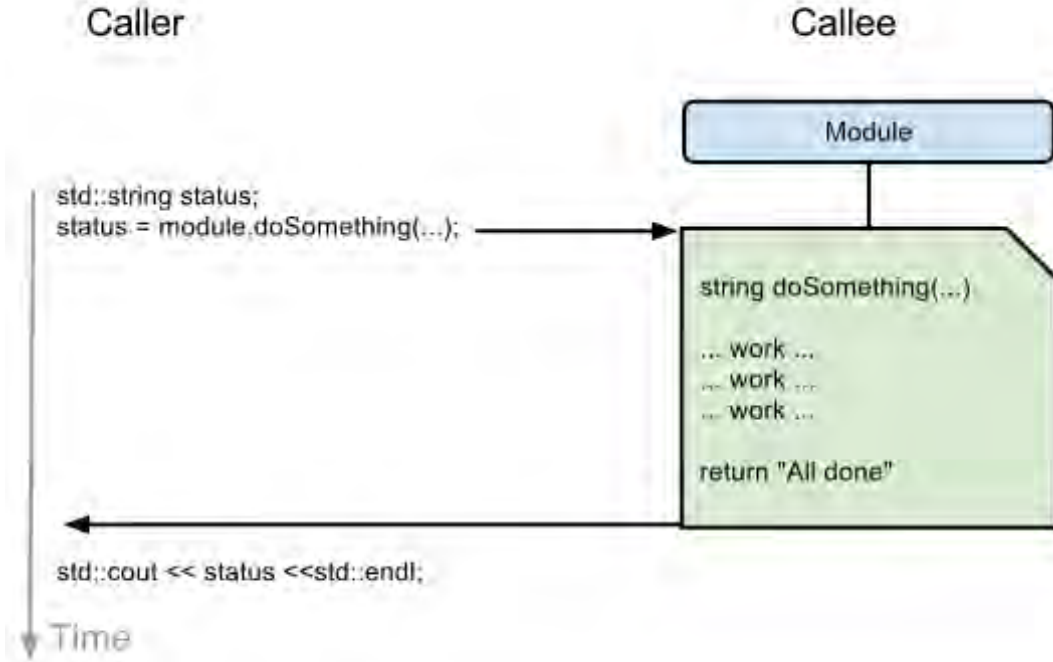


Figura 9. Diagrama de ejemplo para invocación de bloqueo (NAOqi Framework — NAO Software 1.14.5 documentation, 2013).

Las invocaciones de no-bloqueo utilizan el objeto *post* de un proxy, lo que crea un hilo en paralelo. Esto permite que se realice otro trabajo al mismo tiempo. Cada invocación *post* genera un *task id* (identificación de tarea) con el que se puede revisar si una tarea está corriendo, o si es necesario esperar a que esta termine, se puede ver un ejemplo de esto en la Figura 10.

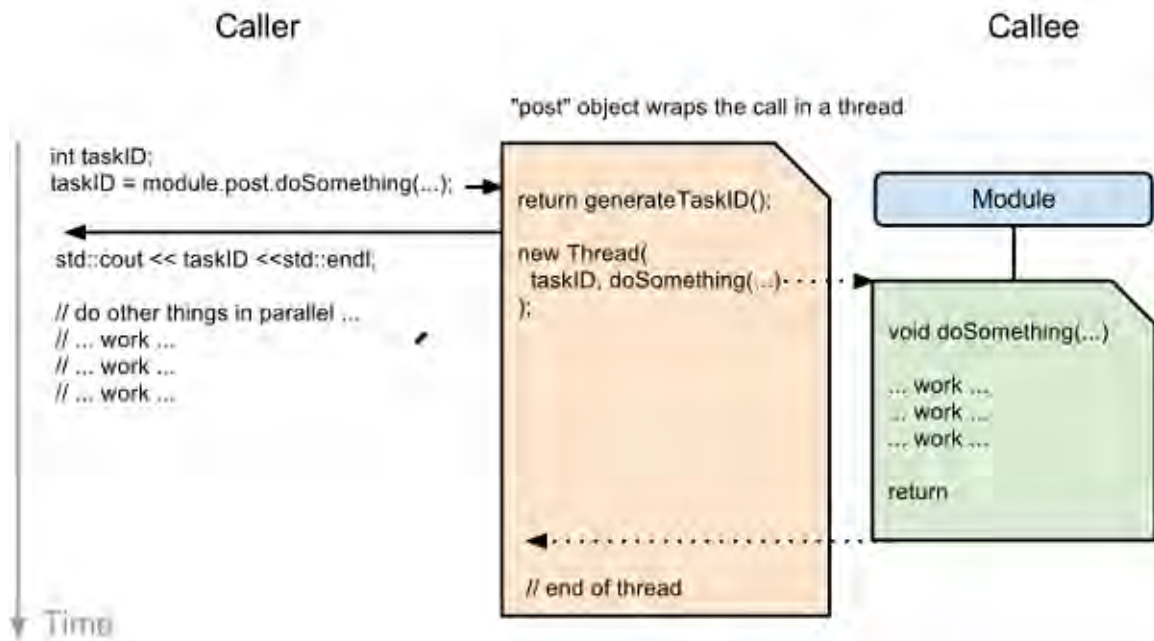


Figura 10. Diagrama de ejemplo para invocación de no-bloqueo (NAOqi Framework — NAO Software 1.14.5 documentation, 2013)

## Memoria

A la memoria del robot se le llama ALMemory. Todos los módulos pueden leer y escribir datos y suscribirse a eventos para poder ser invocados. ALMemory no es una herramienta de sincronización de tiempo real, por lo que las suscripciones a DCM/time, motion/synchro o a variables de tiempo real deben de realizarse de manera limitada.

ALMemory. La ALMemory es un conjunto de valores ALValues, que utilizan secciones críticas de escritura y lectura para evitar un mal desempeño cuando la memoria es leída por lo que el acceso a las variables es a prueba de hilos (Threads procesos y cómo estos afectan la seguridad de un sistema (explicado de forma que lo Entiendas), 2014).

La memoria ALMemory consta de tres tipos de información y tres tipos de APIs: Información de sensores y articulaciones, eventos y micro eventos. La información de los sensores y articulaciones no tiene historia, la información son solo variables de 32 bits, el usuario puede poner punteros en la información para acceso rápido, no hay suscripción en la información.

### *Reaccionando a eventos*

Algunos módulos exponen algunos eventos. Es necesario suscribirse a un evento desde otro módulo usando una retro llamada (Callback (informática) - Wikipedia, 2020), la cual debe ser un método del suscriptor.

Por ejemplo: si se tiene un módulo llamado: FaceReaction, que contiene un método llamado onFaceDetected. Se realiza una suscripción del módulo FaceReaction al método FaceDetected del módulo ALFaceRecognition con la retro llamada: onFaceDetected. Este generará que el algoritmo de reconocimiento facial corra, y cada vez que un rostro sea detectado, la retro llamada onFaceDetected será invocada (NAOqi Framework — NAO Software 1.14.5 documentation, 2013).

### ***El diseño de herramientas digitales, el robot NAO y el TEA***

El uso de la tecnología para el tratamiento de desórdenes mentales ha ido en ascenso, el incremento en el uso de las tecnologías de la información (TIC) y los dispositivos electrónicos como el celular, tablets, laptops y videojuegos ha dado como resultado en un incremento sustancial de desarrollo en esta área con propósitos de uso para tratamiento psicológico y terapéutico, donde el resultado ha sido generalmente positivo en cuanto a su eficacia y viabilidad.

El avance tecnológico y el desarrollo de programas y herramientas que apoyan en la terapia, tratamiento e inclusión de niños con TEA en otros países nos puede ser útil como punto de referencia para nuestro país “uno de los aspectos que debemos tener en cuenta ante el creciente uso de las nuevas tecnologías, es saber aprovechar las oportunidades que nos brindan en distintos ámbitos de la intervención educativa [...] las nuevas tecnologías abren una nueva ventana al mundo, y en el caso de las personas con TEA, esta ventana les ayuda a vencer muchos de sus miedos.” (Pérez Heredia, 2019)



Figura 11. Niño autista interactuando con robot Nao.

Como ya se había mencionado, los niños con TEA reaccionan de manera positiva hacia la tecnología, en este caso, a los SAR de entre los cuales se destaca el Robot social NAO, según Martins (2017), las personas se comunican utilizando muchas variables cuando se comunican, expresiones faciales, gestos, lenguaje corporal y tono de voz, por decir algunas, pero al interactuar con un SAR se simplifica esta interacción y se vuelve predecible, esta simplificación le permite al niño prestar atención solo a las palabras, instrucciones o movimientos requeridos de él.

Es debido a lo anterior que el uso del NAO ha sido revolucionario en las terapias del TEA. Fue descubierto por accidente cuando una madre se percató de que su hija autista, en una feria de ciencia, interactuaba con los robots expuestos en el stand de Aldebaran, la empresa francesa, que desarrollo originalmente el NAO para después ser comprada por Softbank Robotics Europe. Ahí le comentó al personal de la empresa que nunca había visto a su hija responder así. Debido a la naturaleza no-intencional y estandarizada del sistema robótico, sus capacidades para generar perfiles específicos de cada individuo y el beneficio de la detección de patrones de conducta. El robot es una ayuda extraordinaria para los expertos diagnosticando a pequeños con TEA,

complementar esta interacción con alguna herramienta digital puede significar un avance gigantesco para la detección temprana del síndrome (Vanderbilt University, 2013)

En el país podemos aprovechar este recurso para la misma tarea, así como se hace en países más desarrollados “Escuelas en Europa y Estados Unidos están utilizando cada vez más el poder de robots conocidos como NAO para estimular a niños autistas.” (Martins, 2017). Ciertas instituciones, en México ya han comenzado a hacer uso de esta nueva herramienta, en el 2018, el Tecnológico de Monterrey realizó una iniciativa de emprendimiento social llamada “NAO Instructor”, “donde el robot funciona como herramienta de apoyo en terapias para niños que padecen un trastorno de neurodesarrollo del lenguaje.” la interacción con este se enfoca en la implementación de rutinas previamente diseñadas para niños con trastornos del lenguaje, con el propósito de demostrar que el robot NAO es una herramienta adecuada para utilizarse en este tipo de terapias.(Garrido, 2018) obteniendo buenos resultados como lo expone Leonardo Garrido (2018) en la revista “Transferencia TEC”. Se ha podido observar que cuando el robot NAO indica secuencias de seguimiento, la respuesta de los niños es favorable, ven al robot, se emocionan y les genera curiosidad, en un niño con TEA eso es algo que no se puede ignorar (Garrido, 2018). Es importante recordar que los robots no sustituyen a los terapeutas y que son solo una herramienta para apoyar el trabajo de estos.

### ***El robot NAO en el desarrollo de productos.***

La función del diseño consiste en definir la forma, características y lineamientos de un producto para que satisfaga las necesidades de uno o varios clientes o consumidores, es decir de personas con un requerimiento. (Ulrich & Eppinger, 2013). Tener al alcance de investigadores, estudiantes y especialistas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) una herramienta como el robot NAO, que se encuentra en el CenICIS-LanTI del Instituto Tecnológico de Ingeniería

(IIT), abre ampliamente las posibilidades de desarrollo de investigaciones y proyectos, académicos y profesionales. La integración del robot en diferentes disciplinas, utilizando procesos metodológicos de diseño y desarrollo de productos puede significar una gran ventaja, y un gran avance en campo del diseño y la investigación.

### **Diseño y desarrollo de producto**

De acuerdo con Ulrich & Eppinger (2013), primero es necesario especificar que un producto es algo que una empresa vende a sus clientes. A partir de ahí es posible definir el diseño y desarrollo de un producto como el conjunto de actividades que surgen a partir de una oportunidad percibida y que conllevan a la venta, entrega y producción de un bien producto o servicio.

### ***Diseño en el desarrollo de producto***

Cuando se habla de diseño y desarrollo de producto, el papel del diseño consiste en el de definir la forma de mismo, para que satisfaga las necesidades de un cliente de la mejor manera posible. Esto puede hacerse desde diferentes enfoques. Por ejemplo, desde un enfoque en el diseño de ingeniería, este se encargaría del diseño mecánico, eléctrico y de software, por mencionar algunos. Pero si se hace desde un enfoque en el diseño industrial, se podría encargar del diseño estético, ergonómico o de interfaz de usuarios, por ejemplo (Ulrich & Eppinger, 2013).

### ***Métodos y técnicas de diseño***

Antes de hablar de métodos y técnicas de diseño, es necesario definir de manera clara varios conceptos como la diferencia entre método y metodología y entre proceso de diseño y método de diseño, por ejemplo. Metodología. Es la parte de la ciencia que estudia los métodos de manera general y particular, de investigaciones científicas, de los principios que se utilizan para abordar diferentes tipos de objetos de la realidad y de la diferente variedad de clases de teorías científicas que existen. Método. Un método es un procedimiento específico que se sigue para resolver una

problemática específica de determinada disciplina científica. Metodología de diseño. Por lo tanto, una metodología de diseño es una actividad creativa relacionada con procesos intuitivos que se encarga de organizar el proceso y fundamentar los métodos empleados en un proceso de diseño.

Un proceso de diseño es una serie de transformaciones en el objeto, transformándolo desde un punto de inicio hasta alcanzar un estado nuevo, un método de diseño se refiere específicamente a un procedimiento determinado para resolver un problema de diseño (Nora, n.d.; Sosa Compean, 2010).

	RITTEL	ALEXANDER	BAUHAUS	ULM / GUGUELOT	BONSIEPE	VIAJES UNIVERSALES	MUNARI	JONES	ASIMOW
IDEA PRINCIPAL DEL MÉTODO	Dividir el PROCESO en pequeños pasos.	Dividir el PROBLEMA en subproblemas. Contextualizar.	Síntesis estética mediante la unión de técnica y arte.	La etapa del diseño "científico" en ULM buscó una revisión de diversos conocimientos.	Proponía una solución con un modelo del proceso de diseño.	Para aquellos que buscan soluciones y una guía de sistemas flexibles para el proceso, del diseño.	Evita el inventar la rueda con cada proyecto y sistematizar la resolución de problemas.	En el método de caja transparente el proceso se abre para incluir varias posibilidades, siendo las ideas repentinas del diseñador tan sólo un caso particular.	Consiste en la recolección, manejo y organización creativa de información relevante de la situación del problema.
PROS / VENTAJAS	Secuencia lógica y sencilla de seguir.	Estructura y simplifica el proceso de diseño excelentemente.	Invita a la reflexión profunda del por qué de un objeto, para dar solución a esa necesidad.	Enfocado a la compañía y se apoya en conocimientos científicos.	Numerosas aproximaciones y retroacciones (feedback) que impiden una configuración lineal de la solución de los problemas de proceso en cuestión.	La resolución de problemas es un conjunto de procedimientos de carácter recursivo.	Incluye en su método los procesos de la actividad proyectual como modelado y dibujos constructivos.	Secuencia sencilla y lógica en donde los objetivos están establecidos de antemano.	Describe la totalidad del proceso del diseño. Tiene carácter interactivo.
LIMITANTES	Solo se pueden solucionar problemas muy simples, abarca sólo una etapa del objeto.	No define bien el proceso de solución de subproblemas, (debe combinarse con otros métodos). El cliente no siempre sabe lo que quiere.	Le falta racionalidad al proceso. Tal vez poco factible en series demasiado grandes.	Pone en primer lugar a las propiedades con las que cuenta la compañía o empresa.	Retrabaja en etapas y tarde más el proceso por no contar con un enfoque simultáneo.	Modelos generales que requieren contextualizar a cada problema particular.	Implica una serie de pasos extensa y no aplicable a cualquier producto.	La evaluación cualitativa en ciertas etapas por el diseñador queda limitada.	Requiere forzosamente un enfoque multidisciplinario que requiere de varios expertos en distintas áreas.

Figura 12. Cuadros comparativos de algunos de los métodos y técnicas más representativos que se utilizan en el diseño industrial (Sosa Compean, 2010).

	QFD	TRIZ	Ecodiseño	Generación de escenarios	DFX	Mapas mentales	Análisis comparativo	Secuencia de uso	Ingeniería inversa	Ingeniería concurrente
IDEA PRINCIPAL	Busca focalizar el diseño de los productos y servicios en dar respuesta a las necesidades de los clientes.	Existen principios universales de invención que son la base para las innovaciones creativas y avances tecnológicos.	Se define como el examen sistemático de los resultados de diseño con respecto a la salud ambiental.	La actitud del pensamiento prospectivo	Familia de técnicas cuyo objetivo en común es la consideración en las primeras fases del proceso de diseño, de los factores del entorno del proyecto de producción.	Visualizar la exploración de un problema	Estudio de la competencia, sirve para conocer los aspectos que se esperan el diseño contenga y cubra.	Llevar a cabo las acciones implícitas en el uso de un objeto.	Obtener información a partir de un producto accesible al público, con el fin de determinar que está hecho que lo hace funcionar y como fue fabricado.	Es el esfuerzo sistemático para un diseño integrado concurrente del producto y de su correspondiente proceso de fabricación y de servicio.
PROS / VENTAJAS	Transmite los atributos de calidad que el cliente demanda a través de los procesos organizacionales	Los principios de innovación así como los parámetros de contradicciones permiten cimentar las bases para la innovación sistemática	Enfoque que orienta los objetivos de sustentabilidad en el ciclo completo de vida del producto	Permite orientar las estrategias del diseño para escenarios futuros visualizándolos tendencias en torno del problema	Cada una ofrece una forma particular de atacar áreas de oportunidad concretas en los productos	Permite organizar las ideas y pensamientos propiciando hacer conexiones y relaciones en los factores a estudiar.	Se detectan las áreas de oportunidad para ofrecer ventajas competitivas en los productos de diseño.	Se pueden generar ideas apartir de la detección de problemas analizando las acciones en donde intervienen los objetos y tiene un enfoque muy antropológico.	Resulta útil al intentar conocer al detalle productos existentes para así proponer mejoras en las tecnologías.	Pretende que los desarrolladores desde un principio, tengan en cuenta todos los elementos del ciclo de vida del producto, desde el diseño conceptual hasta su disponibilidad.
LIMITANTES	Requiere herramientas que complementen en el estudio de los clientes.	Se enfoca en contradicciones físicas y técnicas, deja a un lado los atributos cualitativos y expresivos en los objetos.	Frecuentemente intervienen y dificulta su desarrollo intereses externos a la gestión del diseño.	Puede llegar a ser bastante subjetivo y solo se darán aproximaciones de la realidad futura.	Si se enfoca el producto a uno o pocos factores, se puede incurrir en una falta de soluciones integrales en el diseño.	Si el problema es demasiado complejo se dificulta plasmarlo de una sola vez y las conexiones pueden volverse confusas.	Se basa mucho en los análisis hechos por la competencia. La evaluación puede volverse subjetiva.	Se basa sólo en el usuario y se puede correr el riesgo de proponer algo que ya se ofrezca por la competencia. Se requieren habilidades de observación.	Se debe tener cuidado en no imitar lo analizado y violar los derechos de autor.	Precisa del trabajo coordinado y simultáneo de los diversos departamentos de la empresa

Figura 13. Cuadros comparativos de métodos, técnicas y enfoques del diseño, en donde se comparan las ideas principales de cada uno, así como sus ventajas y limitantes. (El análisis e interpretación de la información y la realización de los cuadros fueron elaborados por Liliana Sosa C.) (Sosa Compean, 2010)

Es posible ver que existe una gran variedad de metodologías y métodos para llegar a soluciones de diseño, cada una tiene sus propias características, ventajas y desventajas, por lo cual es importante conocerlas y así poder tomar una decisión a conciencia una vez que se seleccione una para trabajar con ella.

## CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente documento comprende el desarrollo del “Capítulo III. Diseño metodológico”, en el cual se llevó a cabo un análisis en cinco fases utilizando el enfoque metodológico del “Design thinking” donde se generó una propuesta de protocolo para la integración del robot NAO como herramienta en los diagnósticos del autismo en México

### Esquema metodológico

La presente investigación aborda la realización de una propuesta de protocolo para la implementación de un robot NAO como herramienta en el diagnóstico de niños con autismo por medio del seguimiento e implementación de las técnicas y métodos de la metodología de diseño del “Design Thinking”, preparando la antesala para su posterior validación por medio de sesiones cuasiexperimentales.

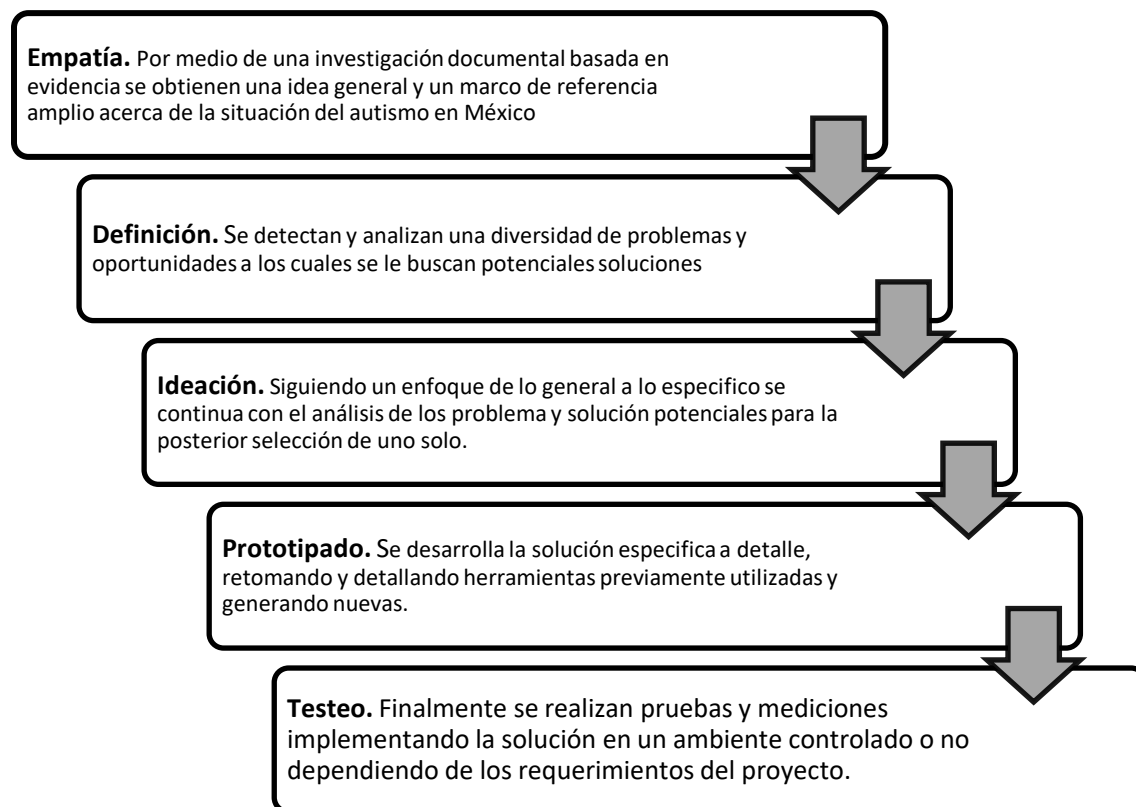


Figura 14. Esquema metodológico tomando como base el “Design Thinking”

Para esto se sigue la metodología del Design Thinking, en donde por medio de una investigación documental basada en evidencia se obtienen una idea general y un marco de referencia amplio acerca de la situación del autismo en México, con lo cual se detectan y analizan una diversidad de problemas y oportunidades a los cuales se le buscan potenciales soluciones. Siguiendo un enfoque de lo general a lo específico se continúa con el análisis de los problemas y soluciones potenciales para la posterior selección de uno solo. Ya definidos, se desarrolla la solución específica a detalle, retomando y detallando herramientas previamente utilizadas y generando nuevas. Finalmente se realizan pruebas y mediciones implementando la solución en un ambiente controlado o no dependiendo de los requerimientos del proyecto.

### **Enfoque metodológico.**

El Design Thinking es una metodología de diseño iterativa, centrada en el usuario y que se enfoca en la resolución de problemas por medio de estrategias creativas. Consta de cinco fases donde se empatiza, define, idea, prototipa y se realizan pruebas de una o varias ideas para encontrar soluciones óptimas desde un punto de vista del diseño (*Design Thinking En Español*, 2020).

Tuvo sus inicios en el siglo XIX con el trabajo de varios ingenieros, entre ellos el profesor Ferdinand Redtenbacher, por ejemplo, desarrolló un curso llamado “Método de ratios”, en el año 1840, el proponía que el diseño era basado 50% en métodos científicos y 50% en trabajo artístico. Aunque algunos especialistas consideran, sin embargo, que comenzó a ser un “movimiento” al principio de los años cincuenta, con trabajos como los de Kesselring, “Technische Kompositionlehre” o el libro de Alex F. Osborn, “Wake up your mind: 101 ways to develop creativeness.”, pero no es hasta la década de los sesenta, que se logró despertar un interés por parte de la ciencia, con aportaciones como las del premio nobel Herbert A. Simon, con el libro titulado “The Sciences of the Artificial” (Rosas et al., 2018).

Hoy en día, el “Design Thinking” se ha expandido a áreas más allá del diseño. A partir de la década de los noventa, con ideas como las de Richard Buchanan en su libro “Wicked Problems in Design Thinking”, donde defendía que el diseño podía aplicarse a sistemas intangibles, es decir, que no estaba limitado a los objetos, extendiendo el pensamiento de diseño a la resolución de problemas en cualquier campo. Desde entonces este enfoque metodológico ha sido popularizado por la consultoría de diseño de Estados Unidos llamada IDEO (*IDEO Design Thinking* / *IDEO / Design Thinking*, 2020; Rosas et al., 2018).

### **Desarrollo de la implementación de la herramienta metodológica.**

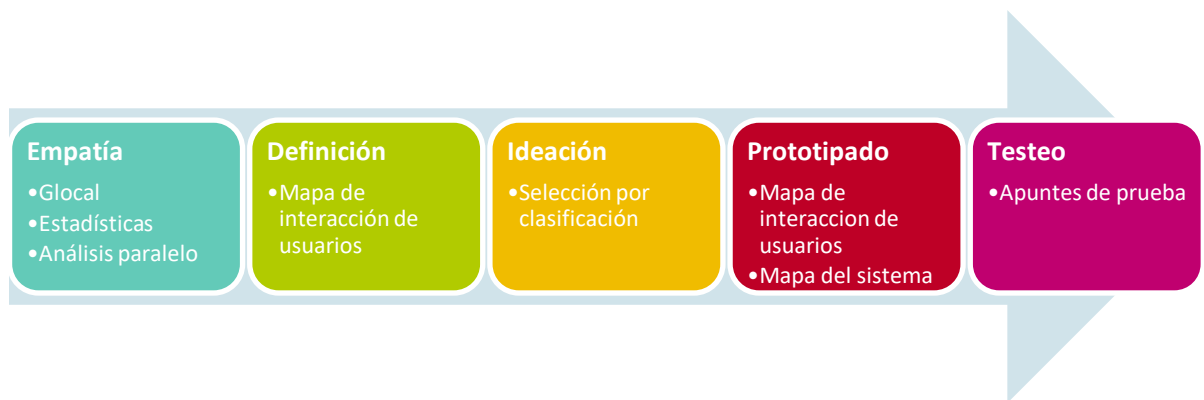


Figura 15. Fases de la metodología de “Design Thinking” para el proyecto de tesis y las técnicas utilizadas.

#### ***Fase 1. Empatía***

La primera fase del Design Thinking se enfoca en adquirir una comprensión a profundidad de los usuarios y su entorno. En este caso, los niños con Trastorno del Espectro Autista en México, los terapeutas especialistas en desarrollo infantil y el robot social NAO.

#### ***Glocal.***

Para ello se utilizó la técnica de glocalización, adquiriendo familiaridad con el tema del Trastorno del Espectro Autista, sus características y su situación global y local.

### Estadísticas

Esta primera técnica se complementó con estadísticas de prevalencia del autismo en México y en el mundo. El rasgo más característico de la información estadística del autismo, al menos en el país, fue precisamente, la ausencia de esta. En el país, solo se ha realizado un estudio de prevalencia del autismo en el año 2016 y es actualmente la referencia oficial nacional para concebir el estado actual de este trastorno.

### Análisis Paralelo

Al mismo tiempo se optó por buscar soluciones ya implementadas, donde se descubrió que cada vez más se utilizan robots sociales para el tratamiento de trastornos mentales. Por ejemplo, existen antecedentes de varios estudios donde se utiliza al robot NAO en las terapias del TEA, los cuales se enfocan en la observación del comportamiento del niño en la presencia del robot, en estos se muestran mejoras o, dicho de otra manera, disminuciones en el comportamiento autista por medio del incremento en la frecuencia del número de acciones como la mirada, el voltear, movimientos del brazo (por iniciativa propia o por indicación) y sonrisa o risa como se puede observar en la Figura 16 (Tapus et al., 2012).

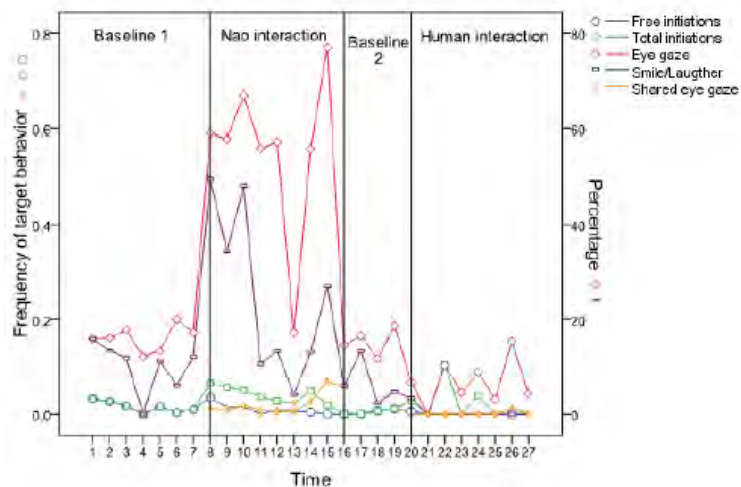


Figura 16. Frecuencia de repetición de conductas en diferentes escenarios.

Uno de estos estudios es el de Shamsuddin (2012), el cual se enfoca en mejorar las habilidades de comunicación de niños con autismo con deterioro moderado de la inteligencia. Se utilizó la Escala de Clasificación del Autismo de Gilliam–Segunda edición (GARS-2 por sus siglas en inglés), otro estudio más realizado por Esteban et al. (2017), el cual tiene como propósito aumentar la autonomía del robot y aligerar la carga del terapeuta.

En particular se encontraron dos estudios enfocados en el diagnóstico del autismo implementado soluciones específicas con el robot NAO el primero realizado por Marie D. Manner (2015), donde se utiliza al robot NAO junto con un tutor y un psicólogo entrenado para interactuar con el niño por medio de juegos y el segundo realizado por Frano Petric (2014) el cual es utilizado como referencia para este proyecto de tesis.

## ***Fase 2. Definición***

En la fase de definición se filtra la información que se obtuvo de la primera fase y se realiza una selección de lo que más valor aporte, por lo que se utilizaron los estudios encontrados y se unieron para tratar de aminorar la problemática de la falta de estudios de prevalencia del autismo al reducir el nivel de especialidad necesario para realizar diagnósticos.

### ***Mapa de interacción de usuarios***

En el mapa de interacción de usuarios se realiza una rápida visualización de las posibles interacciones entre los usuarios, la información debe ser realizada de manera muy sencilla ya que su propósito es el de visualizar la experiencia de interacción de los usuarios (*Design Thinking En Español*, 2020).

Tabla 3. Mapa de interacción de usuarios. De creación propia basado en (*Journey Map / Service Design Tools*, 2020)

Usuarios	Terapeuta (T)	Niño con posible autismo (A)	Familiar (F)	Robot NAO (R)
Desensibilización por aproximación	T recibe a F y A T presenta R a A y a F T observa reacción de A con R	A entra a cuarto junto con F A es recibido por T A es presentado a R A interactúa (o no) con R	F acompaña a A F es recibido por T F observa a A y R	R se encuentra de pie sobre una mesa T recibe a F y a A R saluda a A R interactúa (o no) con A
Proceso	T inicia sesión de diagnóstico utilizando a R como intermediario T y F a observan interacción de A con R T toma notas y supervisa interacción entre A y R	A debe estar activamente interactuando con R A escucha y se comunica con R 3. Dependiendo de la actividad, A debe seguir las pautas de R Después de la sesión A se despide de R	F se encuentra cerca de A y observa interacción con R En caso de ser necesario F puede funcionar como mediador de las situaciones.	R le indica a A que puede jugar con los juguetes de la otra mesa 2. R inicia la sesión de diagnóstico Al terminar la sesión, R se despide de A
Documentación, Análisis y Diagnóstico	Al terminar la sesión T despide a A y F Al terminar la sesión T debe documentar sus anotaciones de la sesión en una hoja de cálculo o base de datos Con la documentación realizada T analizara la información y siguiendo los lineamientos del ADOS-2 realiza diagnóstico.	Al terminar la sesión, A se despide de T y acompaña a F	Al terminar la sesión, F se despide de T y acompaña a A	Durante la sesión o al terminar la sesión R debe registrar la información obtenida de la sesión en una hoja de cálculo o base de datos Con la información registrada, R sugiere un posible diagnóstico a T siguiendo los lineamientos del ADOS-2 T realiza diagnóstico utilizando datos obtenidos con R
Diseño de Terapia	T diseña sesiones de terapia para A considerando la integración con R	n/a	n/a	n/a
Terapia	T reciba a A con R T observa interacción con R T toma notas	A es recibido por T y R A interactúa con R	F acompaña a A y se sienta en un lugar cercano a A durante la sesión	R recibe a A Re interactúa con A R monitorea y registra actividad de A

### ***Fase 3. Ideación***

En esta etapa se generan ideas y opciones para soluciones posibles. Se utilizó la herramienta de Selección por clasificación, como se menciona en Design Thinking en Español (2020).

### Selección por clasificación

Esta técnica se realiza definiendo una serie de criterios que después se seleccionan para trabajar en ellos. En este caso se optó por clasificar, el diagnóstico, la terapia o los ambientes de aprendizaje, evaluación de avances y grados de autismo (ver Figura 17 y Figura 18).

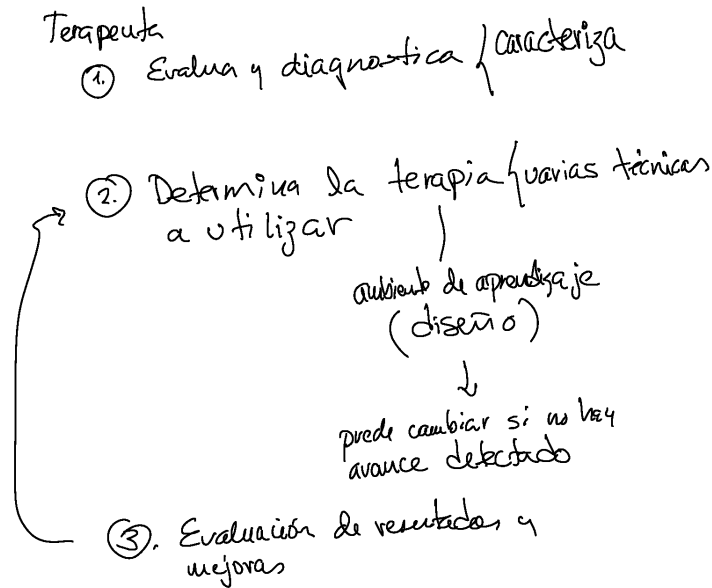


Figura 17. Notas tomadas en actividad de selección por clasificación. Parte 1

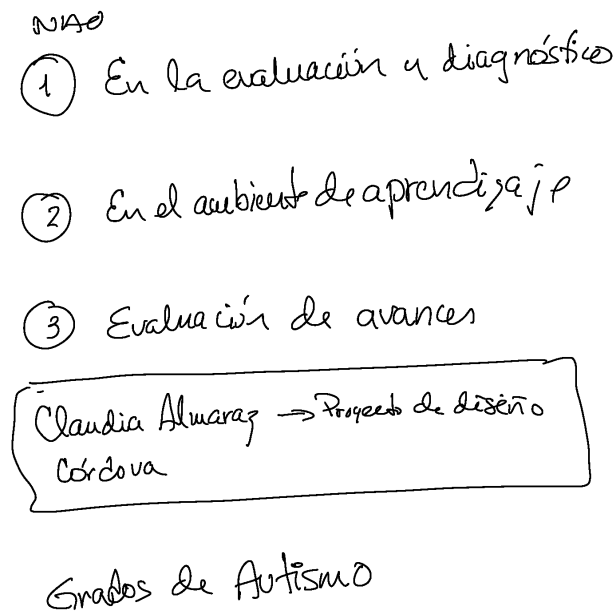


Figura 18. Notas tomadas en actividad de selección por clasificación. Parte 2

Para seleccionar una de las clasificaciones se realizó un documento en el que se respondían las siguientes preguntas:

**Pregunta 1: ¿Cómo incorporar al robot NAO en las terapias de niños con TEA?**

Aquí se encontraron estudios como el de Tapus et al. (2012) donde se observa que el uso del robot NAO en las terapias de los niños con TEA genera disminuciones en el comportamiento autista demostrado por medio del incremento en la frecuencia del número de acciones como la mirada, el voltear, movimientos del brazo (por iniciativa propia o por indicación) y sonrisa o risa como se puede observar en la Figura 16. Otro estudio realizado por Shamsuddin et al. (2012) utiliza la Escala de Clasificación del Autismo de Gilliam–Segunda edición (GARS-2 por sus siglas en inglés) para detectar y diagnosticar el autismo y considera los elementos de comportamiento estereotipado, comunicación e interacción social, los cuales son referidas en el Manual de Diagnóstico Estadístico de Desórdenes Mentales: Cuarta edición-Revisión de texto (DSM-IV-TR, por sus siglas en inglés) y estos a su vez son categorizadas en subescalas. Un ejemplo de estas subescalas es la utilizada para evaluar el elemento de comunicación, el cual considera los siguientes diez elementos (ver Figura 19).

- a. Repetición de palabras (Ecolalia) de manera verbal o con señales.
- b. Repetición de palabras fuera de contexto (repetición de palabras que escucho un minuto antes)
- c. Repetición de palabras o frases, una y otra vez
- d. Habla o señales en monótono, sin afecto o en patrones sin ritmo.
- e. Desvía la mirada o evita ver al maestro cuando el NAO o el maestro están hablando o dando instrucciones.
- f. Usa pronombres de manera inapropiada (Se refiere a sí mismo como “el”, “tu” o “ella”)

- g. Utiliza el “yo” de manera inapropiada (no dice “yo” para referirse a sí mismo)
- h. Repite palabras ininteligibles (balbuceos) una y otra vez.
- i. Utiliza gestos en lugar del habla o signos para pedir cosas.
- j. Responde de manera inapropiada a preguntas sobre declaraciones o historias cortas (ya sean dadas por el NAO o el maestro de la clase)

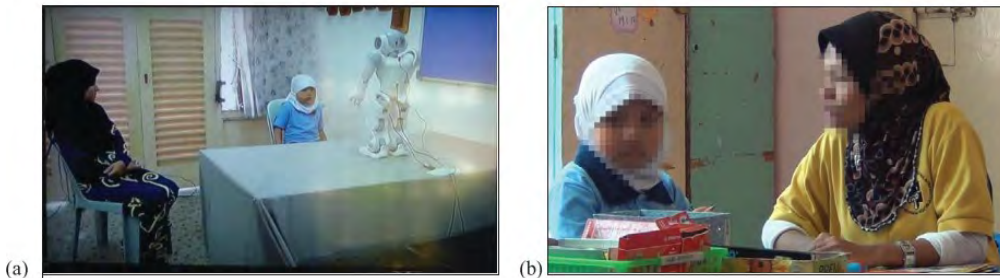


Figura 19. Sesión de observación de niño con robot (a) y sesión de observación de niño en clase regular (b).  
(Shamsuddin et al., 2012)

**Pregunta 2: ¿Cómo se puede utilizar el robot NAO para la evaluación y diagnóstico de niños con TEA?**

Al contestar esta pregunta se encontraron dos proyectos de investigación que utilizaban a un robot NAO para asistir en el diagnóstico del autismo, el primero realizado por Marie D. Manner (2015) “Using Small Humanoid Robots to Detect Autism in Toddlers” que se podría traducir como “Utilizando robots humanoides pequeños para detectar autismo en niños pequeños” y el segundo proyecto realizado por Frano Petric (2014) “Robotic Autism Spectrum Disorder Diagnostic Protocol: Basis for Cognitive and Interactive Robotic Systems” que se podría traducir como “Protocolo robótico de diagnóstico del trastorno del espectro autista: Una base para sistemas robóticos interactivos y cognitivos”, el cual fue utilizado como referencia para el desarrollo de la propuesta de metodología de uso del robot NAO para el diagnóstico del autismo.

**Pregunta 3: ¿Cómo se puede utilizar el robot NAO para analizar resultados y avances de niños con TEA?**

No existe un análisis “posterior” en los niños con autismo ya que técnicamente no se considera un trastorno curable. Sin embargo, una vez que empiezan a desplegar conductas sociales típicas y a ser capaces de integrarse socialmente, se va modificando el tipo de terapia y las conductas a trabajar. Estas capacidades y conductas nuevas se miden por medio de la observación y criterio del terapeuta, aunque una vez que a un niño se le diagnostica con un nivel de autismo, este se considera su nivel de por vida y típicamente no se realiza un nuevo diagnóstico. Respecto al análisis utilizando al robot NAO, este no realiza el diagnóstico, su trabajo consiste en registrar y observar la información que se produce mediante la interacción del niño, ya sea con el terapeuta con el robot. El diagnóstico y/o análisis se realizan utilizando los datos recopilados en las sesiones por medio de instrumentos externos, el terapeuta o ambos en conjunto.

**Pregunta 4: Ejemplo de niño con TEA y terapias que se le aplicaron.**

En la tesis de Gonzales (2019) la terapeuta realiza un diagnóstico por medio del instrumento “Registro de conducta ABC”, para después seguir un “Diseño de investigación de inversión y replicación A, B, A, B” (ver Figura 20). Después de detectar tres conductas para trabajar: Permanecer sentado, Formarse y Seguimiento de instrucciones, se desarrollaron estrategias de intervención para cada una: Modelado, Encadenamiento y Economía de fichas (ver Figura 21). Estas intervenciones se aplicaron en varias sesiones usando el modelo de investigación “A, B, A, B” mencionado anteriormente. En la Figura 22 se puede ver un ejemplo de los resultados de la intervención en la conducta *Permanecer sentado* usando la estrategia de *Modelado* obtenidos en el lapso de un mes.

<b>Estrategia de Intervención</b>	<b>Herramientas de Registro</b>	<b>Actividades</b>	<b>Materiales</b>	<b>Sesiones</b>
Selección de participante	Cumplimiento de los criterios de inclusión	Se revisaron los expedientes de los alumnos que se tienen en el departamento de psicología de la institución y se seleccionó el que cubre los criterios de inclusión.	Expedientes Listado de los criterios de inclusión.	4
Junta informativa con los padres de familia	Consentimiento informado	Se citó a los padres de familia del participante a una junta, para presentar el programa de intervención. Se solicitó la firma del consentimiento informado.	Formato de Consentimiento informado.	de 5
Observación	Registro de conducta A, B, C	Se observó al participante dentro del aula escolar con la finalidad de conocer la conducta que se presenta.	Formato de registro de conducta A, B, C	de 6,7 y 8
Análisis de la Conducta	Registro de conducta A, B, C	Con los datos obtenidos en la tabla de registro de conducta A, B, C, se analizó la conducta observada para determinar las conductas objetivo a intervenir durante el proceso.	Formato de registro de conducta A, B, C	de 9
Diagnóstico Inicial	Registro por escrito de los formatos de frecuencia y de intervalo de tiempo.	Realizar el registro de frecuencia y de intervalo de tiempo de las conductas objetivo.	Tabla de registro de frecuencia. Tabla de registro de intervalo de tiempo. Lápiz.	de 10,11,12 y 13
Deteminar la línea base de intervención	Gráfica de diseño A, B, A, B	Realizar la integración de los resultados obtenidos en las gráficas en la sección A.	Tabla de registro de la gráfica de diseño A, B, A, B. Computadora. Tabla de registro de frecuencia. Tabla de registro de intervalo de tiempo.	14

Figura 20. Selección de participantes y diagnóstico inicial. (Gonzalez, 2019)

<b>Conducta objetivo</b>	<b>Estrategias de intervención:</b>	<b>Materiales:</b>	<b>Nivel de asistencia</b>	<b>Tiempo</b>
Permanecer sentado Formarse Seguimiento de instrucciones	Modelado Encadenamiento Economía de fichas	Silla Mesa de trabajo Tablero de economía de fichas Tren de juguete	Máxima	120 min por día 3 veces a la semana
Desarrollo de la actividad				

- Se le dio la indicación “siéntate” y con asistencia máxima se sienta al participante y se le da una ficha la cual pone en su tablero de fichas, Al juntar las cinco fichas correspondientes se le brindó el tren de juguete. Cuando el participante se negaba a sentarse, se le decía “quieres el tren” a lo que el participante decía que sí, por lo que obtenía por respuesta “siéntate”, el participante se sentaba, se le daba su ficha y se repetirá el proceso hasta conseguir las cinco fichas y por consiguiente obtener el tren de juguete.
- Cada vez que la maestra solicitaba que el grupo de estudiantes se formara, se tomaba al participante de la mano y se le daba a la indicación “a formarse”, con asistencia máxima el participante se pone de pie y caminaba hacia la fila de alumnos, se posicionaba al participante detrás del compañero o compañera de clase, se tomaban las manos del participante y se ponían en los hombros del estudiante que estaba en frente de él. Sin soltar al participante caminábamos siguiendo la fila hasta el lugar destino, se soltaba de los hombros del compañero o compañera y manteniendo la asistencia máxima, se dirigía al participante a su nuevo lugar de trabajo y se le brindó el reforzador positivo.
- Cuando la maestra daba la indicación al participante de tomar su material de trabajo, con asistencia máxima se guiaba al participante hacia el lugar en donde se encontraba el material, se tomaba y se regresaba al lugar de trabajo.

Figura 21. Tabla 4. Sesión 1 a la 5. (Gonzalez, 2019)

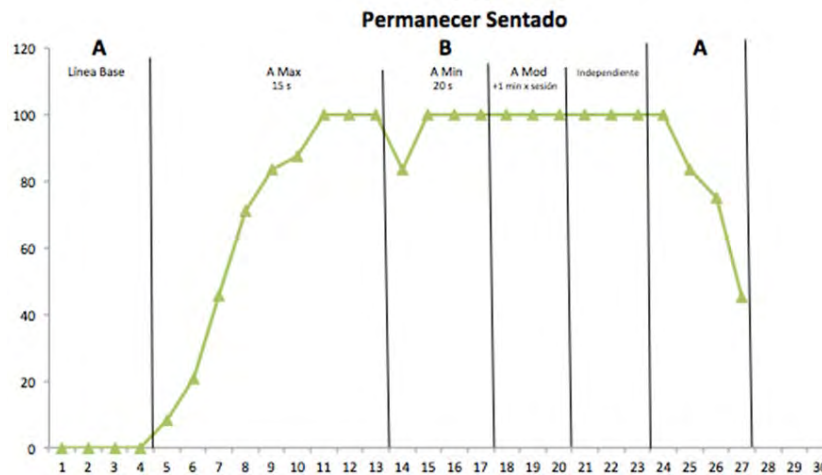


Figura 22. Resultados fase A de permanecer sentado. (Gonzalez, 2019)

### **Pregunta 5: Pool de terapias para el tratamiento del TEA.**

#### *Intervenciones comprensivas para el tratamiento del TEA.*

Las intervenciones comprensivas son aquellas que se enfocan en las tres principales deficiencias que definen el autismo: Dificultades para comunicarse, atención conjunta y planificación motora. Estas intervenciones se distinguen de aquellas otras que se enfocan solo en deficiencias específicas (Patel et al., 2014).

- a. Treatment and Education of Autistic and Related Communication Handicapped Children (TEACCH),
- b. Sensory Integra-were identified.
- c. FloorTime,
- d. Early and Intensive Behavioral Intervention
- e. Pivotal Response Training
- f. Relationship Development Intervention
- g. the Early Start Denver Model (ESDM)

En los años sesenta y setenta, el autismo era considerada una condición poco común, estimando que afectaba a cuatro de cada 10,000 personas, sin embargo, hoy en día es considerado uno de los desórdenes del desarrollo más común, afectando aproximadamente a uno o dos individuos por cada 1000 en el mundo y 1 de cada 110 en países como Estados Unidos o 1 de cada 115 en México (Prevalencia del autismo en México en 2016: 1 de cada 115 niños, 2016). A pesar de que el autismo es considerado un trastorno intelectual y conductual permanente, se ha descubierto que intervenciones del tipo conductual aplicadas en edad temprana han ayudado en algunos casos en donde los niños dentro del espectro autista incrementan su IQ hasta en 20 puntos, adquiriendo calificaciones de hasta 85 puntos, lo que les ha permitido integrarse en modelos de educación regular (Patel et al., 2014).

#### **Extra: Instrumentos para evaluación del autismo**

A continuación se muestran los diferentes instrumentos de diagnóstico del autismo extraídos del documento “Instrumentos para evaluación del autismo y síndrome de Asperger” (OpenCourseWare; Universidad de Murcia, 2011).

PRUEBAS PARA EVALUAR EL ESTADO GENERAL	
Aspecto a evaluar	Instrumentos
Grado de desarrollo	Guía Portage, Escala de desarrollo McCarthy
Inteligencia	WISC-R, Test dominós, Raven, K-BIT
Problemas neurológicos	Entrevista con los padres, examen por neuroimagen, batería neuropsicológica
Nivel interacción social	Entrevista con los padres

Figura 23. Pruebas para evaluar el estado general (OpenCourseWare; Universidad de Murcia, 2011).

PRUEBAS PARA EVALUAR CARACTERÍSTICAS AUTISTAS	
Aspecto a evaluar	Instrumentos
Pruebas de screening	CHAT SCQ
Pruebas de evaluación extensa	ADI-R CARS ADOS ACACIA IDEA

Figura 24. Pruebas para evaluar características autistas (OpenCourseWare; Universidad de Murcia, 2011).

PRUEBAS DE LENGUAJE	
Aspecto a evaluar	Instrumentos
Desarrollo del lenguaje	Escala MacArthur (CDI) Guía Portage
Fonología	Prueba fonológica Bosch Prueba fonológica Acosta
Vocabulario	Peabody Test de Boston
Baterías de lenguaje	BLOC BLOC-S ITPA AREL PLON-R TSA Sadek-Khalil
Lectoescritura	TALE-2000

Figura 25. Pruebas de lenguaje (OpenCourseWare; Universidad de Murcia, 2011).

Responder estas preguntas fue clave para determinar la dirección del proyecto, ya que en el proceso de responderlas se descubrieron varios documentos apoyando una utilización posible del NAO en el diagnóstico del autismo.

## Fase 4. Prototipado

### Mapa de interacción de usuarios

Tomando como base el Mapa de interacción de usuarios de la Tabla 3 se realizó un segundo mapa, más específico, el cual fue de utilidad para realizar los diagramas posteriores al mapa mental como el de la Tabla 4.

Tabla 4. Mapa de interacción de usuarios. De creación propia basado en (*Journey Map / Service Design Tools*, 2020)

Usuarios	Desensibilización por aproximación	Proceso	Documentación, Análisis y Diagnóstico
<b>Terapeuta (T)</b>	T debe contar con entorno clínico preparado 3 sillas 2 mesas Juguetes T recibe a F y A T presenta R a A y a F T observa reacción de A con R	T inicia sesión de diagnóstico utilizando a R como intermediario T y F a observan interacción de A con R en las Tareas 1 y 2. T toma notas y supervisa interacción entre A y R Después de las Tareas 1 y 2, T continúa con su proceso habitual de diagnóstico	Al terminar la sesión T despide a A y F Al terminar la sesión T debe documentar sus anotaciones de las Tareas 1 y 2 en una hoja de cálculo o base de datos Con la documentación realizada T analizara la información y siguiendo los lineamientos del ADOS-2 realiza diagnóstico.
<b>Niño con posible autismo (A)</b>	A entra a cuarto junto con F A es recibido por T A es presentado a R A interactúa (o no) con R	A debe estar activamente interactuando con R A escucha y se comunica con R Dependiendo de la actividad A debe seguir las pautas de R Después de las Tareas 1 y 2, A se despide de R	Al terminar la sesión, A se despide de T y acompaña a F
<b>Familiar (F)</b>	F acompaña a A F es recibido por T F observa a A y R	F se encuentra cerca de A y observa interacción con R En caso de ser necesario F puede funcionar como mediador de las situaciones.	Al terminar la sesión, F se despide de T y acompaña a A
<b>Robot NAO (R)</b>	R se encuentra de pie sobre una mesa T recibe a F y a A R saluda a A R interactúa (o no) con A	R le indica a A que puede jugar con los juguetes de la otra mesa T inicia Tarea 1 * T inicia Tarea 2* Al terminar las Tareas 1 y 2, R se despide de A	Durante la sesión o al terminar la sesión R debe registrar la información obtenida de las Tareas 1 y 2 en una hoja de cálculo o base de datos Con la información registrada, R sugiere un posible diagnóstico a T siguiendo los lineamientos del ADOS-2 T realiza diagnóstico utilizando datos obtenidos con R

### Mapa del sistema

Varias propuestas resultaron del ejercicio Mapa del sistema, la Figura 27 y la Figura 28 son unos ejemplos de ellas.

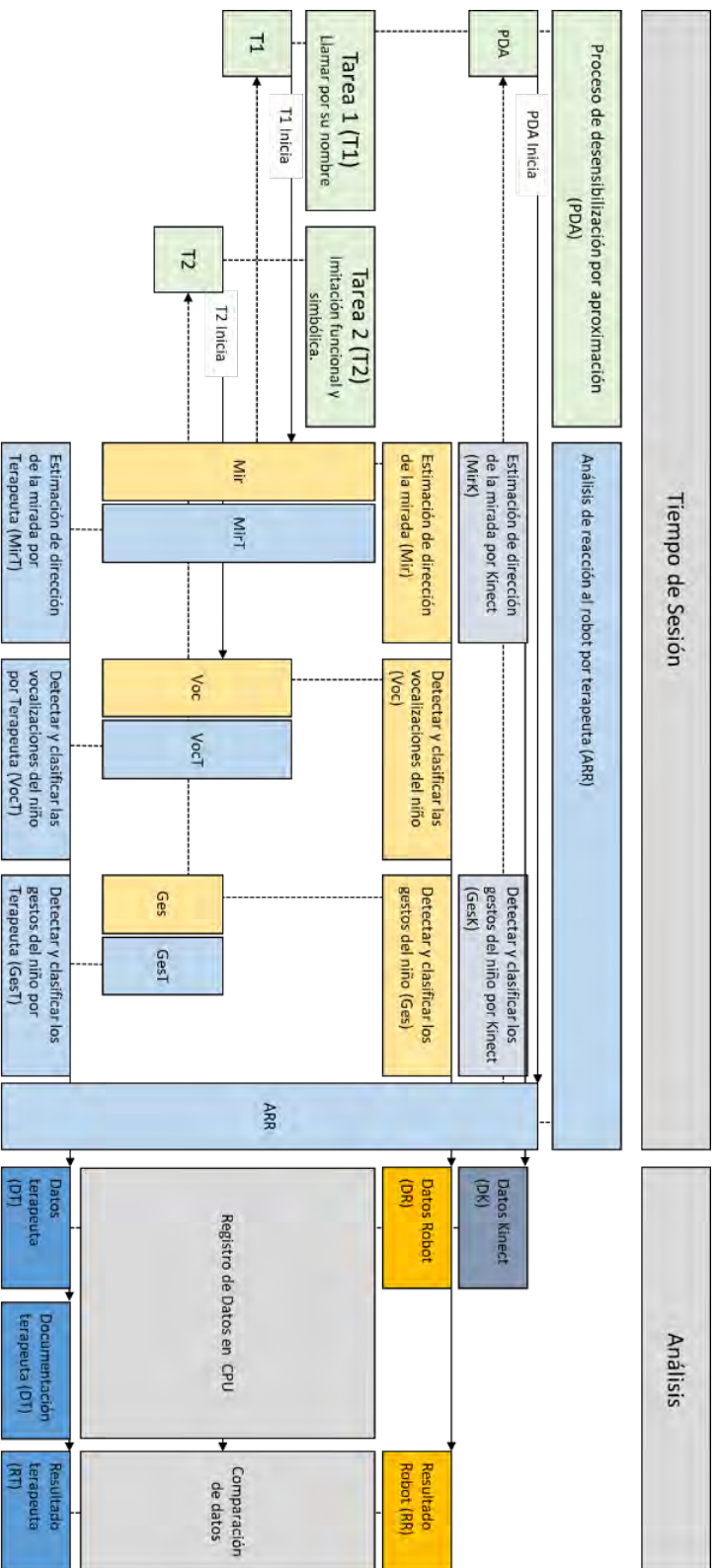


Figura 26. Diagrama 1 de una sesión de diagnóstico.

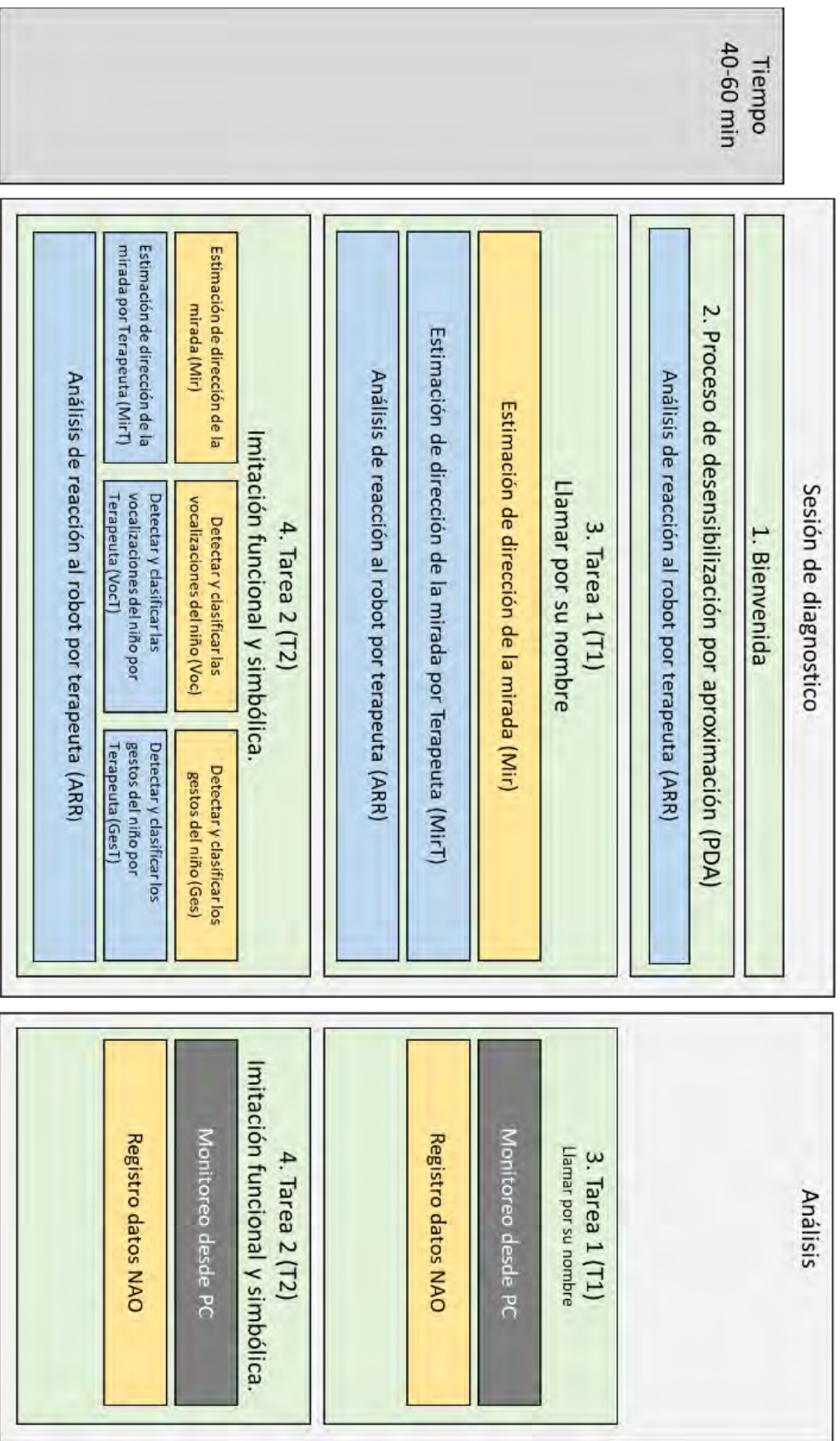


Figura 27. Diagrama 2 de sesión de diagnóstico

### ***Propuesta de metodología de uso del robot NAO para el diagnóstico el autismo***

Lo primero que hay que mencionar es que la inclusión del robot NAO en la sesión de diagnóstico no pretende sustituir al terapeuta, sino ser una herramienta más para aumentar la calidad en el tratamiento y la diagnosis de este trastorno.

La propuesta consiste en el desarrollo de un protocolo de implementación del robot en sesiones de diagnóstico clínicas, en donde por medio del procesamiento de señales del comportamiento (BSP, por sus siglas del inglés), el robot registra respuestas sociales cuantificadas y las almacena en forma de datos para después analizarlos y compararlos con datos obtenidos por un terapeuta utilizando métodos homólogos. En el protocolo se propone la inclusión del robot utilizando un diseño secuencial en el que es posible agregar o remover tareas en caso de ser necesario durante la sesión de diagnóstico. Para propósitos de esta tesis se trabajará en el desarrollo de la propuesta del protocolo de implementación del robot en la sesión. Las tareas se llevan a cabo bajo la supervisión de un terapeuta clínico experto, quien asesorará la reacción del niño hacia el robot, la calidad y precisión de los datos obtenidos y la credibilidad del comportamiento y los movimientos del NAO. Las tareas de diagnóstico se realizarán tanto por el robot como por el terapeuta, han sido adaptadas para poder ser realizadas por el NAO y se llevan a cabo en un escenario clínico en niños mexicanos con sospecha de autismo, de entre 2 y 12 años (Esquer Sumuano, 2014).

Para ello se tomó como base el estudio realizado por Frano Petric (2014) llamado “Robotic Autism Spectrum Disorder Diagnostic Protocol: Basis for Cognitive and Interactive Robotic Systems” que se podría traducir como “Protocolo robótico de diagnóstico del trastorno del espectro autista: Una base para sistemas robóticos interactivos y cognitivos”, el cual propone la generación de mediciones cuantitativas del desempeño social de niños con probable autismo para su

diagnóstico y se adaptó a una herramienta de diagnóstico diseñada con la población mexicana en mente, la Prueba para el Diagnóstico del Autismo (PDA) de Esquer Sumuano (2014).

Un ejemplo de esta implementación se puede apreciar en la Figura 28 extraída del trabajo de Frano Petric (2014) donde a pesar de la crudeza en los movimientos del NAO, en el estudio se indica que el niño imitó el movimiento exitosamente.



Figura 28. El robot NAO muestra como tomar de la taza a un niño (Petric, 2014).

### *Preguntas y objetivos del diseño.*

La realización de la propuesta de metodología de uso del robot NAO surge como respuesta del tercer y cuarto objetivo del proyecto en los que se requiere “Determinar cómo se puede aprovechar alguna metodología de diseño para la integración del NAO en el diagnóstico del autismo” y “Determinar cómo se puede utilizar alguna metodología médica para la integración del NAO en el diagnóstico del autismo” en donde por medio de la utilización de la metodología de diseño ya mencionada “Design Thinking” se generaron las siguientes preguntas y objetivos de diseño.

### **Preguntas de diseño**

- ¿Cómo puede integrarse al robot NAO como herramienta en el diagnóstico del autismo?
- ¿Cuál metodología de implementación médica se puede utilizar para la implementación de un sistema de integración del NAO como herramienta en el diagnóstico del autismo?
- ¿Cómo se puede medir el nivel de confianza al utilizar un robot NAO como herramienta en el diagnóstico del autismo?

## **Objetivos de diseño**

- Diseñar un sistema para integrar al robot NAO como herramienta en el diagnóstico del autismo.
- Desarrollar un protocolo de implementación del robot social NAO como herramienta en el diagnóstico del autismo
- Desarrollar un método para determinar el nivel de confianza al utilizar un robot NAO como herramienta en el diagnóstico del autismo.

### *Determinación de requerimientos y especificaciones de diseño.*

El proceso de diagnóstico del autismo tradicionalmente requiere la experiencia de un terapeuta especialista en la conducta, el cual observa el comportamiento del niño mientras sigue una rutina y parámetros especificados por un instrumento de diagnóstico típicamente enfocado en lo conductual, ya que Según Patel et al. (2014) en su “Guía Comprensiva del Autismo” (Comprehensive Guide to Autism), aunque el trastorno es considerado intelectual y sin cura, las terapias del tipo conductual aplicadas cuando los autistas son aún pequeños, han logrado incrementos de su coeficiente intelectual de hasta 20 puntos, alcanzado puntuaciones de hasta 85, lo cual les ha permitido integrarse en modelos de educación regular.

Para determinar estos requerimientos se tomó como base principal el estudio llamado “Protocolo robótico de diagnóstico del espectro autista: Base para un sistema robótico cognitivo e interactivo” (Robotic Autism Spectrum Disorder Diagnostic Protocol: Basis for Cognitive and Interactive Robotic Systems, en inglés) de Petric (2014) y (Petric et al., 2014), complementando con otros estudios como los de Esteban et al. (2017), Scassellati (2007), Shamsuddin (2012) y Narayanan & Georgiou (2013) en donde se abordan los temas de interacciones entre humanos y

robots en terapias y diagnóstico del autismo y con lo cual se determinaron los requerimientos de diseño representados en la Tabla 5.

Tabla 5. Requerimientos de diseño. De creación propia

Requerimientos de diseño	
Obligatorios	Deseables
Instrumento de diagnóstico.	Fácil de usar
Consistencia de los resultados.	Autonomía
Respuestas sociales cuantificadas	
Compatibilidad con el terapeuta	

### **Obligatorios**

#### *Instrumento de diagnóstico*

Como principal instrumento para el proceso de diagnóstico se utiliza la Prueba para el Diagnóstico del Autismo (PDA) de Esquer Sumuano (2014) mencionada anteriormente en el capítulo dos, en la página 30 la cual está basada en la primera versión de la Agenda de Observación y Diagnóstico del Autismo 2 (ADOS 2 por sus siglas en inglés), la cual se considera la prueba de referencia para evaluaciones del tipo conductual y del diagnóstico del autismo (Lord, Rutter, DiLavore, et al., 2015), estos instrumentos son utilizados en conjunto con el Manual de Diagnóstico Estadístico de Desórdenes Mentales: Cuarta edición (DSM-IV, por sus siglas en inglés), este provee diagnósticos consistentes y confiables y la vez es utilizado para tener un lenguaje en común al referirse a los términos y definiciones de ciertas patologías, como la del autismo, por los terapeutas en los Estados Unidos (Asociación Americana de Psiquiatría, 2014).

En la propuesta de metodología de uso del robot NAO para el diagnóstico el autismo, estos instrumentos, junto con el trabajo de Petric (2014) se utilizan como fundamento para el diagnóstico, adaptando sus métodos y definiciones para su utilización con el robot

### *Consistencia de los resultados.*

Es importante mencionar que los instrumentos de diagnóstico mencionados cuentan con una confiabilidad variable que va desde 58% hasta el 93% ya que se requiere la continua observación, codificación e interpretación de una gran variedad de comportamientos al mismo tiempo, en conjunto con la administración de varias tareas pertenecientes a la gestión de la sesión de terapia. Esta variabilidad disminuye con la experiencia del especialista, pero aun así no escapa del factor humano en el que el examinador modifica su comportamiento de manera inconsciente según la conducta del niño observado. Debido a lo anterior es necesario que la herramienta de diagnóstico diseñada sea consistente y alejada del error humano, es por ello por lo que un sistema robótico o digital es ideal para el registro y análisis de los datos del comportamiento del sujeto a analizar. Para ello se utiliza la variable de Confiabilidad entre evaluadores (IRR, Inter-rater reliability, en inglés), la cual determina el nivel de concordancia en la variabilidad de los resultados obtenidos al momento de realizar una evaluación por dos evaluadores, en este caso se comparan los resultados obtenidos por medio del uso del robot con los obtenidos por medio de la observación del terapeuta. Hablamos

### *Respuestas sociales cuantificadas*

Para realizar diagnósticos con un robot social es necesario la cuantificación de las respuestas sociales, estas pueden ser evaluadas por medio del análisis de la conducta. Al respecto, algunos investigadores ya han realizado varias propuestas, como el trabajo de Scassellati (2007) llamado “How social robots will help us to diagnose, treat, and understand autism” que se traduce como “Como nos ayudarán los robots sociales para diagnosticar, tratar y entender el autismo” y el de Shamsuddin (2012) llamado “Quantitative Metrics of Social Response for Autism Diagnosis” traducido como “Métricos cuantitativos de la respuesta social para el diagnóstico del autismo”, en

ellas, los robots utilizados no tenían capacidades sensoriales, por lo que los datos fueron obtenidos por sensores pasivos instalados en el sitio donde se realizaron los exámenes. También existen otras investigaciones donde se ha utilizado el Procesamiento de señales del comportamiento (BSP, por sus siglas en inglés), en las cuales, por medio de técnicas computacionales se analiza y modela el comportamiento humano, o el Procesamiento de señales sociales (SSP, por sus siglas en inglés) que modela la interacción de los individuos en un contexto social (Narayanan & Georgiou, 2013). En este proyecto el BSP y las SSP se analizan al medir la dirección de la mirada, los gestos y las vocalizaciones del niño durante la sesión de diagnóstico.

### *Compatibilidad con el terapeuta*

Una de las características más importantes del diseño del sistema de diagnóstico es la compatibilidad con los métodos e instrumentos utilizados por el terapeuta, ya que es crucial que tanto el robot como el especialista observen y registren los mismos datos, tanto para el análisis, como para la toma de decisiones. Con ayuda del robot, el terapeuta debe obtener datos para realizar un diagnóstico, el cual debe de poder ser estandarizable, medible y cuantificable. Es por ello por lo que la compatibilidad es importante, el terapeuta debe de conocer, el propósito, las capacidades, la función y el objetivo del uso del robot NAO como herramienta en el diagnóstico y a la vez ser capaz de realizar la implementación y despliegue del robot, ya sea por medio de la asistencia de algún equipo técnico de trabajo, de alguna interfaz digital amigable o de ambas.

### **Deseables**

#### *Fácil de usar*

En esta etapa inicial del proyecto, el sistema no requiere ser totalmente amigable, ya que no se pretende que el terapeuta maneje la herramienta por sí solo, sin embargo, para una fase más

avanzada, es muy importante que la solución que se desarrolle sea amigable para el usuario final, en este caso, el especialista que dirigirá la sesión de diagnóstico.

### Autonomía

En el artículo de Esteban et al. (2017) sugiere que al utilizar aprendizaje automático (*Machine Learning*) se podría lograr aumentar la autonomía de los robots sociales utilizados en terapias, y por medio de lo que él llama “autonomía supervisada” se podría lograr un alto desempeño en la terapia mientras que se mantiene al mínimo la carga de trabajo del especialista (ver Figura 29), permitiendo una mejor gestión de la sesión y un aumento de las capacidades efectivas y rango de acción del terapeuta.

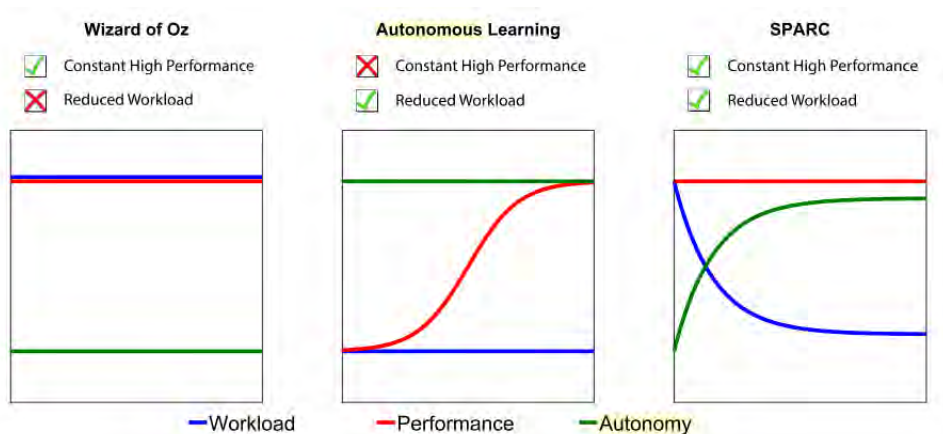


Figura 29. Escenario ideal de comparación de carga de trabajo vs autonomía del robot. Extraído de (Esteban et al., 2017)

### Fase 5. Fase de pruebas

Esta fase de la metodología del Design Thinking es, tal vez, la más importante del proceso, en ella se prueban los prototipos para identificar mejoras significativas que den a lugar un producto terminado. Para ello se deben de realizar pruebas de diagnóstico por el robot y el terapeuta, para después comparar sus datos, estas están diseñadas para realizarse en niños mexicanos de entre 2 y 12 años. Se deben de impartir en un ambiente clínico y pueden ser incluidas dentro de un proceso de diagnóstico completo.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Para la implementación de este proyecto se elaboró una guía o protocolo que indica de manera clara y precisa los parámetros y procedimientos que se deben de llevar a cabo. Una guía, según la rae (2021) puede ser un “Tratado en que se dan preceptos para encaminar o dirigir en cosas, ya espirituales o abstractas, ya puramente mecánicas”, debido a la sensibilidad de los requerimientos del proyecto, se determinó que seguir los lineamientos de elaboración de una guía de práctica clínica o de un protocolo, podrían aumentar la confianza en la implementación, para esto se realizó un investigación documental en donde se encontraron documentos como la “Metodología Para La Elaboración De Guías De Atención Y Protocolos.” (Lopez et al., 2007), la “Guía para la elaboración de protocolos” (Sánchez Ancha et al., 2009) y la “Guía clínica de Metodología de elaboración de Guías de Práctica Clínica” (Rotaeché del Campo & Iturbe, 2020), por mencionar algunas, utilizados como instrumento para la elaboración de la misma.



Figura 30. Propuesta de portada para el protocolo, de creación propia.

## **Protocolo de Implementación del Robot Social Como Herramienta en el Diagnóstico del Trastorno del Espectro Autista (PIRSH-D-TEA).**

Debido a las características del TEA y de la gran diversidad de circunstancias sociales y culturales con las que se relaciona, existen muchas maneras de abordar la implementación de soluciones en situaciones relacionadas con el autismo, por lo cual es necesario encontrar herramientas que ayuden a reducir esta variabilidad y facilitar la toma de decisiones de manera. Algunas de las herramientas son las guías y los protocolos, los cuales, básicamente consisten en una serie de principios y recomendaciones diseñadas para un objetivo específico (Sánchez Ancha et al., 2009), en este caso, la implementación de un robot social como herramienta en el diagnóstico del autismo.

Las guías de práctica clínica (GPC) son documentos que contienen la mejor evidencia a la mano acerca de lo efectivo de las intervenciones que se utilizan en situaciones de salud (Lopez et al., 2007) mientras que los protocolos están enfocados a la aplicación u orientación de manera práctica y no representan necesariamente una versión resumida de una GPC, en otras palabras, pueden ser, o no, un documento independiente y puede ser definido como un acuerdo entre expertos acerca de la manera en que se pueden realizar determinadas tareas (Lopez et al., 2007; Sánchez Ancha et al., 2009).

Actualmente en la práctica del diagnóstico del autismo existe mucha variabilidad en la práctica clínica debido a que existe una gran diversidad de áreas de desconocimiento y a que la implementación de un robot social como herramienta en el diagnóstico es un tratamiento o técnica novedosa, por lo cual, según Rotaache del Campo & Iturbe (2020) en su “Metodología de elaboración de Guías de Práctica Clínica” y Sánchez Ancha et al. (2009) en su “Guía para la elaboración de protocolos” lo anterior es compatible con la necesidad de generar un protocolo o

una GPC. El propósito de la elaboración de esta guía o protocolo es el de integrar los conocimientos adquiridos durante la elaboración de esta tesis y homologar el proceso de implementación del robot NAO en el diagnóstico del TEA.

Se optó por realizar un protocolo debido que están enfocados en la planeación y la aplicación de manera práctica y se utilizó la “Guía para la elaboración de protocolos” de la Sánchez Ancha et al. (2009) como base para su desarrollo. Es importante mencionar que los protocolos ayudan a normalizar la práctica, disminuyen el nivel de variabilidad en la aplicación, incrementa la calidad del servicio, contiene grandes recursos informativos y hace más fácil la incorporación de personal nuevo al proceso. Este protocolo se encuentra en la sección de anexos en la página 122.

### **Integración de Robot NAO al diagnóstico del autismo**

El Protocolo de Implementación del Robot Social Como Herramienta en el Diagnóstico del Trastorno del Espectro Autista (PIRSH-D-TEA) consiste en la ejecución de 18 pasos en los que un robot social y un terapeuta especialista en TEA interactúan con un niño con posible autismo, tiene como propósito el de ayudar al especialista en el área del autismo en las sesiones de diagnóstico de los niños con TEA, este protocolo utiliza como instrumento de diagnóstico base, la Prueba de Diagnostico del Autismo (PDA) de Esquer Sumuano (2014) la cual está diseñada con la población mexicana en mente y utiliza como base el DSM-IV y la Escala de Observación para el Diagnóstico (ADOS) la cual, junto con su versión más nueva, la Escala de Observación para el Diagnóstico 2 (ADOS-2), este último se considera el instrumento de diagnóstico de referencia en lo concerniente al autismo. La PDA cuenta con 22 reactivos, los cuales toman en consideración las características sociales, comunicativas y estereotípicas de los posibles síntomas del que va a ser evaluado. De estos 22 reactivos, 16 consisten en tareas interactivas entre el terapeuta y el niño

y los 6 restantes se evalúan justo después a partir de las observaciones del terapeuta durante la sesión. Para el protocolo, las primeras 16 tareas se adaptaron de manera en que pudieran ser llevadas a cabo por el robot mientras que las 6 tareas de observación se integran a las interactivas para generar un proceso de 18 pasos (Figura 31). Las tareas que se llevan a cabo en este protocolo son modulares, pero se llevan a cabo en un orden de aplicación secuencial, sin embargo, es posible llevar a cabo el protocolo omitiendo algunos reactivos excepto los primeros tres.

El PIRSH-D-TEA consiste en la ejecución de 18 pasos en los que un robot social y un terapeuta especialista en TEA interactúan con un niño con posible autismo. A continuación, se explican cada uno de los pasos, sus diagramas, variables y la manera en que estos determinan la codificación de las variables con las que se realiza la propuesta de diagnóstico del autismo.

En la Figura 31 se representan los 18 pasos del protocolo de manera global y describen por medio de flechas el orden que se debe de seguir para realizarlos, el mapa contiene cajas enseguida de las variables para hacer la codificación de cada tarea, este puede realizarse por medio de una interfaz digital o puede ser impreso para llevar a cabo las anotaciones. También se muestran dos tablas en la esquina superior derecha, primero 16 tareas en la tabla llamada “Tareas Sección A” y luego la tabla llamada “Tareas Sección B”, donde se encuentran 6 tareas de observación de la conducta.

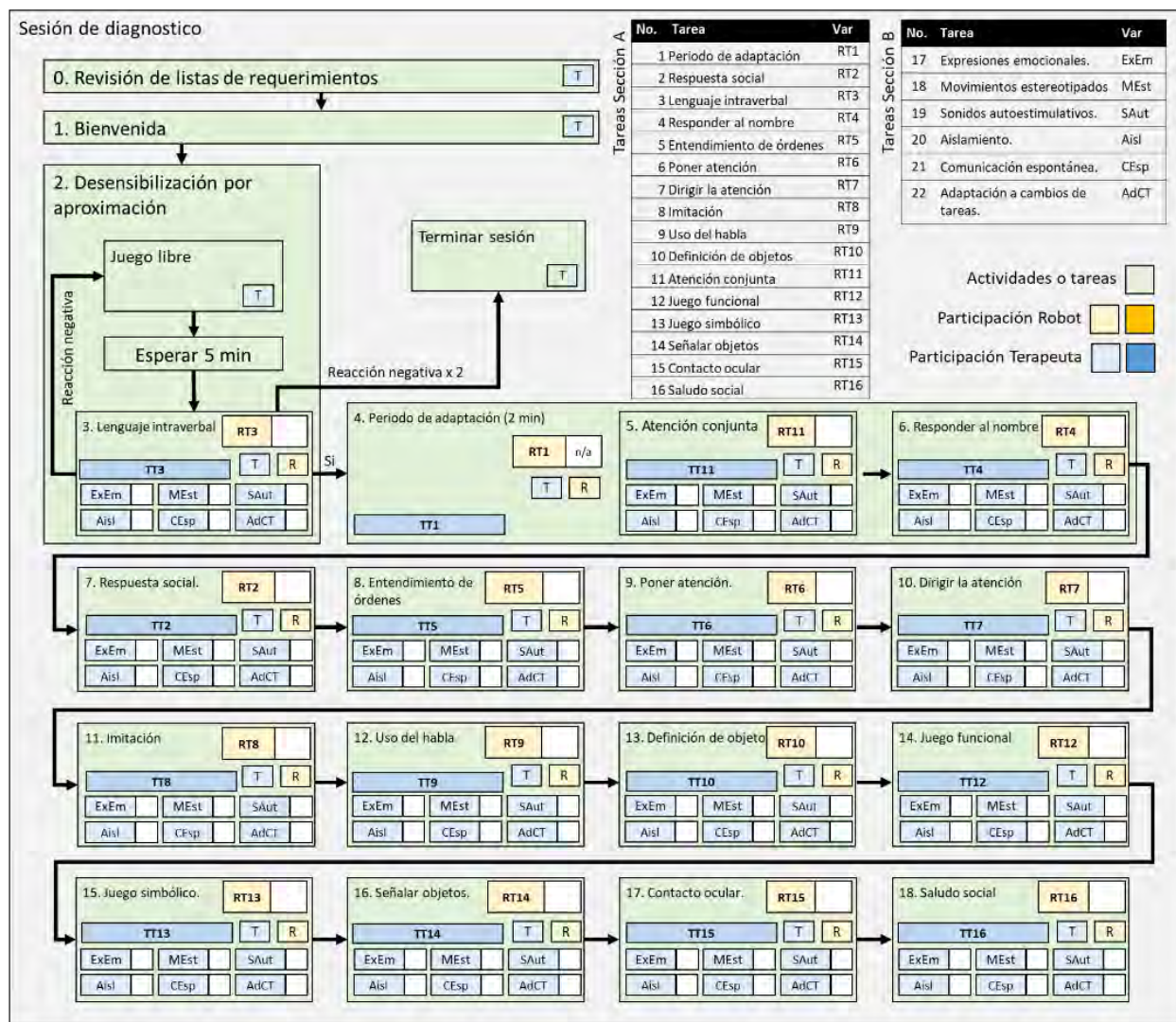


Figura 31. Mapa mental de sesión de diagnóstico de 18 pasos. De creación propia.

### Codificación de variables TT

Las variables *TT* constan de los últimos seis reactivos en la PDA de Sumuano (2014) y una descripción más detallada de su codificación puede ser encontrada en la misma. A continuación, se realizó una síntesis para su interpretación y codificación durante el PIRSH-D-TEA:

Tabla 6. Tabla para codificación de variables TT. Síntesis basada en la sección B del Capítulo II de la PDA (Esquer Sumuano 2014).

Puntuación	Descripción
<b>17. Expresiones emocionales (ExEm)</b>	
0	Las expresiones emocionales de <i>Nñ</i> se manifiestan de manera típica y están justificadas dentro del contexto, ya sean positivas o negativas.

1	Las expresiones emocionales de <i>Nñ</i> no tienen una justificación lógica según la situación. Risas, Llanto o berrinches sin explicación.
2	Las expresiones emocionales de <i>Nñ</i> son nulas o inexistentes. <i>Nñ</i> se muestra ausente y solo hace berrinches. Si <i>Nñ</i> muestra algún tipo de molestia por una situación, se centra solo en ella y se vuelve inflexible.
<b>18. Movimientos estereotipados (MEst).</b>	
0	<i>Nñ</i> realiza las actividades de manera adecuada y no muestra señales de movimientos con estereotipias.
1	<i>Nñ</i> realiza las actividades, pero muestra señales de movimientos con estereotipias. También puede tener tics o comportamientos no típicos.
2	<i>Nñ</i> no puede terminarlas actividades debido a movimientos estereotipados o resulta sumamente difícil lograr que deje de hacerlos. También se puede codificar así si <i>Nñ</i> muestra “pensamiento focalizado”, un interés anormal en ciertos temas.
<b>19. Sonidos auto estimativos (SAut).</b>	
0	<i>Nñ</i> no emite sonidos no típicos.
1	<i>Nñ</i> emite sonidos no típicos que interfieren con las actividades.
2	<i>Nñ</i> emite sonidos no típicos que le impiden llevar a cabo las actividades. No puede iniciar las actividades por estos sonidos o abandona las actividades para realizarlos
<b>20. Aislamiento (Aisl).</b>	
0	<i>Nñ</i> continuamente busca y acepta la interacción social
1	<i>Nñ</i> prefiere estar aislado, pero si participa si es invitado a hacerlo.
2	<i>Nñ</i> prefiere estar aislado, se dedica solo a sus propias actividades y rechaza cualquier intento de interacción social. <i>Nñ</i> puede hacer berrinche si se le invita a participar en una actividad. También se puede codificar así si <i>Nñ</i> muestra interés solo en sus propios pensamientos o temáticas.
<b>21. Comunicación espontánea (CEsp).</b>	
0	<i>Nñ</i> busca la interacción social o el inicio de diálogos por su cuenta sin importar la forma de lenguaje.
1	<i>Nñ</i> no busca la interacción social o el inicio de diálogos por su cuenta y solo lo hace para satisfacer una necesidad. Pero lo hace a partir de un intento de comunicación verbal o uno equivalente si es de edad más corta. Si <i>Nñ</i> intenta tomar de la mano o utilizar como instrumento a <i>Robot</i> , <i>Tt</i> o a <i>T</i> para satisfacer una necesidad debe codificarse con un 2
2	<i>Nñ</i> no muestra señales de comunicación espontanea e intenta tomar de la mano o utilizar como instrumento a <i>Robot</i> , <i>Tt1</i> o a <i>T</i> para satisfacer sus necesidades. Si llega a expresar algo de manera verbal, lo hace de manera concreta para resolver una necesidad que surge a partir de un pensamiento rígido con sin flexibilidad.
<b>22. Adaptación a cambios de tareas (AdCT)</b>	
0	<i>Nñ</i> puede cambiar de actividad sin problemas ni dificultad y lo hace con una actitud cooperativa.
1	<i>Nñ</i> no puede cambiar de actividades sin problemas ni dificultad, lo hace mostrando molestia y enfado. Es difícil que abandone la actividad.
2	<i>Nñ</i> no puede cambiar de actividades, cualquier intento produce llanto, berrinches o estados de crisis.

Utilizando la Tabla 6 se debe de llenar cada una de las *Cajas de codificación de variables TT* con los valores correspondientes durante la actividad, en la Figura 32 se muestra un ejemplo de cómo puede ser llenada. Esta codifica las variables de *TT3* y puede ser hecha a mano o de manera digital con una Tablet.

3. Lenguaje intraverbal		RT3	1
TT3		T	R
ExEm	<input type="radio"/>	MEst	<input type="radio"/>
Aisl	<input type="radio"/>	CEsp	<input type="radio"/>
		SAut	1
		AdCT	<input type="radio"/>

Figura 32. Ejemplo de *Caja de codificación de variables TT* pertenecientes a la variable *TT3* {*ExEm*, *MEst*, *SAut*, *Aisl*, *CEsp*, *AdCT*} de *Caso hipotético 1*. Extracto de Mapa mental de la Figura 33

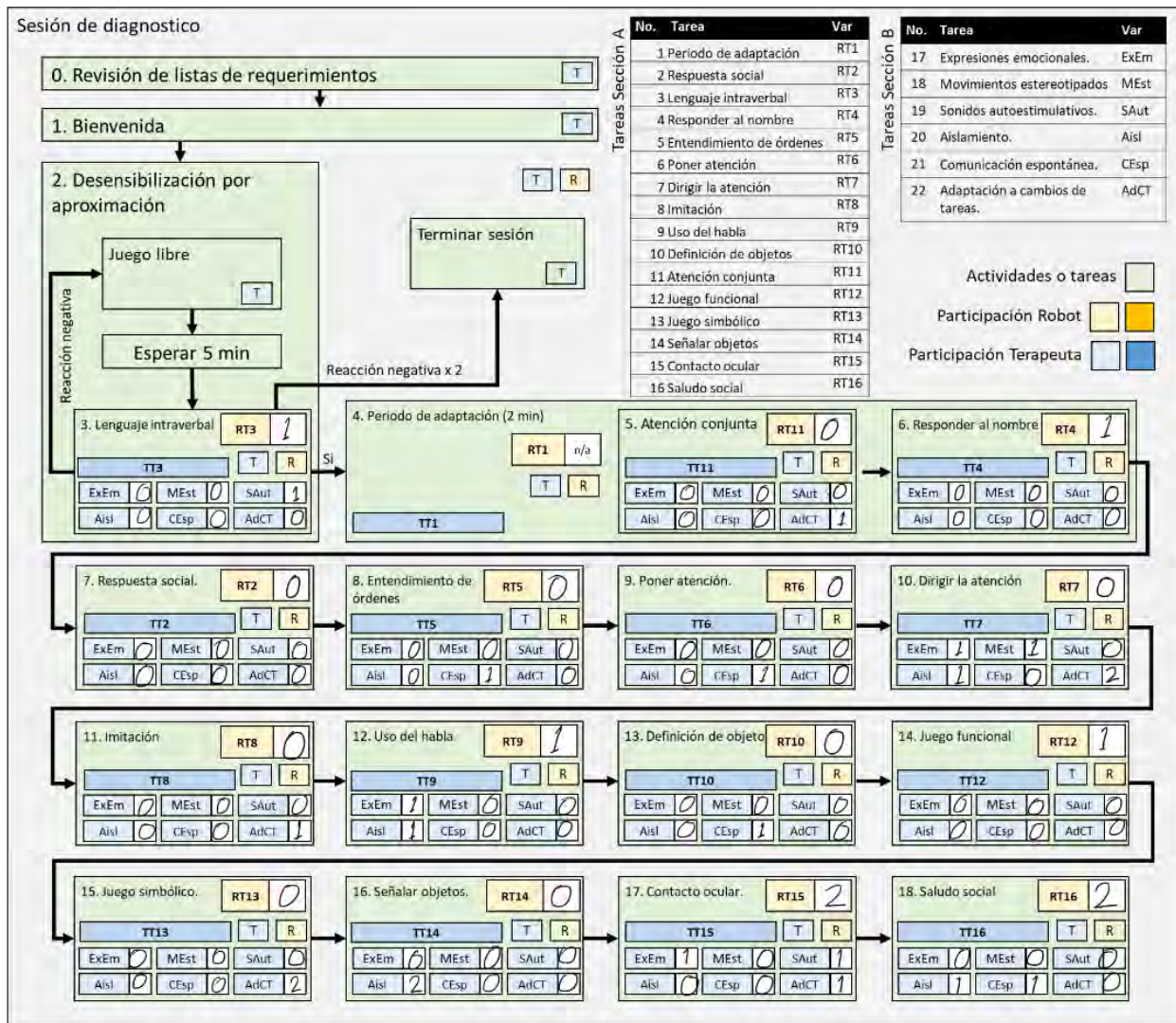


Figura 33. Ejemplo de Mapa mental de sesión de diagnóstico de 18 pasos contestado, perteneciente al Caso hipotético 1.

### Resumen de tareas

En una sesión, es posible que sea necesario revisar las características, materiales o variables involucradas dentro de los 18 pasos del protocolo, por lo que se realizó un resumen de cada uno de ellos.

Resumen de tareas en 18 pasos 1/3.	
<p><b>0. Revisión de listas de requerimientos</b>  <b>Objetivo:</b> Regular el acceso de niños sin las pruebas necesarias anteriores a la sesión.  <b>Concepto:</b> El terapeuta debe revisar que los requerimientos de la lista se cumplan. La sesión se debe de posponer en caso de que falte un elemento de la lista  <b>Materiales:</b> Lista de requerimientos: Prueba de Inteligencia (WISC-V), Prueba de Lenguaje (SCQ), ADI-R</p>	<p><b>Terapeuta:</b> nombreNiño_ID</p>
<p><b>1. Bienvenida</b>  <b>Objetivo:</b> Incluir poco a poco al niño y su tutor al cuarto de la sesión, explicar el proceso y dar indicaciones acerca del uso y precauciones con el robot.  <b>Concepto:</b> Aquí, el <i>Terapeuta</i> debe determinar cual es el halago mas apropiado referente a la apariencia del niño mientras que explica el propósito de cada una de las áreas de trabajo.  <b>Materiales:</b> n/a</p>	<p><b>Terapeuta:</b> [halagoNiño]  *Nota: En esta función se deben determinar con anterioridad tres o mas halagos expresados por el <i>Robot</i> para utilizarse en el Paso 5. Respuestas social.  ** Las funciones se encuentran encerradas entre corchetes []</p>
<p><b>2. Desensibilización por aproximación</b>  <b>Objetivo:</b> Observar respuesta del niño al Robot.  <b>Concepto:</b> El robot es introducido por el terapeuta al niño, el robot puede saludar al niño con una frase como "hola, mi nombre es NAO, mucho gusto" y ponerse en espera mientras el terapeuta observa la interacción.  <b>Materiales:</b> Área para colocar al Robot y sillas.</p>	<p><b>Robot:</b> nombreNiño</p>
<p><b>3. Lenguaje intraverbal</b>  <b>Objetivo:</b> Determinar si el niño puede hablar internamente consigo mismo.  <b>Concepto:</b> El <i>robot</i> le hace tres preguntas al <i>niño</i>: ¿Cómo te llamas?, ¿Cuántos años tienes?, ¿Dónde esta tu mamá? Y debe determinar cuantas y cuales de las tres preguntas responde adecuadamente  <b>Materiales:</b> n/a</p>	<p><b>Robot:</b> RT3      <b>Terapeuta:</b> T3 [ExEm, Mest, Saut, Aisl, Cnsp, AdCT]  C1: C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T3.mp4  C2: C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T3.mp4  M1: M1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T3.mp3</p>
<p><b>4. Periodo de adaptación</b>  <b>Objetivo:</b> Crear una situación relajada y evaluar el uso independiente de los juguetes.  <b>Concepto:</b> Se utiliza como antecesor o iniciador de paso 5. <b>Atención conjunta</b> y 6. <b>Responder al nombre</b>.  <b>Materiales:</b> Juguetes sobre la mesa y juguetes en el suelo  ** El o los técnicos deben utilizar este espacio para introducir las variables <i>nombreNiño</i> y <i>ID</i> junto con la selección de la función <i>[halagoNiño]</i> y revisar el correcto funcionamiento del robot.</p>	<p><b>Terapeuta:</b> [halagoNiño]  *Nota: En este paso el <i>Terapeuta</i> debe de entregar la oración para el halago del niño formada en el paso 1. <b>Bienvenida</b>  <b>Técnico:</b> [halagoNiño]  *Nota: En este paso el Técnico debe de programar la oración de [halagoNiño] porvada por el <i>Terapeuta</i></p>

Figura 34. Resumen de tareas en 18 pasos 1 de 3. De creación propia.

Resumen de tareas en 18 pasos 2/3.	
<p><b>5. Atención conjunta</b>  <b>Objetivo:</b> Observar si existe atención conjunta desde que enciende el juguete hasta que termina la actividad.  <b>Concepto:</b> Se utiliza un juguete con luces y sonido y se echa andar mientras se crea distancia entre el robot y el niño. Esta tarea se realiza durante el paso 4. <b>Periodo de adaptación</b>.  <b>Materiales:</b> Juguete para atención conjunta</p>	<p><b>Robot:</b> RT11      <b>Terapeuta:</b> T11 [ExEm, Mest, Saut, Aisl, Cnsp, AdCT]  C1: C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T11.mp4  C2: C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T11.mp4  M1: M1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T11.mp3</p>
<p><b>6. Responder al nombre</b>  <b>Objetivo:</b> Evaluar la respuesta del niño a su nombre cuando se le llama.  <b>Concepto:</b> Analiza tiempo de respuesta, según iteraciones y verifica contacto visual después de llamar al niño por su nombre. Esta tarea se realiza durante el paso 4. <b>Periodo de adaptación</b>.  <b>Materiales:</b> Juguetes.</p>	<p><b>Robot:</b> RT4      <b>Terapeuta:</b> T14 [ExEm, Mest, Saut, Aisl, Cnsp, AdCT]  C1: C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T14.mp4  C2: C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T14.mp4  M1: M1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T14.mp3</p>
<p><b>7. Respuesta social</b>  <b>Objetivo:</b> Determinar si el niño muestra una sonrisa o alguna respuesta social ante los halagos o cumplidos  <b>Concepto:</b> Se utiliza la función <i>&lt;halagoNiño&gt;</i> determinada por el terapeuta en el paso 1. <b>Bienvenida</b>  <b>Materiales:</b> Área para colocar al Robot y sillas.</p>	<p><b>Robot:</b> RT2      <b>Terapeuta:</b> T7 [ExEm, Mest, Saut, Aisl, Cnsp, AdCT]  C1: C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T2.mp4  C2: C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T2.mp4  M1: M1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T2.mp3</p>
<p><b>8. Entendimiento de órdenes</b>  <b>Objetivo:</b> Determinar la capacidad de entender y seguir instrucciones  <b>Concepto:</b> El <i>robot</i> le entrega dos objetos al <i>niño</i>, le da dos indicaciones sencillas pero diferentes para cada objeto y observa si lleva a cabo las indicaciones adecuadamente.  <b>Materiales:</b> 2 cubos (pueden ser sustituidos por dos objetos manejables para el <i>robot</i> y el <i>niño</i>).</p>	<p><b>Robot:</b> RT5      <b>Terapeuta:</b> T15 [ExEm, Mest, Saut, Aisl, Cnsp, AdCT]  C1: C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T5.mp4  C2: C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T5.mp4  M1: M1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T5.mp3</p>
<p><b>9. Poner atención.</b>  <b>Objetivo:</b> Observar si el niño pone atención cuando se narra el cuento.  <b>Concepto:</b> Usando el cartel de la pelotita, se le narra un cuento al niño.  <b>Materiales:</b> Cartel imagen pelotita.</p>	<p><b>Robot:</b> RT6      <b>Terapeuta:</b> T16 [ExEm, Mest, Saut, Aisl, Cnsp, AdCT]  C1: C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T6.mp4  C2: C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T6.mp4  M1: M1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T6.mp3</p>
<p><b>10. Dirigir la atención</b>  <b>Objetivo:</b> Observar si el niño voltear a ver la imagen al señalarla.  <b>Concepto:</b> El terapeuta debe tomar el cartel del cuento y colocarse detrás del niño mientras el robot le hace una indicación de que ahí esta la pelotita  <b>Materiales:</b> Cartel imagen pelotita.</p>	<p><b>Robot:</b> RT7      <b>Terapeuta:</b> T17 [ExEm, Mest, Saut, Aisl, Cnsp, AdCT]  C1: C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T7.mp4  C2: C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T7.mp4  M1: M1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T7.mp3</p>
<p><b>11. Imitación</b>  <b>Objetivo:</b> Observar si el niño imita los movimientos.  <b>Concepto:</b> Se realizan tres movimientos para que el niño imite, tamborilear, levantar las manos y vocalizar tres letras: "AAA".  <b>Materiales:</b> Tambor *Nota: El tamborileo se puede hacer con tambor o sin el o utilizar cualquier otra acción sencilla que el robot pueda hacer</p>	<p><b>Robot:</b> RT8      <b>Terapeuta:</b> T18 [ExEm, Mest, Saut, Aisl, Cnsp, AdCT]  C1: C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T8.mp4  C2: C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T8.mp4  M1: M1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T8.mp3</p>

Figura 35. Resumen de tareas en 18 pasos 2 de 3. De creación propia.

Resumen tareas en 18 pasos 3/3.	
<p><b>12. Definición de objetos.</b>  <b>Objetivo:</b> Observar si el niño puede responder para que sirven los objetos.  <b>Concepto:</b> Se le muestran las imágenes al niño y se le pide que mencione para que sirven.  <b>Materiales:</b> Imágenes: cuchara; cepillo de dientes; vaso.  <b>*Nota:</b> Aquí el robot no puede determinar si el niño explica la función correcta de los objetos, por lo que el terapeuta debe determinar si son explicados de manera correcta.</p>	<p><b>Robot:</b> Terapeuta: RT10, TT10 (ExEm, Mest, Saut, Aid, Cmp, AdCT)</p> <p><b>C1:</b> C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T10.mp4</p> <p><b>C2:</b> C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T10.mp4</p> <p><b>M:</b> M&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T10.mp3</p>
<p><b>13. Atención conjunta</b>  <b>Objetivo:</b> Observar si existe atención conjunta desde que enciende el juguete hasta que termina la actividad.  <b>Concepto:</b> Se utiliza un juguete con luces y sonido y se echa andar mientras se crea distancia entre el robot y el niño..  <b>Materiales:</b> Juguete para atención conjunta</p>	<p><b>Robot:</b> RT11      <b>Terapeuta:</b> TT11 (ExEm, Mest, Saut, Aid, Cmp, AdCT)</p> <p><b>C1:</b> C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T11.mp4</p> <p><b>C2:</b> C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T11.mp4</p> <p><b>M:</b> M&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T11.mp3</p>
<p><b>14. Juego funcional</b>  <b>Objetivo:</b> Observar si los juguetes son manipulados para juego, y no como forma de estimulación sensorial.  <b>Concepto:</b> Se invita al niño a jugar con los juguetes del material.  <b>Materiales:</b> 3 carros, 3 muñecos, animales.  <b>*Nota:</b> Aquí el robot no puede determinar si el niño explica la función correcta de los objetos, por lo que el terapeuta debe determinar si son explicados de manera correcta.</p>	<p><b>Robot:</b> Terapeuta: RT12, TT12 (ExEm, Mest, Saut, Aid, Cmp, AdCT)</p> <p><b>C1:</b> C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T12.mp4</p> <p><b>C2:</b> C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T12.mp4</p> <p><b>M:</b> M&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T12.mp3</p>
<p><b>15. Juego simbólico.</b>  <b>Objetivo:</b> Observe si el niño participa en el juego simbólico.  <b>Concepto:</b> Se le invita al niño a darle de comer a un oso de peluche o a jugar con un cilindro haciendo sonidos de avión  <b>Materiales:</b> Oso de peluche, cilindro.</p>	<p><b>Robot:</b> RT13      <b>Terapeuta:</b> TT13 (ExEm, Mest, Saut, Aid, Cmp, AdCT)</p> <p><b>C1:</b> C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T13.mp4</p> <p><b>C2:</b> C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T13.mp4</p> <p><b>M:</b> M&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T13.mp3</p>
<p><b>16. Señalar objetos.</b>  <b>Objetivo:</b> Observar si el niño identifica los objetos mencionados.  <b>Concepto:</b> Se colocan las imágenes y se le pregunta al niño en donde están.  <b>Materiales:</b> Imágenes: carro, cuchara, bebé, perro, vaso.</p>	<p><b>Robot:</b> RT14      <b>Terapeuta:</b> TT14 (ExEm, Mest, Saut, Aid, Cmp, AdCT)</p> <p><b>C1:</b> C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T14.mp4</p> <p><b>C2:</b> C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T14.mp4</p> <p><b>M:</b> M&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T14.mp3</p>
<p><b>17. Contacto ocular.</b>  <b>Objetivo:</b> Observar si el niño mira a los ojos cuando se le llama.  <b>Concepto:</b> Se coloca al terapeuta frente al niño y el robot lo invita a mirarlo  <b>Materiales:</b> n/a</p>	<p><b>Robot:</b> RT15      <b>Terapeuta:</b> TT15 (ExEm, Mest, Saut, Aid, Cmp, AdCT)</p> <p><b>C1:</b> C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T15.mp4</p> <p><b>C2:</b> C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T15.mp4</p> <p><b>M:</b> M&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T15.mp3</p>
<p><b>18. Saludo social</b>  <b>Objetivo:</b> Determinar si el niño se despide o si se da cuenta de que van a retirarse.  <b>Concepto:</b> El tutor dirige al niño a la salida y simula que se retiran, mientras el robot llama la atención del niño y se despide por su nombre mientras alza su brazo.  <b>Materiales:</b> n/a.</p>	<p><b>Robot:</b> RT16      <b>Terapeuta:</b> TT16 (ExEm, Mest, Saut, Aid, Cmp, AdCT)</p> <p><b>C1:</b> C1&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T16.mp4</p> <p><b>C2:</b> C2&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T16.mp4</p> <p><b>M:</b> M&lt;nombreNiño&gt;&lt;ID&gt;T16.mp3</p>

Figura 36. Resumen de tareas en 18 pasos 3 de 3. De creación propia.

En este resumen de tres partes se explica de manera breve el objetivo, el concepto, los materiales y las variables que se utilizan en cada uno y poder acceder de manera rápida y a la mano (Figura 34, Figura 35 y Figura 36)

### *Ejemplo de sesión de diagnóstico*

A continuación, se explica, como ejemplo, uno de los 18 pasos del protocolo (paso 15. *Juego simbólico*), sus diagramas, variables y la manera en que estos determinan la codificación de las variables con las que se realiza la propuesta de diagnóstico del autismo.

## 15. Juego simbólico (Ejemplo)

Aquí se observa si *Nñ* puede participar en el juego simbólico, es decir, que participa en imitaciones sencillas con sustitutos de objetos reales y los utiliza de manera en que representen algo que va más allá de sus propiedades físicas (Lord, Rutter, Risi, et al., 2015). La actividad consiste en colocar dos cilindros sobre *Mesa 1* (Figura 37) para que *Robot* haga una demostración con uno de ellos simulando un avión que vuela mientras hace sonidos imitando las turbinas, y luego le diga a *Nñ* que es su turno mientras *Robot* determina si la trayectoria del cilindro y la vocalización realizada son las adecuadas

Esta actividad se extrajo directamente de una parte de las actividades realizadas en el trabajo de Frano Petric (2014) en el cual también se está utilizando un robot NAO para integrarlo en una sesión de diagnóstico.

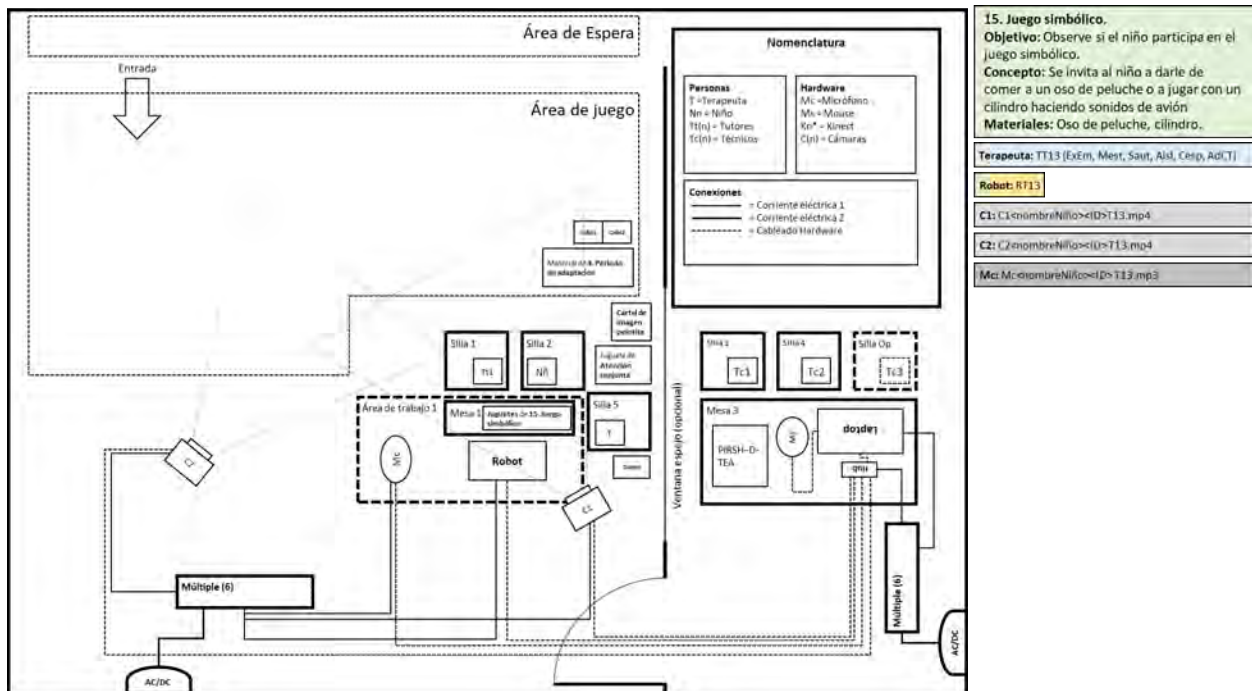


Figura 37. Diagrama de cuarto de sesión de paso 15. Juego simbólico. De creación propia.

La actividad comienza con los cilindros sobre la *Mesa 1* y *Nñ* poniendo atención. *Robot* comienza diciendo, por ejemplo: “Muy bien Juan, ahora vamos a jugar a los avioncitos” mientras

sujeta el *Cilindro 1* y simula vuelo y sonido de turbina de avión. Al terminar la imitación, coloca el cilindro sobre la mesa y dice: “Ahora tu”. Se debe esperar 5 segundos, mientras *Robot* detecta trayectoria de *Cilindro 2* y vocalización de sonido de avión de *Nñ*. Al pasar los 5 segundos se continua con el siguiente paso.

**Codificación**

Si *Nñ* imita la trayectoria del *Cilindro 1* y la vocalización de sonido de avión de manera adecuada se codifica RT13=0. Si *Nñ* imita solo la trayectoria del *Cilindro 1* o solo la vocalización de sonido de avión de manera adecuada, es decir, solo uno de los dos adecuadamente se codifica RT13=1. Si *Nñ* no imita la trayectoria del *Cilindro 1* ni la vocalización de sonido de avión de manera adecuada se codifica RT13=2. Ver Figura 38.

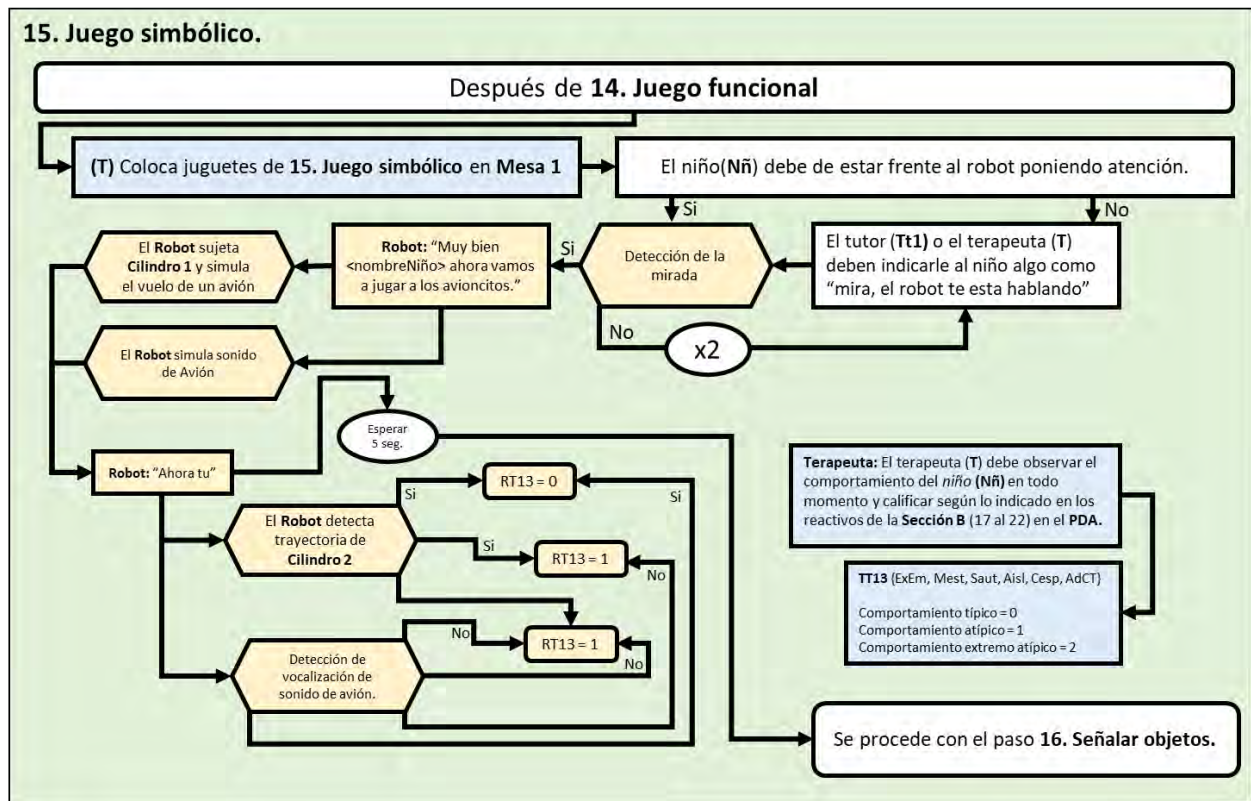


Figura 38. Diagrama de flujo de paso 15. Juego simbólico. De creación propia.

## Evaluación

### Codificación e interpretación de datos

A continuación, se explica la manera en que los datos se unen e interpretan para obtener un posible diagnóstico. Los datos en las tablas pueden ser llenados de manera manual, utilizando el “Mapa mental de sesión de diagnóstico de 18 pasos” impreso, como en el ejemplo de la Figura 33 o de manera automatizada utilizando la propuesta de interfaz de la Figura 50.

### Codificación de Sección A y Sección B

Las variables correspondientes a cada una de las tareas descritas en el PDA, que van desde *RT1* hasta *RT16* y son determinadas por la interacción del robot con el niño, al finalizar cada una se codifican del 0 al 2 según lo indicado en la PDA y en cada uno de los diagramas de las tareas y con ellas se forma una tabla llamada “Datos Robot: RT” como la de la Figura 39 en una hoja de cálculo de Excel.



No. de Tarea	1. Periodo de adaptación	2. Respuesta social	3. Lenguaje intraverbal	4. Responder al nombre	5. Entendimiento de órdenes	6. Poner atención	7. Dirigir la atención	8. Imitación	9. Uso del habla	10. Definición de objetos	11. Atención conjunta	12. Juego funcional	13. Juego simbólico	14. Señalar objetos	15. Contacto ocular	16. Saludo social
Var	RT1	RT2	RT3	RT4	RT5	RT6	RT7	RT8	RT9	RT10	RT11	RT12	RT13	RT14	RT15	RT16
Robot	n/a	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2

Figura 39. Datos obtenidos por el robot durante la sesión (datos no reales). De creación propia

En la tabla llamada “Tareas Sección B” se encuentran las 6 tareas de observación descritas en la prueba de Sumuano, pero con una variación en la manera de codificar, en lugar de codificar al finalizar las tareas de la Sección A, se realiza una evaluación observacional durante el proceso de cada tarea, esto es posible debido a que el robot es el que está manejando la interacción con el niño, lo que permite que el terapeuta observe y codifique la conducta en el transcurso de las interacciones. Esto genera una codificación del 0 al 2 de seis variables (*ExEm*, *MEst*, *SAut*, *Aisl*,

CEsp y AdCT) por cada una de las tareas (TT1 a TT16) y resultando en una matriz de datos como la de la Figura 40 en donde se asigna un valor, según las indicaciones de la PDA, a cada una de las conductas observadas en las tareas y al final se considera la recurrencia de estas para asignarles un valor. La codificación de estas variables debe de ser hecha por un especialista con conocimiento y entrenamiento completos del *instrumento de diagnóstico* a utilizar, siendo en este caso la PDA.

Datos Terapeuta: TT																			
No. de Tarea	Var	TT1	TT2	TT3	TT4	TT5	TT6	TT7	TT8	TT9	TT10	TT11	TT12	TT13	TT14	TT15	TT16	Average	TT
17. Expresiones emocionales.	ExEm	n/a	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	20%	0
18. Movimientos estereotipados	MEst	n/a	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7%	0
19. Sonidos autoestimulativos.	SAut	n/a	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	13%	0
20. Aislamiento.	Aisl	n/a	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	1	33%	0
21. Comunicación espontánea.	CEsp	n/a	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	27%	1
22. Adaptación a cambios de tareas.	AdCT	n/a	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	2	0	1	0	47%	2

Figura 40. Datos obtenidos por el terapeuta durante la sesión (datos no reales). De creación propia

### Codificación de Datos en conjunto

Después de haber realizado la codificación de todas las variables y con los datos de ambas tablas se genera un tercera que engloba los 22 reactivos del PDA y con los que se realiza evaluación, esta tabla se genera a partir de las variables de RT1 a RT16 y se unen con los resultados de la columna TT de la tabla “Datos Terapeuta: TT” con lo que se generan los datos de las columnas T1 a T22 de la tabla “Datos en conjunto”, como se puede apreciar en la Figura 41.

Datos en conjunto																						
Reactivos de tratamientos (VarRT)		LeEx	LeRe	LeRe	MaAt	MaAt	LeRe	LeEx	LeEx				LeRe	MaAt			TrEs			LeEx	TrEs	
Reactivos de resultados (VarRR)		Soc	Com	Com	Soc	Soc	Soc	Com	Com	Soc	Soc	Soc	Com	Soc	Soc	Com	Est	Est	Soc	Com	Est	
Var	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22
Resultado	n/a	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0	0	1	2

Figura 41. Resultado de los 22 reactivos obtenidos por robot y el terapeuta durante la sesión (datos no reales). De creación propia.

Una vez obtenidos los resultados de las variables T1 a T22, se realiza una propuesta de diagnóstico (Figura 43) y sugerencias de tratamiento (Figura 44) considerando los lineamientos y puntos de corte propuestos en el instrumento de diagnóstico y donde para considerarse autismo debe de contar con dos dimensiones rebasando o empatando los puntos de corte establecidos. A

continuación, se exponen tres ejemplos hipotéticos con datos no reales obtenidos de manera aleatoria en la hoja de calculo

### *Ejemplos de casos*

#### **Caso hipotético 1**

En el hipotético caso 1 se propone un diagnóstico de Trastorno Estereotípico (Figura 43) en donde las variables de la tabla de la Figura 42: *RT3 (Lenguaje intraverbal)*, *RT4 (Uso del habla)*, *RT9 (Juego funcional)* y *RT12 (Juego funcional)* muestran resultados de conducta no típica leve; y las variables *RT15 (Contacto ocular)* y *RT16 (Saludo social)* resultados de conducta no típica extrema. Estas variables corresponden respectivamente a los pasos 3, 6, 12, 14, 17 y 18 del Mapa mental de sesión de diagnóstico y que se encuentran en la Figura 31. También se toman en cuenta las variables de las tareas de observación realizadas por el terapeuta (Datos Terapeuta: TT) en donde *TT {CEsp (Comunicación espontanea) y AdCT (Adaptación al cambio de tareas)}* mostraron resultados de conducta no típica leve y extrema, respectivamente (Columna TT, sección azul de Figura 42).

Datos Robot: RT																
No. de Tarea	1. Período de adaptación	2. Respuesta social	3. Lenguaje intraverbal	4. Responder al nombre	5. Entendimiento de órdenes	6. Poner atención	7. Dirigir la atención	8. Limitación	9. Uso del habla	10. Definición de objetos	11. Atención conjunta	12. Juego funcional	13. Juego simbólico	14. Señalar objetos	15. Contacto ocular	16. Saludo social
Var	RT1	RT2	RT3	RT4	RT5	RT6	RT7	RT8	RT9	RT10	RT11	RT12	RT13	RT14	RT15	RT16
Robot	n/a	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2

Datos Terapeuta: TT																			
No. de Tarea	Var	TT1	TT2	TT3	TT4	TT5	TT6	TT7	TT8	TT9	TT10	TT11	TT12	TT13	TT14	TT15	TT16	Average	TT
17. Expresiones emocionales.	ExEm	n/a	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	20%	0
18. Movimientos estereotipados	MEst	n/a	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7%	0
19. Sonidos autoestimulativos.	SAut	n/a	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	13%	0
20. Aislamiento.	Aisl	n/a	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	1	33%	0
21. Comunicación espontánea.	CEsp	n/a	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	27%	1
22. Adaptación a cambios de tareas.	AdCT	n/a	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	2	0	1	0	47%	2

Datos en conjunto																						
Reactivos de tratamientos (VarRT)		LeEx	LeRe	LeRe	MaAt	MaAt	LeRe	LeEx	LeEx				LeRe	MaAt		TrEs		LeEx	TrEs			
Reactivos de resultados (VarRR)		Soc	Com	Com	Com	Soc	Soc	Soc	Com	Com	Soc	Soc	Com	Soc	Soc	Com	Est	Est	Soc	Com	Est	
Var	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22
Resultado	n/a	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0	0	1	2

Figura 42. Datos en conjunto obtenidos por el robot y el terapeuta en Caso hipotético 1. De creación propia

Considerando lo anterior se obtiene una interpretación de resultados y propuestas de fases de tratamiento, en donde se puede observar que en este caso hipotético las variables de las dimensiones del comportamiento *Soc (Social)* y *Com (Comunicación)* no rebasan los puntos de corte establecidos pero se encuentran cerca de ellos y la variable *Est (Estereotipias)*, se encuentra justo en el límite de marcaje, por lo que se propone un diagnóstico de “*Trastorno estereotípico*” con propuestas de tratamientos para *LeEx (Lenguaje expresivo)* y *TrEs (Tratamiento de estereotipias)* (Figura 44). Es importante mencionar que las sugerencias de tratamiento son solo indicaciones de hacia donde se podría dirigir el tratamiento del niño en caso de resultar con un diagnóstico de autismo positivo y no sugiere los tipos de tratamiento en sí.

Interpretación de Resultados.				
Dimensión	VarRR	Sum	Punto de corte	
Social	Soc	5	≤	6
Comunicación	Com	4	≤	5
Estereotipias	Est	2	≥	2
Pronostico		Trastorno Estereotipico		

Figura 43. Propuesta de diagnóstico de Caso hipotético 1. De creación propia.

Fases del tratamiento.					
Fase	VarRT	Sum	Punto de corte		Tratamiento
Manejo de la atención	MaAt	2	≤	3	FALSE
Lenguaje Receptivo	LeRe	1	≤	3	FALSE
Lenguaje Expresivo	LeEx	3	≥	3	Fase 3. Inicie intervención conductual para nombrar los objetos, el uso del dame o quiero; la construcción de oraciones, el uso de pronombres; y el lenguaje intraverbal. En la institución educativa fomentar la conversación y socialización a través del juego (Esquer Sumuano 2014).
Tratamiento de estereotipias	TrEs	2	≥	2	Fase 4. Se sugiere un tratamiento para manejar estereotipias. Antes de diseñar un tratamiento para estereotipias se recomienda llevar a cabo un proceso como el Asesoramiento Funcional de la Conducta (FBA, por sus siglas en inglés), por ejemplo, para identificar el reforzador que activa las estereotipias (Patel, Preedy, and Martin 2014).

Figura 44. Sugerencias de tratamiento de Caso hipotético 1. De Creación propia.

## Caso Hipotético 2

En el caso hipotético 2 se propone un diagnóstico de *Posible autismo* con énfasis en lo social (Figura 43) en donde las variables *RT2*, *RT4*, *RT5*, *RT8*, *RT10*, *RT11*, *RT12*, *RT13* y *RT14* muestran resultados de conducta no típica leve y las variables *RT6* y *RT16* revelan resultados de conducta no típica extrema. En la siguiente tabla, las variables *TT* {*ExEm* y *Aisl*} mostraron resultados de conducta no típica leve (Figura 45).

Datos Robot: RT																
No. de Tarea	1. Período de adaptación	2. Respuesta social	3. Lenguaje intraverbal	4. Responder al nombre	5. Entendimiento de órdenes	6. Poner atención	7. Dirigir la atención	8. Imitación	9. Uso del habla	10. Definición de objetos	11. Atención conjunta	12. Juego funcional	13. Juego simbólico	14. Señalar objetos	15. Contacto ocular	16. Saludo social
Var	RT1	RT2	RT3	RT4	RT5	RT6	RT7	RT8	RT9	RT10	RT11	RT12	RT13	RT14	RT15	RT16
Robot	n/a	1	0	1	1	2	0	1	0	1	1	1	1	1	0	2

Datos Terapeuta: TT																			
No. de Tarea	Var	TT1	TT2	TT3	TT4	TT5	TT6	TT7	TT8	TT9	TT10	TT11	TT12	TT13	TT14	TT15	TT16	Average	TT
17. Expresiones emocionales.	ExEm	n/a	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	33%	1
18. Movimientos estereotipados	MEst	n/a	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	20%	0
19. Sonidos autoestimulativos.	SAut	n/a	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	20%	0
20. Aislamiento.	Aisl	n/a	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	1	40%	1
21. Comunicación espontánea.	CEsp	n/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7%	0
22. Adaptación a cambios de tareas.	AdCT	n/a	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13%	0

Datos en conjunto																						
Reactivos de tratamientos (VarRT)		LeEx	LeRe	LeRe	MaAt	MaAt	LeRe	LeEx	LeEx							LeRe	MaAt	TrEs		LeEx	TrEs	
Reactivos de resultados (VarRR)		Soc	Com	Com	Com	Soc	Soc	Soc	Com	Com	Soc	Soc	Soc	Com	Soc	Soc	Com	Est	Est	Soc	Com	Est
Var	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22
Resultado	n/a	1	0	1	1	2	0	1	0	1	1	1	1	1	0	2	1	0	0	1	0	0

Figura 45. Datos en conjunto obtenidos por el robot y el terapeuta en Caso hipotético 2. De creación propia.

Por lo tanto, las variables de las dimensiones del comportamiento *Soc* y *Com* (Figura 46) rebasan y empatan los puntos de corte establecidos, por lo que se propone un diagnóstico de *Posible Autismo* y se sugiere un tratamiento enfocado en el lenguaje receptivo (Figura 47).

Interpretación de Resultados.				
Dimensión	VarRR	Sum	Punto de corte	
Social	Soc	10	$\geq$	6
Comunicación	Com	5	$\geq$	5
Estereotipias	Est	0	$\leq$	2
<b>Pronostico</b>		<b>Posible Autismo</b>		

Figura 46. Propuesta de diagnóstico de Caso hipotético 2. De creación propia.

Fases del tratamiento.					
Fase	VarRT	Sum	Punto de corte		Tratamiento
Manejo de la atención	MaAt	2	$\leq$	3	FALSE
Lenguaje Receptivo	LeRe	4	$\geq$	3	Fase 2. Iniciar intervención conductual para el reconocimiento de objetos, obedecer instrucciones. Simultáneamente realice enseñanza de imitación hasta llegar a la imitación de vocales. En la institución educativa fomentar estas habilidades a través de actividades lúdicas (seguimiento de instrucciones básicas, imitación) (Esquer Sumuano 2014).
Lenguaje Expresivo	LeEx	1	$\leq$	3	FALSE
Tratamiento de estereotipias	TrEs	0	$\leq$	2	FALSE

Figura 47. Sugerencias de tratamiento de Caso hipotético 2. De Creación propia.

### ***Confiabilidad entre evaluadores (IRR)***

Como ya se mencionó IRR es el nivel de conciliación entre evaluadores y jueces. Es ampliamente usado en el área médica para medir esta concordancia cuando se realizan diagnósticos siendo el Kappa de Cohen uno de los más recomendados cuando se evalúa el IRR entre dos evaluadores, en este caso el robot y el terapeuta (Glenn, 2016). Para medir el IRR de este protocolo se utilizan dos métodos, uno sencillo en donde se hace una comparación del porcentaje de conciliación y uno más complejo, el de Kappa de Cohen, que toma en consideración la posibilidad de que los evaluadores coincidan por casualidad. Estos parámetros son útiles para medir el nivel de concordancia entre los resultados del robot y los del terapeuta, esto se puede apreciar en la Figura 48 y Figura 49.

No. de Paso	Tarea	Var	Resultados Robot	Resultados y/o ajustes T	IRR Agreement	No. PDA
4	Periodo de adaptación	T1	n/a	n/a	n/a	1
7	Respuesta social	T2	0	0	1	2
3	Lenguaje intraverbal	T3	1	1	1	3
6	Responder al nombre	T4	2	2	1	4
8	Entendimiento de órdenes	T5	1	1	1	5
9	Poner atención	T6	0	0	1	6
10	Dirigir la atención	T7	0	0	1	7
11	Imitación	T8	0	0	1	8
12	Uso del habla	T9	0	0	1	9
13	Definición de objetos	T10	1	1	1	10
5	Atención conjunta	T11	0	0	1	11
14	Juego funcional	T12	0	1	0	12
15	Juego simbólico	T13	1	1	1	13
16	Señalar objetos	T14	2	2	1	14
17	Contacto ocular	T15	0	0	1	15
18	Saludo social	T16	0	0	1	16
	Expresiones emocionales.	T17	n/a	1		17
	Movimientos estereotipados	T18	n/a	2		18
	Sonidos autoestimulativos.	T19	n/a	2		19
	Aislamiento.	T20	n/a	0		20
	Comunicación espontánea.	T21	n/a	0		21
	Adaptación a cambios de tareas.	T22	n/a	2		22
	<b>Total</b>		<b>15</b>	<b>16</b>	<b>93%</b>	
					<b>IRR with Cohen's Kappa (k)</b>	<b>88%</b>

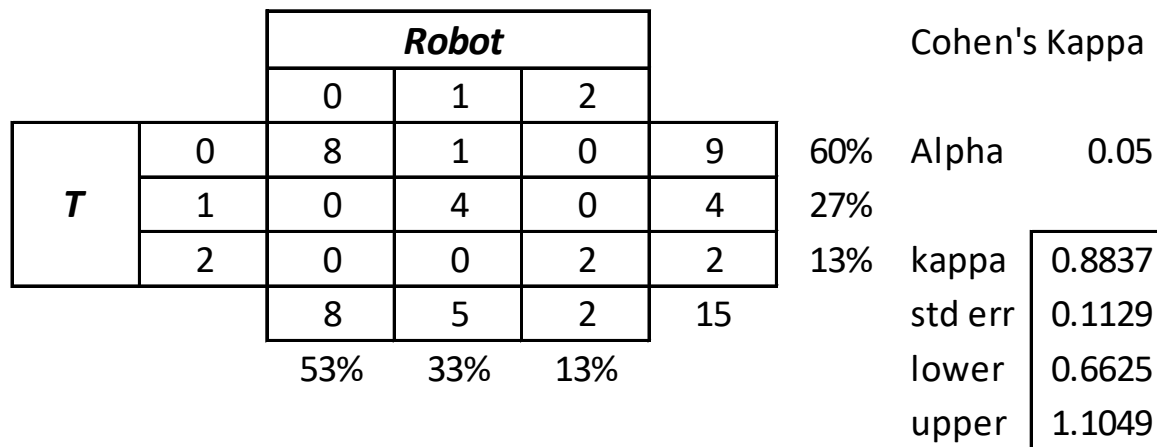
Figura 48. Tabla de comparación de datos Robot vs Terapeuta (\* No son datos reales). De creación propia.

En la figura anterior se muestra una tabla con siete columnas en las que se encuentran, de izquierda a derecha, el paso en el protocolo, en donde se realiza la codificación de las siguientes columnas, es por ello por lo que no sigue una numeración ordenada, la siguiente columna muestra el nombre de las tareas realizadas en cada paso, la columna “Var”, contiene las variables codificadas por cada tarea y es correspondiente a las variables de la tabla de “Datos en conjunto” (un ejemplo de esta tabla se puede ver en la Figura 41), las siguientes dos columnas muestran los resultados obtenidos por *Robot* y por *T*, respectivamente (los resultados obtenidos por *T* a partir de la variable T17 no son codificados por *Robot*, estos se omiten de la comparación cuando se realiza el análisis de la IRR), la tabla con el encabezado “IRR Agreement” muestra las coincidencias de conciliación entre los evaluadores y al final, dos resultado del nivel de concordancia entre evaluadores (Inter-Rater Reliability), uno obtenido por medio de la comparación del porcentaje de coincidencias y el otro por medio de la aplicación de Kappa de

Cohen. La última columna contiene el número correspondiente de la tarea realizada en la PDA con las variables de la segunda y tercera columna.

### Análisis de Kappa de Cohen

Para obtener los resultados IRR con Kappa de Cohen, se realizó una matriz siguiendo los pasos del video “Calculating and Interpreting Cohen's Kappa in Excel” del Dr. Todd L. Grande (2015), del lado izquierdo de la Figura 49, junto con la herramienta “Inter-Rater Reliability” de la versión gratuita del software “Real Statistics”, siguiendo las indicaciones de Charles Zaiontz (2021) del artículo titulado “Cohen’s Kappa” en la página web [www.real-statistics.com](http://www.real-statistics.com), del lado derecho. Ambas muestran el mismo resultado.



$$k = (Pr(a) - Pr(e)) / (1 - Pr(e))$$

<b>Pr(a)</b>	93%
<b>Pr(e)</b>	43%
<b>k</b>	88%

Figura 49. Resultados de Kappa de Cohen (\* No son datos reales). De creación propia

### Propuesta de interfaz

Se realizó una propuesta de interfaz con la cual el terapeuta podría ir realizando las anotaciones y codificación de cada tarea mientras que tiene a la mano el diagrama del cuarto y el diagrama de flujo de cada tarea. Después de la sesión de diagnóstico, se puede escoger el número

de paso a revisar y ver los videos de *Cámara 1*, *Cámara 2* o de *Robot* para realizar ajustes en la codificación. También es posible utilizarse como complemento o como una alternativa al uso impreso del mapa mental de la sección de diagnóstico de la Figura 31.

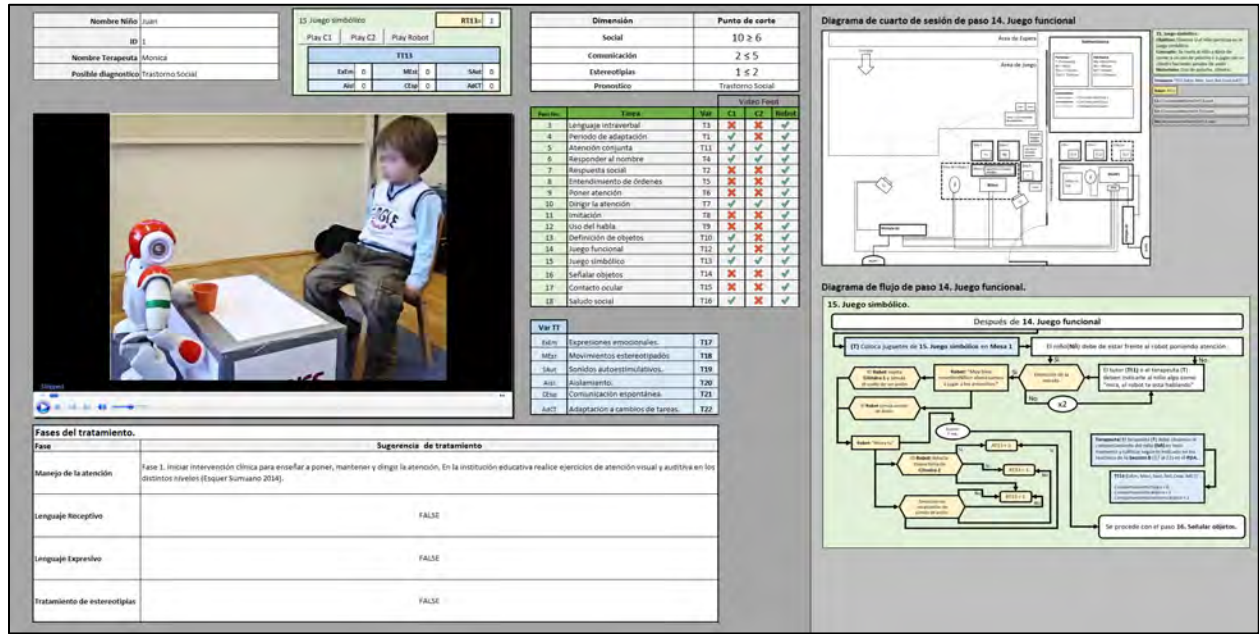


Figura 50. Propuesta de interfaz para tablet. De creación propia. Imagen en reproductor de video extraída y adaptada del trabajo de Petric (2014).

En la propuesta de interfaz se muestra primero los datos del niño a ser evaluado, el nombre del terapeuta que atendió la sesión y el posible diagnóstico obtenido.

Después se encuentra una *Caja de codificación de variables* (Figura 63), la cual tiene tres funciones, primero, utilizarse como codificador de las variables, si la sesión de diagnóstico se está llevando a cabo y aún no se realiza la codificación, al llenar esta caja se envían los datos a las tablas de codificación como las de la Figura 48 y Figura 49. Segundo, si ya se ha llevado a cabo la sesión de diagnóstico, en esta caja se muestran los datos codificados del paso seleccionado, en el ejemplo de la Figura 63 se muestra seleccionado el paso “15. Juego simbólico”, al cual le corresponde la variable T13 (la tarea número 13 de la PDA), por lo cual se muestra el valor de la variable que *Robot* codifico en amarillo (RT13) y el de las variables codificadas por *T* en azul, los datos de estas variables se extraen de las entradas de los datos de registro (Figura 63) generados

por las tablas de datos en conjunto localizadas en la hoja de cálculos (Figura 65), los cuales a su vez son llenados por la *Caja de codificación de variables*, ya sea digital, durante la sesión o impresa, después de la sesión. La tercera función es la de reproducir los videos de las diferentes cámaras en el cuarto para su posterior análisis y la realización de posibles ajustes en la codificación del terapeuta.

15 Juego simbólico RT13= 0

Play C1
Play C2
Play Robot

TT13							
ExEm	1		MEst	0		SAut	0
Aisl	0		CEsp	0		AdCT	0

Figura 51. *Caja de codificación de variables*, homóloga de la *Caja de codificación de variables TT* de la Figura 32 (No son datos reales). De creación propia.

# Datos de registro

Folder de videos: <https://drive.google.com/drive/folders/1P30CQ05280R90CZ>

Nombre niño: Juan  
 ID: 10  
 Nombre Temporal: Monica  
 Posible diagnóstico: posible autismo

No. de Paso	Tarea	Url	Camera 1	Camera 2	Robot	Resultados Robot	Resultados y/o ajustes T	IRR Agreement	No. PDAs
4	Periodo de adaptación	T1	007verVideoDeAdaptacion.mp4		Naobot/OTView.mp4	n/a	n/a	n/a	1
7	Respuesta social	T2			Naobot/OTView.mp4	0	0	1	2
3	Lenguaje intraverbal	T3			Naobot/OTView.mp4	1	2	0	3
6	Responder al nombre	T4	006responderAlNombre.mp4		Naobot/OTView.mp4	2	2	0	4
8	Entendimiento de órdenes	T5			Naobot/OTView.mp4	0	0	1	5
9	Poner atención	T6			Naobot/OTView.mp4	0	0	1	6
10	Dirigir la atención	T7	100dirigirAtencion.mp4		Naobot/OTView.mp4	1	1	1	7
11	Imitación	T8			Naobot/OTView.mp4	2	2	1	8
12	Uso del habla	T9			Naobot/OTView.mp4	1	1	1	9
13	Definición de colores	T10	130DefinirColores.mp4		Naobot/OTView.mp4	0	0	1	10
14	Definición de formas	T11	14DefinirFormas.mp4		Naobot/OTView.mp4	1	1	1	11
14	Definición de objetos	T12	14DefinirObjetos.mp4		Naobot/OTView.mp4	1	1	1	12
15	Usar sonidos	T13	15UsarSonidos.mp4		Naobot/OTView.mp4	0	1	1	13
16	Señalar objetos	T14	16SeñalarObjetos.mp4		Naobot/OTView.mp4	0	0	1	14
17	Contacto ocular	T15			Naobot/OTView.mp4	0	0	1	15
18	Saludo social	T16	18SaludoSocial.mp4		Naobot/OTView.mp4	0	0	1	16
	Expresiones emocionales	T17			Naobot/OTView.mp4	n/a	2	2	17
	Movimientos estereotipados	T18			Naobot/OTView.mp4	n/a	1	1	18
	Sonidos autostimulativos	T19			Naobot/OTView.mp4	n/a	2	2	19
	Aislamiento	T20			Naobot/OTView.mp4	n/a	2	2	20
	Comunicación espontánea	T21			Naobot/OTView.mp4	n/a	1	1	21
	Adaptación a cambios de tareas	T22			Naobot/OTView.mp4	n/a	0	0	22
		Totales				17	38	95%	

$IRR = \frac{(True - False) / (True + False)}$

Robot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	1	0	0	4	1	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
K	8	4	3	15	53%	27%	20%	53%	33%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%

$K = \frac{(True - False) / (True + False)}$

True	93%
False	4%
K	89%

Detalle de matriz de sección B con estado por tiempo

	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	Average	IT	
n/a	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	40%	2
n/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	27%	1
n/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33%	2
n/a	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33%	2
n/a	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27%	1
n/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13%	0

Fase del tratamiento.	Sugerencia de tratamiento
Fase	FALSE
Manejo de la atención	FALSE
Lenguaje Receptivo	Fase 2. Iniciar intervención conductual para el reconocimiento de objetos, obedecer instrucciones. Simultáneamente realice enseñanza de imitación hasta llegar a la imitación de vocales. En la institución educativa fomentar estas habilidades a través de actividades lúdicas (seguimiento de instrucciones básicas, imitación) (Esquivé Sumariño 2014).
Lenguaje Expresivo	Fase 3. Inicie intervención conductual para nombrar los objetos, el uso del dante o quejas, la construcción de oraciones, el uso de pronombres; y el lenguaje intraverbal. En la institución educativa fomentar la conversación y socialización a través del juego. (Esquivé Sumariño 2014).
Tratamiento de estereotipias	FALSE

Dimensión	Punto de corte
Social	7 ≥ 5
Comunicación	7 ≥ 5
Etereotipias	3 ≥ 2
Resultado	Posible autismo

Figura 52. Ejemplo de entrada de datos de registro (No son datos reales). De creación propia.



La siguiente sección muestra los videos disponibles y la tarea correspondiente a cada paso (Figura 67), su propósito es tener una referencia de los videos disponibles y su tarea correspondiente al momento de selección ar uno de los pasos de la *Caja de codificación de variables*. La información se extrae de las entradas de registro.

			Video Feed		
Paso No.	Tarea	Var	C1	C2	Robot
3	Lenguaje intraverbal	T3	✗	✗	✓
4	Periodo de adaptación	T1	✓	✗	✓
5	Atención conjunta	T11	✓	✓	✓
6	Responder al nombre	T4	✓	✓	✓
7	Respuesta social	T2	✗	✗	✓
8	Entendimiento de órdenes	T5	✗	✗	✓
9	Poner atención	T6	✗	✗	✓
10	Dirigir la atención	T7	✓	✓	✓
11	Imitación	T8	✗	✗	✓
12	Uso del habla	T9	✗	✗	✓
13	Definición de objetos	T10	✓	✗	✓
14	Juego funcional	T12	✓	✗	✓
15	Juego simbólico	T13	✓	✓	✓
16	Señalar objetos	T14	✗	✗	✓
17	Contacto ocular	T15	✗	✗	✓
18	Saludo social	T16	✓	✗	✓

Var TT		
ExEm	Expresiones emocionales.	<b>T17</b>
MEst	Movimientos estereotipados	<b>T18</b>
SAut	Sonidos autoestimulativos.	<b>T19</b>
Aisl	Aislamiento.	<b>T20</b>
CEsp	Comunicación espontánea.	<b>T21</b>
AdCT	Adaptación a cambios de tareas.	<b>T22</b>

Figura 55. Lista de tareas y videos disponibles. De creación propia.

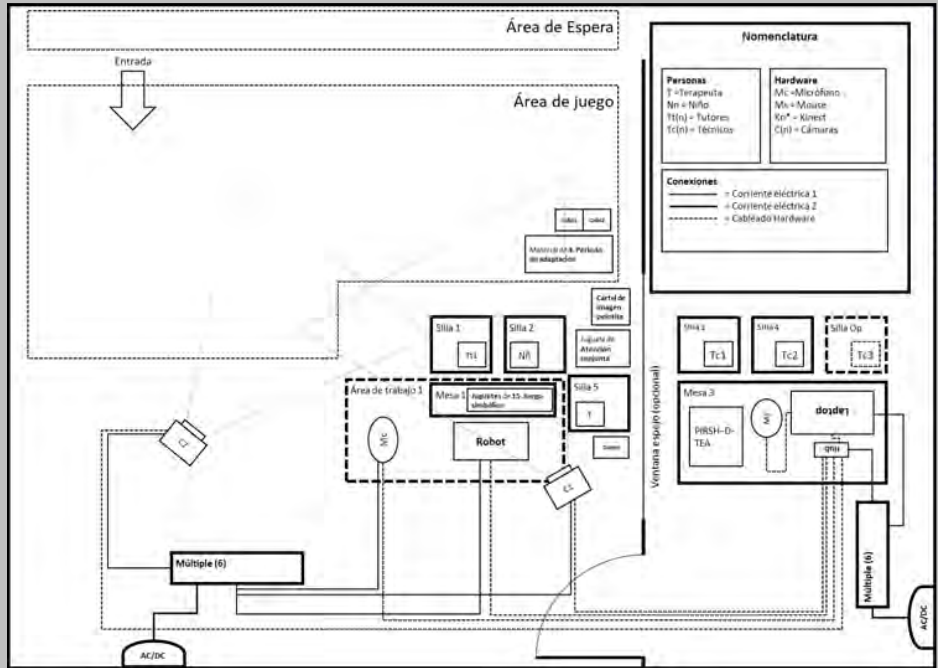
La siguiente sección muestra las fases de tratamiento sugeridas según los resultados obtenidos (Figura 68), estas pueden cambiar si se realizan ajustes por medio de la *Caja de codificación de variables*. La información aquí mostrada se obtiene de las entradas de registro.

Fases del tratamiento.	
Fase	Sugerencia de tratamiento
Manejo de la atención	FALSE
Lenguaje Receptivo	Fase 2. Iniciar intervención conductual para el reconocimiento de objetos, obedecer instrucciones. Simultáneamente realice enseñanza de imitación hasta llegar a la imitación de vocales. En la institución educativa fomentar estas habilidades a través de actividades lúdicas (seguimiento de instrucciones básicas, imitación) (Esquer Sumuano 2014).
Lenguaje Expresivo	Fase 3. Inicie intervención conductual para nombrar los objetos, el uso del dame o quiero; la construcción de oraciones, el uso de pronombres; y el lenguaje intraverbal. En la institución educativa fomentar la conversación y socialización a través del juego (Esquer Sumuano 2014).
Tratamiento de estereotipias	FALSE

Figura 56. Sugerencias de dirección del tratamiento en propuesta de interfaz (no son datos reales). De creación propia.

La última sección muestra los diagramas del cuarto y de flujo correspondientes al paso de la sesión que se está evaluando (Figura 57) y se modifican al momento de seleccionar uno en la *caja de codificación de variables* y su función es la de ser utilizados como referencia al momento de evaluar uno de los pasos.

**Diagrama de cuarto de sesión de paso 15. Juego simbólico.**



**15. Juego simbólico.**  
**Objetivo:** Observe si el niño participa en el juego simbólico.  
**Concepto:** Se invita al niño a darle de comer a un oso de peluche o a jugar con un cilindro haciendo sonidos de avión.  
**Materiales:** Oso de peluche, cilindro.

**Terapeuta:** TT13 (ExEm, Mest, Saut, Aisl, Cesp, AdCT)

**Robot:** R13

**C1:** C1<nombreNiño><ID>T13.mp4

**C2:** C2<nombreNiño><ID>T13.mp4

**Mc:** Mc<nombreNiño><ID>T13.mp3

**Diagrama de flujo de paso 15. Juego simbólico.**

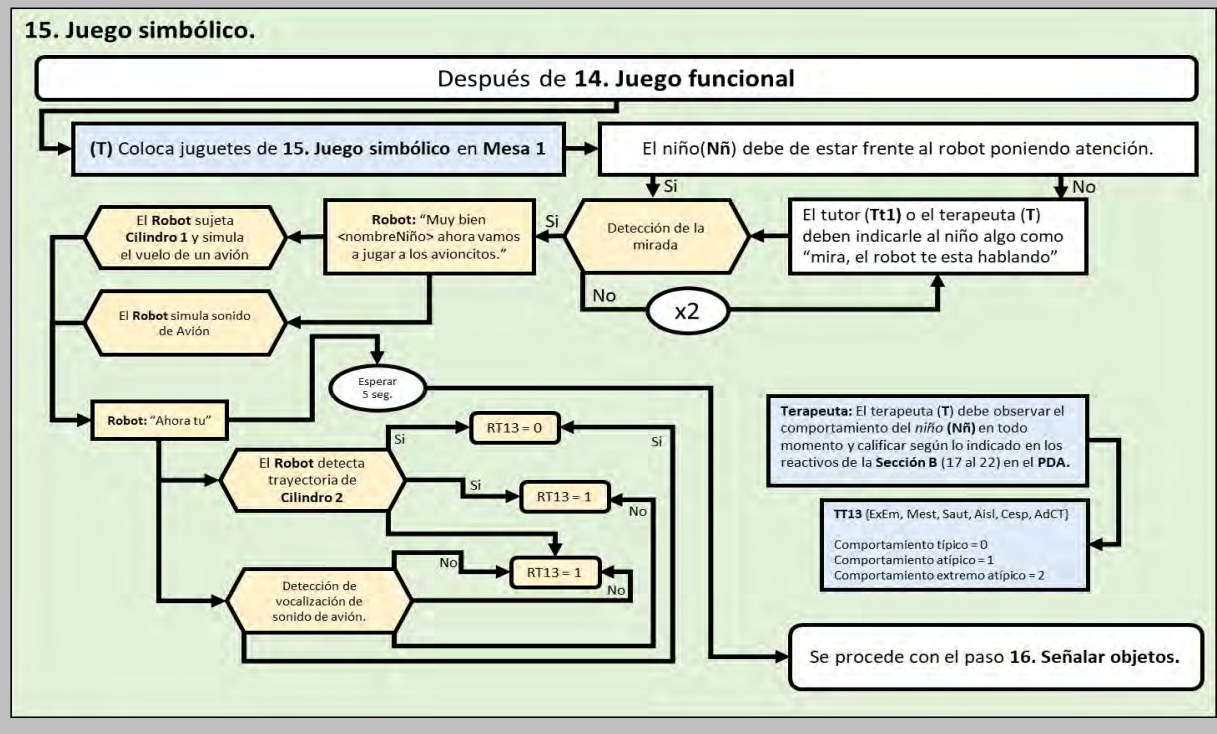


Figura 57. Diagramas de cuarto y de flujo de paso “15. Juego simbólico” en propuesta de interfaz De creación propia.

Esta interfaz, está pensada únicamente con la intención de que sea funcional y podría utilizarse con una Tablet con acceso o con un celular. En un futuro sería recomendable mejorar el

diseño de la interfaz y transferirse a un lenguaje de programación más robusto como Python o PHP, por ejemplo, y que se utilice una infraestructura con plataforma web. Una copia de la versión inicial de esta propuesta de interfaz, realizada en Excel se puede encontrar en la dirección web: <https://dramzii.com/Autismo/ANEXOS/>

### **Conclusiones y recomendaciones**

Debido a que circunstancias fuera del alcance de este proyecto y de las manos de sus integrantes como lo es la reciente situación de la pandemia del COVID-19, el acceso a las instalaciones de la institución estuvo restringido y por lo tanto no se tuvo acceso al robot NAO, por lo que la dirección de esta tesis cambió y se optó por realizar una guía o protocolo en la cual se ha concebido una posible implementación del robot social NAO como herramienta en sesiones de diagnóstico del TEA.

### **Respuesta a las preguntas de investigación**

Para concluir esta tesis, en esta sección se dará respuesta de manera puntual a las preguntas de investigación realizadas al inicio de esta, para continuar con una explicación de los objetivos de diseño surgidos en el diseño metodológico.

#### ***Generales***

*¿Como se puede utilizar las capacidades del robot NAO para integrarlo en el diagnóstico del autismo?*

Después de considerar la utilización del robot en el diagnóstico, el tratamiento o el seguimiento de uno de los anteriores, se determinó que, si era posible generar datos medibles y cuantificables, era mejor iniciar con la generación de estos desde el inicio del contacto con un niño dentro del espectro, estos datos luego podrían utilizarse en futuras investigaciones por lo que, después de una extensa investigación, se encontraron documentos previos en la que se exploraba

la viable utilización del robot dentro del proceso de diagnóstico, por lo que se optó por “Desarrollar una propuesta de metodología para la integración del robot social NAO, como herramienta en el proceso de diagnóstico de niños con autismo”.

### ***Específicas***

*¿Cuáles herramientas se usan para el diagnóstico del autismo?*

Es posible que la herramienta principal para el diagnóstico del autismo sea el Diagnóstico Estadístico para Trastornos Mentales-IV (DSM-IV, por sus siglas en inglés), este es el manual de uso del profesional de la salud en la mayor parte del mundo conocido como la guía autorizada para el diagnóstico de desórdenes mentales ya que contiene síntomas, descripciones y otros criterios para su evaluación. Provee un lenguaje común para los terapeutas tengan un entendimiento común acerca de sus pacientes y establece diagnósticos consistentes y confiables para ser utilizados en la investigación de desórdenes mentales (Asociación Americana de Psiquiatría, 1995).

Debido a que los niños con TEA presentan una gran diversidad de síntomas, existe una gran variedad de programas para tratar el autismo, como los conductuales, de educación y aprendizaje, medicamentos y otros, por ello la decisión del tratamiento recae en gran medida sobre los familiares (Science, 2014). Actualmente, en España, el tratamiento considerado oficial para el TEA es el psicopedagógico, aplicado en ambientes naturales, si se llega a aplicar algún medicamento, este no es aplicado con la intención de curar el trastorno, sino para mejorar algunos síntomas o contribuir en las terapias. Hoy en día es necesario desarrollar nuevos recursos desde una amplia gama de perspectivas para diagnosticar y tratar a las personas con TEA (Calvo et al., 2019). Otros instrumentos utilizados son la CARS y la ADEC, ya mencionadas en la sección de Diagnóstico y tratamiento en la página 27 de este documento (Barroso Ayala & Esquer Sumuano, 2017; Esquer Sumuano, 2014).

Es necesario que la implementación de estas herramientas sea llevada a cabo por un terapeuta profesional con un amplio entrenamiento y experiencia, tanto en el uso de baterías de prueba aplicados de manera individual como con experiencia con personas con TEA (Lord, Rutter, Risi, et al., 2015). También deben incluirse observaciones en la estimación de los coeficientes de desarrollo y el trastorno global del desarrollo, útiles para diferenciar entre el TEA y la discapacidad intelectual. Utilizar escalas como las de Weschler es útil para determinar si el diagnosticado puede ser considerado dentro del TEA, pero con alto funcionamiento (Esquer Sumuano, 2014).

Otros instrumentos e información de gran utilidad que debe ser recabada antes de iniciar una sesión de diagnóstico son, por ejemplo, resultados de la Entrevista para el Diagnóstico del Autismo-Revisada (ADI-R, por sus siglas en inglés) y el Cuestionario de Comunicación Social (SCQ; por sus siglas en inglés), junto con información de la capacidad lingüística y cognitiva del que va a ser evaluado (Lord, Rutter, Risi, et al., 2015).

*¿Cómo se ha utilizado al robot NAO para el diagnóstico del autismo?*

Para determinar esto era necesario “Definir cómo se ha utilizado al robot NAO para el diagnóstico del autismo”, para lo cual se tomó como base principal el estudio llamado “Protocolo robótico de diagnóstico del espectro autista: Base para un sistema robótico cognitivo e interactivo” (Robotic Autism Spectrum Disorder Diagnostic Protocol: Basis for Cognitive and Interactive Robotic Systems, en inglés) de Petric (2014) y (Petric et al., 2014), complementando con otros estudios como los de Esteban et al. (2017), Scassellati (2007), Shamsuddin (2012) y Narayanan & Georgiou (2013) en donde se abordan los temas de interacciones entre humanos y robots en terapias y diagnóstico del autismo y con lo cual se determinaron los requerimientos de diseño.

*¿Cómo se puede aprovechar alguna metodología de diseño para la integración del NAO en el diagnóstico del autismo?*

Para responder esta pregunta se estableció que era necesario "Determinar cómo se puede aprovechar alguna metodología de diseño para la integración del NAO en el diagnóstico del autismo". Hoy en día, el diseño puede aplicarse a sistemas intangibles, es decir, que no está limitado solo a los objetos, extendiendo el pensamiento de diseño a la resolución de problemas en cualquier campo. (*IDEO Design Thinking | IDEO | Design Thinking*, 2020; Rosas et al., 2018). Por lo cual se siguió la metodología del Design Thinking, en donde por medio de una investigación documental basada en evidencia se obtienen una idea general y un marco de referencia amplio acerca de la situación del autismo en México, con lo cual se detectan y analizan una diversidad de problemas y oportunidades a los cuales se le buscan potenciales soluciones. Siguiendo un enfoque de lo general a lo específico se continúa con el análisis de los problemas y soluciones potenciales para la posterior selección de uno solo. Ya definidos, se desarrolla la solución específica a detalle, retomando y detallando herramientas previamente utilizadas y generando nuevas. Finalmente se realizan pruebas y mediciones implementando la solución en un ambiente controlado o no dependiendo de los requerimientos del proyecto. El Design Thinking es una metodología de diseño iterativa, centrada en el usuario y que se enfoca en la resolución de problemas por medio de estrategias creativas. Consta de cinco fases donde se empatiza, define, idea, prototipa y se realizan pruebas de una o varias ideas para encontrar soluciones óptimas desde un punto de vista del diseño (*Design Thinking En Español*, 2020).

*¿Cómo se puede aprovechar alguna metodología médica para la integración del NAO en el diagnóstico del autismo?*

Para generar más confianza se pensó en encontrar una herramienta o metodología médica para hacer uso de los resultados de la investigación desde un punto de vista clínico, por lo que se optó por la elaboración de una guía o protocolo que indicara de manera clara y precisa los parámetros y procedimientos que se deben de llevar a cabo. Seguir los lineamientos de elaboración de una guía de práctica clínica o de un protocolo, podrían aumentar la confianza en la implementación, para esto se realizó una investigación documental en donde se encontraron documentos como la “Metodología Para La Elaboración De Guías De Atención Y Protocolos.” (Lopez et al., 2007), la “Guía para la elaboración de protocolos” (Sánchez Ancha et al., 2009) y la “Guía clínica de Metodología de elaboración de Guías de Práctica Clínica” (Rotaecche del Campo & Iturbe, 2020). Se optó por realizar un protocolo debido que están enfocados en la planeación y la aplicación de manera práctica y se utilizó la “Guía para la elaboración de protocolos” de la Sánchez Ancha et al. (2009) como base para su desarrollo

### ***Objetivos de diseño cumplidos***

Los objetivos de diseño surgen como respuesta de la tercer y cuarta pregunta del proyecto en los que se establece que era necesario “Determinar cómo se puede aprovechar alguna metodología de diseño para la integración del NAO en el diagnóstico del autismo” y “Determinar cómo se puede utilizar alguna metodología médica para la integración del NAO en el diagnóstico del autismo” en donde por medio de la utilización de la metodología de diseño ya mencionada “Design Thinking” se generaron los siguientes objetivos de diseño.

*Diseñar un sistema para integrar al robot NAO como herramienta en el diagnóstico del autismo.*

Por medio de las referencias de las investigaciones de Petric (2014) se logró idear el diseño de un sistema de implementación del robot NAO como herramienta de diagnóstico del autismo basado en los instrumentos de diagnóstico PDA y ADOS-2. La fase de pruebas considerada en la metodología de diseño se pospuso para un proyecto posterior debido a razones ya mencionadas relacionadas con el COVID-19 por lo que se utilizaron datos no reales para representar los procesos finales de la metodología.

*Desarrollar un protocolo de implementación del robot social NAO como herramienta en el diagnóstico del autismo*

Debido a que es necesario generar datos reales para su análisis, se desarrolló un protocolo de implementación utilizando las 22 tareas indicadas en las PDA a las cuales se les añadió soporte por medio de la digitalización del llenado y medición de los datos.

*Desarrollar un método para determinar el nivel de confianza al utilizar un robot NAO como herramienta en el diagnóstico del autismo.*

Con la elaboración del protocolo se propone una homologación de procedimientos con los cuales, por medio de la obtención del nivel de concordancia de los resultados de un terapeuta especialista y los resultados sugeridos por las observaciones de un robot NAO utilizando misma codificación que usa el instrumento de diagnóstico PDA para cuantificar el análisis de las BSP y SSP y compararlas por medio de una utilizando el análisis de IRR con el Kappa de Cohen, lo que ayudaría medir el nivel de confianza.

Según la documentación se ha visto que la cuantificación de las señales del comportamiento es posible y que si el sistema se desarrolla correctamente es posible lograr una sistematización de los datos de diagnóstico, lo que podría ayudar a disminuir la carga de trabajo

de los terapeutas y aumentar el alcance de la población a atender y la calidad de los diagnósticos del autismo. Se espera que un día se incremente el nivel de confianza en los resultados del diagnóstico del autismo, disminuyendo la variabilidad de estos y aumentando la confiabilidad entre evaluadores mientras que se reduce el requerimiento de un alto nivel especialización requerido de un especialista en autismo.

### *Tareas pendientes*

El proyecto aquí presentado, solo se enfoca en una parte de la sesión del diagnóstico, es importante considerar ampliar el número de tareas en las cuales incluir al robot, pero también, considerar las implicaciones de su inclusión en la terapia del autismo una vez hecho el diagnóstico. El campo de acción y el desconocimiento aún es muy amplio cuando se considera este trastorno.

### *Hallazgos encontrados*

Uno de los hallazgos más interesantes durante el desarrollo de este trabajo, es el de la prevalencia de especialista para el tratamiento del autismo en México, no solo no hay estudios de prevalencia del autismo en el país, tampoco hay estudios de prevalencia de especialistas capacitados para el tratamiento del autismo. Una pequeña investigación basada en datos de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2020) muestra que del 2015 a la fecha, solo ha habido 1396 en psicólogos de licenciatura y de posgrado graduados enfocados en el desarrollo humano o infantil, terapia familiar, infantil o cognitivo conductual en México.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albores-Gallo, L., Hernández-Guzmán, L., Díaz-Pichardo, J. A., & Cortes-Hernández, B. (2008). Dificultades en la evaluación y diagnóstico del autismo. Una discusión. *Salud Mental*, 31(1), 37–44.
- American Psychiatric Association. (2013). *DSM-5 and Diagnoses for Children*. 32, 91–93. <http://www.rpsych.ac.uk/pdf/dsm-5-diagnoses-for-children-2.pdf>
- Anderson, C. (2012). *Cognitive Behavioral Therapy and Autism Spectrum Disorders | Interactive Autism Network*. IAN Community Scientific Liaison. [https://iancommunity.org/cs/simons\\_simplex\\_community/cognitive\\_behavioral\\_therapy](https://iancommunity.org/cs/simons_simplex_community/cognitive_behavioral_therapy)
- Asociación Americana de Psiquiatría. (2014). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-5). In *Asociación Americana de Psiquiatría*. <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=m6Wdcfn80DwC&oi=fnd&pg=PR9&q=dsm+iv&ots=P8JjQYCYCn&sig=qldk-PuHbTk32Lk5ochaV04hW7M#v=onepage&q=dsm+iv&f=false>
- Asociación Americana de Psiquiatría. (1995). *DSM-IV - Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*.
- Asociación Americana de Psiquiatría (APA). (2016). Actualización del DSM-5® septiembre 2016. *Manual Diagnóstico y Estadístico de Trastornos Mentales*., 15–21. <https://doi.org/10.1080/07377366.2007.10400110>
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2020). Anuarios Estadísticos de Educación Superior - ANUIES. In <http://www.anuies.mx/>. <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>

- Barroso Ayala, R. del C., & Esquer Sumuano, M. (2017). *Proyecto de Atención a las Personas con Autismo en el Estado de Tamaulipas*. 64.  
[http://archivostransparencia.diftamaulipas.gob.mx/sghsedif/archivos/dplaneacioninnovacion/2017/diciembre/Manual\\_de\\_Modelo\\_Integral\\_de\\_Atencion\\_Al\\_TEA\\_Tamaulipas.pdf](http://archivostransparencia.diftamaulipas.gob.mx/sghsedif/archivos/dplaneacioninnovacion/2017/diciembre/Manual_de_Modelo_Integral_de_Atencion_Al_TEA_Tamaulipas.pdf)
- Callback (informática) - Wikipedia, la enciclopedia libre. (2020). *Callback (informática)* - Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Callback\\_\(informática\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Callback_(informática))
- Calvo, R., Carreres, A., Escorsell, À., & Hervàs, A. (2019). *Los Trastornos del Espectro Autista y su tratamiento. Documento de Posición del Consejo de Colegios de Médicos de Cataluña*.  
[http://www.autismo.org.es/sites/default/files/documentoposiciontea\\_consejocolegiosmedicos\\_cataluna.pdf](http://www.autismo.org.es/sites/default/files/documentoposiciontea_consejocolegiosmedicos_cataluna.pdf)
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC. (2016a). *Evaluación y diagnóstico / Trastornos del espectro autista / NCBDDD / CDC*. <https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/autism/screening.html>
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC. (2016b). *Signos y síntomas / Trastornos del espectro autista / NCBDDD / CDC*. <https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/autism/signs.html>
- Chandrashekar, P. (2018). Do mental health mobile apps work: evidence and recommendations for designing high-efficacy mental health mobile apps. *MHealth*, 4, 6–6.  
<https://doi.org/10.21037/mhealth.2018.03.02>
- Cifuentes Tarazona, L. Y. C. (2018). *AMBIENTE DE APRENDIZAJE PARA NIÑOS CON AUTISMO*. *September*, 160–164.
- Colombo, M. (2018). ABA en el tratamiento del autismo. *Psyciencia*, 1–17.

- <https://www.psyciencia.com/wp-content/uploads/2018/02/aba-tratamiento-autismo.pdf>
- Cully, J. A., & Teten, A. L. (2008). *Therapists\_Guide\_To\_Brief\_Cbtmanual*.  
[https://depts.washington.edu/dbpeds/therapists\\_guide\\_to\\_brief\\_cbtmanual.pdf](https://depts.washington.edu/dbpeds/therapists_guide_to_brief_cbtmanual.pdf)
- Design Thinking en Español*. (2020). <http://www.designthinking.es/inicio/index.php>
- Díaz, A. (2021). *Autismo: prevalencia en niños en países seleccionados 2021 | Statista*.  
<https://es.statista.com/estadisticas/1225748/prevalencia-del-autismo-en-ninos-en-paises-seleccionados-del-mundo/#statisticContainer>
- Esquer Sumuano, M. (2014). *PDA - Prueba para el Diagnostico del Autismo*.
- Esteban, P. G., Baxter, P., Belpaeme, T., Billing, E., Cai, H., Cao, H. L., Coeckelbergh, M., Costescu, C., David, D., De Beir, A., Fang, Y., Ju, Z., Kennedy, J., Liu, H., Mazel, A., Pandey, A., Richardson, K., Senft, E., Thill, S., ... Ziemke, T. (2017). How to build a supervised autonomous system for robot-enhanced therapy for children with autism spectrum disorder. *Paladyn*, 8(1), 18–38. <https://doi.org/10.1515/pjbr-2017-0002>
- Fombonne, E., Marcin, C., Manero, A. C., Bruno, R., Diaz, C., Villalobos, M., Ramsay, K., & Nealy, B. (2016). Prevalence of Autism Spectrum Disorders in Guanajuato, Mexico: The Leon survey. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(5), 1669–1685. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-2696-6>
- Garrido, L. (2018). Robot Nao: una terapia para niños con trastornos de neurodesarrollo. *Https://Transferencia.Tec.Mx*. <https://transferencia.tec.mx/2018/04/08/robot-nao-una-terapia-para-ninos-con-trastornos-de-neurodesarrollo/>
- Ghorbandaei Pour, A., Taheri, A., Alemi, M., & Meghdari, A. (2018). Human–Robot Facial Expression Reciprocal Interaction Platform: Case Studies on Children with Autism. *International Journal of Social Robotics*, 10(2), 179–198. <https://doi.org/10.1007/s12369->

017-0461-4

Glenn, S. (2016). *Inter-rater Reliability IRR: Definition, Calculation - Statistics How To*.

<https://www.statisticshowto.com/inter-rater-reliability/>

Gonzalez, Z. (2019). *Desarrollo de conductas de participación activa en hábitos escolares de alumno con diagnóstico del trastorno del espectro autista*.

Grande, T. L. (2015). (78) *Calculating and Interpreting Cohen's Kappa in Excel - YouTube*.

<https://www.youtube.com/watch?v=AfgFyzGGlto>

Guzmán, G., Putrino, N., Martínez, F., & Quiroz, N. (2017). Nuevas tecnologías: Puentes de comunicación en el trastorno del espectro autista (TEA). *Terapia Psicológica*, 35(3), 247–258. <https://doi.org/10.4067/S0718-48082017000300247>

Ham, N. (2011). *Introduction to robotics*. [https://doi.org/10.1016/0005-1098\(86\)90074-9](https://doi.org/10.1016/0005-1098(86)90074-9)

Hardy, C., Jan, O., Newman, J., & Cooper, S. (2003). Autism and ICT: A guide for teachers and parents. In *Computers and Education* (Vol. 40, Issue 1, pp. 95–96). [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(02\)00096-9](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(02)00096-9)

Heinze-Martin, G., Olmedo-Canchola, V. H., Bazán-Miranda, G., Bernard-Fuentes, N. A., & Guízar-Sánchez, D. P. (2018). Los médicos especialistas en México. *Gaceta de México*, 154(3), 342–351. <https://doi.org/10.24875/gmm.18003770>

How is ADOS (Autism Diagnostic Observation Schedule) Used to Identify ASD. (2020). *How is ADOS (Autism Diagnostic Observation Schedule) Used to Identify ASD*.

<https://www.appliedbehavioranalysis.edu/>

<https://www.appliedbehavioranalysis.edu/how-is-ados-autism-diagnostic-observation-schedule-used-to-identify-asd/>

*IDEO Design Thinking | IDEO | Design Thinking*. (2020). <https://designthinking.ideo.com/>

- INEGI. (2019). *Comunicado De Prensa 201 / 19 29 De Abril De 2019 “ Estadísticas a Propósito Del Día Del Niño ( 30 De Abril ) .”* 1–10.  
[https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2019/nino2019\\_Nal.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2019/nino2019_Nal.pdf)
- Journey Map | Service Design Tools.* (2020). <https://servicedesigntools.org/tools/journey-map>
- Kobak, K. A., Mundt, J. C., & Kennard, B. (2015). Integrating technology into cognitive behavior therapy for adolescent depression: A pilot study. *Annals of General Psychiatry, 14*(1), 1–10.  
<https://doi.org/10.1186/s12991-015-0077-8>
- Lilia Mestas, H., Gordillo León, F., Castillo-Parra, G., & Escotto Córdova, A. E. (2016). *DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LOS TRASTORNOS DEL ESPECTRO AUTISTA: EYE-TRAKING E INTEGRACIÓN SENSORIAL.* *15*(1), 93–110.
- Lopez, A., Garita, C., Clark, I., Angulo, J. M., Alvarado, M. D. L. A., Chacón, P., Moya, R., Alvarez, R., Garcia, V., & Obando, Y. (2007). Metodología Para La Elaboración De Guías De Atención Y Protocolos. *San José, Costa Rica,* 1–43.  
<http://www.binasss.sa.cr/libros/metodologia07.pdf>
- López Rascón, J. A. (2014). *PROTOTIPO DE SISTEMA DE TERAPIA DE APRENDIZAJE PARA NIÑOS AUTISTAS DE PRIMER Y SEGUNDO GRADO UTILIZANDO TECNOLOGÍA MÓVIL (REMEMBER FOR YOU).*
- Lord, C., Risi, S., Lambrecht, L., Cook, E., Leventhal, B., DiLavore, P., Pickles, A., & Rutter, M. (2000). The Autism Diagnostic Observation Schedule—Generic: A Standard Measure of Social and Communication Deficits Associated with the Spectrum of Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 30*(3), 205–223. <https://doi.org/10.1023/A>
- Lord, C., Rutter, M., DiLavore, P. C., Risi, S., Gotham, K., & Bishop, S. L. (2015). *ADOS-2. Escala de Observación para el Diagnóstico del Autismo.* 1–28.

- [http://www.web.teaediciones.com/Ejemplos/ADOS-2\\_extractoWEB.pdf](http://www.web.teaediciones.com/Ejemplos/ADOS-2_extractoWEB.pdf)
- Lord, C., Rutter, M., Risi, S., Gotham, K., Lord, C., & Luque, T. (2015). *Escala de Observación para el Diagnóstico del Autismo-2*.
- Manner, M. D. (2015). Using small humanoid robots to detect autism in toddlers. *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence, 2015-Janua(Ijcai)*, 4383–4384.
- Martins, A. (2017). *Cómo logra este robot que un niño autista mire a los ojos - BBC News Mundo*. BBC Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-41096736>
- Min Shum, Y. (2018). *Las Herramientas Digitales básicas y necesarias para los Community Managers*. <https://Yiminshum.Com>. <https://yiminshum.com/las-herramientas-digitales-basicas-necesarias-community-manager/>
- Morin, A. (2019). *The 7 Best Mental Health Apps of 2019*. <https://Www.Verywellmind.Com/>. <https://www.verywellmind.com/best-mental-health-apps-4692902>
- NAOqi Framework — NAO Software 1.14.5 documentation. (2013). *NAOqi Framework — NAO Software 1.14.5 documentation*. <http://Doc.Aldebaran.Com/>. <http://doc.aldebaran.com/1-14/dev/naoqi/index.html#modules>
- Narayanan, S., & Georgiou, P. G. (2013). Behavioral Signal Processing: Deriving Human Behavioral Informatics From Speech and Language: Computational techniques are presented to analyze and model expressed and perceived human behavior-variedly characterized as typical, atypical, distressed, and d. *Proceedings of the IEEE. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 101(5)*, 1203–1233. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2012.2236291>
- NIH: Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano. (2020). Trastorno del espectro autista. <https://Medlineplus.Gov/>, 26(1), 7–14. <https://doi.org/10.1016/j.psqi.2019.02.001>
- Nilo Mitra, E., Lafon, Y., & W3C. (2007). *SOAP Version 1.2 Part 0: Primer (Second Edition)*.

<https://www.w3.org/TR/2007/REC-soap12-part0-20070427/>

Nora, E. (n.d.). *METODOLOGÍA Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad Nacional de San Juan*. 19. [http://www.faud.unsj.edu.ar/descargas/blogs/apuntes-de-ctedramtodos-y-estrategias-de-diseo\\_Metodos y Estrategias de Diseño.pdf](http://www.faud.unsj.edu.ar/descargas/blogs/apuntes-de-ctedramtodos-y-estrategias-de-diseo_Metodos_y_Estrategias_de_Diseño.pdf)

Ntaountaki, P., Lorentzou, G., Lykothanasi, A., Anagnostopoulou, P., Alexandropoulou, V., & Drigas, A. (2019). Robotics in Autism Intervention. *International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT (IJES)*, 7(4), 4. <https://doi.org/10.3991/ijes.v7i4.11448>

OMS. (2018). *Trastornos del espectro autista*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>

OpenCourseWare; Universidad de Murcia. (2011). *Instrumentos para evaluación del autismo y síndrome de Asperger* (pp. 1–15). <http://ocw.um.es/cc.-sociales/trastornos-del-desarrollo-y-logopedia/lectura-obligatoria-1/tema7.pdf>

Orellana Ayala, C. E. (2016). *¿Por qué los pediatras no diagnostican el autismo?* - *Autismo Diario*. <https://autismodiario.org>. <https://autismodiario.org/2016/05/20/los-pediatras-no-diagnostican-autismo/>

Orellana Ayala, C. E. (2018). *¿Quién debe dar el diagnóstico de autismo?* - *Autismo Diario*. <https://autismodiario.org>. <https://autismodiario.org/2017/04/04/quien-dar-diagnostico-autismo/>

Patel, V. B., Preedy, V. R., & Martin, C. R. (2014). Comprehensive Guide to Autism. In *Springer Science+Business Media New York 2014*. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4788-7\\_165](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4788-7_165)

Pérez Heredia, D. (2019). *TIC TEA: Herramientas tecnológicas para la inclusión autista*. <https://Revistadigital.Inesem.Es>. <https://revistadigital.inesem.es/educacion-sociedad/tic-tea->

herramientas-autismo/

Petric, F. (2014). Robotic Autism Spectrum Disorder Diagnostic Protocol : Basis for Cognitive and Interactive Robotic Systems. *Online*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Robotic-Autism-Spectrum-Disorder-Diagnostic-%3A-Basis-Petric/6632ecc0fcad843d585e14bbba3ac6800550aab7>

Petrić, F., Hrvatinić, K., Babić, A., Malovan, L., Miklić, D., Kovačić, Z., Capanec, M., Stošić, J., & Šimleša, S. (2014). Four tasks of a robot-assisted autism spectrum disorder diagnostic protocol: First clinical tests. *Proceedings of the 4th IEEE Global Humanitarian Technology Conference, GHTC 2014, October*, 510–517. <https://doi.org/10.1109/GHTC.2014.6970331>

Piñeros Ortiz, S. E., & Toro Herrera, S. M. (2012). Conceptos generales sobre ABA en niños con trastorno del espectro autista. *Revista de La Facultad de Medicina*, 60(1), 60–66. <http://revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/31237%0Ahttp://www.bdigital.unal.edu.co/31919/>

Prevalencia del autismo en México en 2016: 1 de cada 115 niños. (2016). *Prevalencia del autismo en México en 2016: 1 de cada 115 niños | Aprendde*. Aprendde.Com. <http://www.aprendde.com/blog/prevalencia-del-autismo-en-mexico-en-2016-1-de-cada-115-ninos/>

Primero, G., & Moriana, J. A. (2011). *TRATAMIENTOS CON APOYO EMPÍRICO. UNA APROXIMACIÓN A SUS VENTAJAS, LIMITACIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA*.

RAE. (2021). *guía | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE*. <https://dle.rae.es/guía>

Reyes, M. E., Meza, I. V., & Pineda, L. A. (2019). Robotics facial expression of anger in collaborative human–robot interaction. *International Journal of Advanced Robotic Systems*,

16(1), 1–13. <https://doi.org/10.1177/1729881418817972>

Rodríguez Vite, H. (2014). *Ambientes de Aprendizaje*. Ciencia Huasteca Boletín Científico de La

Escuela Superior de Huejutla. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/huejutla/n4/e1.html>

Rosas, G., Ruíz, S., de León, A., Martínez, N., & Cantú, M. (2018). *Manual de Design Thinking*. 48.

Rotaeché del Campo, R., & Iturbe, A. G. (2020). *Guía clínica de Metodología de elaboración de*

*Guías de Práctica Clínica*. <https://www.fisterra.com/guias-clinicas/metodologia-elaboracion-diseno-gpc-planificacion/>

Sánchez Ancha, Y., González Mesa, F. J., Molina Mérida, O., & García Guil, M. (2009). Guía para la elaboración de protocolos. *Biblioteca Lascasas*.

Scassellati, B. (2007). How social robots will help us to diagnose, treat, and understand autism.

*Springer Tracts in Advanced Robotics*, 28. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-48113-3\\_47](https://doi.org/10.1007/978-3-540-48113-3_47)

Science, J. M. E. C. for C. D. and C. (2014). Tratamientos para los niños con trastorno del espectro

autista. *Effective Health Care Program*, 16.

<http://www.effectivehealthcare.ahrq.gov/ehc/products/544/2014/Autism-Update-Spanish-141203.pdf>

Scoglio, A. A., Reilly, E. D., Gorman, J. A., & Drebing, C. E. (2019). Use of Social Robots in

Mental Health and Well-Being Research: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 21(7), e13322. <https://doi.org/10.2196/13322>

Shamsuddin, S., Yussof, H., Ismail, L. I., Mohamed, S., Hanapiah, F. A., & Zahari, N. I. (2012).

Humanoid robot NAO interacting with autistic children of moderately impaired intelligence to augment communication skills. *Procedia Engineering*, 41(Iris), 1533–1538. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.346>

- Sosa Compean, L. (2010). Métodos y técnicas de diseño. *Contexto: Revista de La Facultad de Arquitectura Universidad Autónoma de Nuevo León*, 4, 50–54.
- Tapus, A., Peca, A., Aly, A., Pop, C., Jisa, L., Pintea, S., Rusu, A. S., & David, D. O. (2012). Children with autism social engagement in interaction with Nao, an imitative robot: A series of single case experiments. *Interaction Studies Interaction Studies Social Behaviour and Communication in Biological and Artificial Systems*, 13(3), 315–347.  
<https://doi.org/10.1075/is.13.3.01tap>
- Threads procesos y cómo estos afectan la seguridad de un sistema (explicado de forma que lo Entiendas). (2014). *Threads, procesos y cómo estos afectan la seguridad de un sistema (explicado de forma que lo entiendas) |*. [Https://Debianhackers.Net/](https://Debianhackers.Net/).  
<https://debianhackers.net/threads-procesos-y-como-estos-afectan-la-seguridad-de-un-sistema-explicado-de-forma-que-lo-entiendas/>
- Towle, P. O., & Patrick, P. A. (2016). Autism Spectrum Disorder Screening Instruments for Very Young Children: A Systematic Review. *Autism Research and Treatment*, 2016, 1–29.  
<https://doi.org/10.1155/2016/4624829>
- Truschel, J. (2019). *Top 25 Mental Health Apps for 2019: An Alternative to Therapy?*  
[Https://Www.Psycom.Net/](https://www.Psycom.Net/). <https://www.psycom.net/25-best-mental-health-apps>
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2013). *Diseño y desarrollo de productos | Quinta edición*.
- Vanderbilt University. (2013). *Humanoid robot helps teach children with autism*. ScienceDaily.  
 Vanderbilt University. (2013, March 20). Humanoid robot helps teach children with autism. ScienceDaily. Retrieved September 23, 2019 from [www.sciencedaily.com/releases/2013/03/130320155253.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2013/03/130320155253.htm)
- Vega, M. (2018). *Robots NAO ayudarán a las terapias de los niños con autismo*.

<https://www.unocero.com/ciencia/robots-nao-ayudaran-a-las-terapias-de-los-ninos-con-autismo/>

Wolters, L. H., de Beek, V. O., Weidle, B., & Skokauskas, N. (2017). How can technology enhance cognitive behavioral therapy: The case of pediatric obsessive compulsive disorder. *BMC Psychiatry*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12888-017-1377-0>

Zaiontz, C. (2021). *Cohen's Kappa Statistic - Statistics How To*. <https://www.statisticshowto.com/cohens-kappa-statistic/>

## **ANEXOS**

**Protocolo de Implementación del Robot Social Como Herramienta en el Diagnóstico del Trastorno del Espectro Autista (PIRSH-D-TEA).**

<https://dramzii.com/Autismo/ANEXOS/Protocolo - PIRSH-D-TEA.pdf>

**Propuesta de interfaz**

<https://dramzii.com/Autismo/ANEXOS/>

## Comentario de especialista

La sintomatología del trastorno del espectro autista es variable en cada paciente y en algunas ocasiones es necesario replicar la batería de diagnóstico para cerciorarnos si la sintomatología está presente o no. Esta propuesta es una gran ayuda para la labor terapéutica y poder brindar una atención oportuna y personalizada a las necesidades del paciente.

Es por ello que el protocolo de implementación por medio del robot Nao como herramienta en el diagnóstico por parte del Lic. Pablo Gutiérrez es un proyecto viable, ya que en mi experiencia como terapeuta se requiere una tercera partida que realice bajo rigor científico una validación del proceso diagnóstico ante las sospechas sintomatológicas del trastorno del espectro autista.

Mtra. Zulema Moraima González Aguilar

Maestría en Psicología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Posgrado en Autismo y Ciencias de Comportamiento, George Brown College,  
Toronto, Ontario, Canadá

Especialista en Neurodesarrollo y Estimulación Temprana, Universidad  
Cuauhtémoc, Santiago de Querétaro, Querétaro, México

Licenciada en Educación Preescolar, CENEVAL

Licenciada en Educación, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Cel. 656 638 52 26

zulema.moraima@gmail.com

