

**PROTOTIPO TECNOLÓGICO BASADO EN REALIDAD VIRTUAL COMO  
HERRAMIENTA TERAPÉUTICA PARA LA INTERACCIÓN SOCIAL DE  
ADOLESCENTES CON SÍNDROME DE ASPERGER**

**LUIS GUILLERMO RAMÍREZ SEMECO**

**Proyecto final de Maestría  
Modalidad de Profundización**

**Tutor  
William Ricardo Rodríguez Dueñas  
Profesor asociado de carrera EMCS**



**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO  
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA  
BOGOTÁ D.C  
2020**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme encontrarme hoy aquí haciendo lo que hago y viviendo lo que vivo.

A mis padres y hermanos sin los cuales nunca habría sido quien soy, me dieron todo lo que pudieron, pero sobre todo me dieron el hábito de trabajar y jamás rendirme así pierda en el proceso. Yo estoy lejos pero no ausente.

A mi hija Lucia Daniela ("*Dani*"), ella el alma de mi conciencia quién llegó a mi vida cuando más la necesitaba, y me enseñó que el amor es real.

A mi hijo Guillermo Ignacio ("*Compadre*"), la versión bonita de mí, una persona cuyo mayor valor es ser quien es, yo no sería capaz de cambiarle nada, él me enseñó a ir más allá de lo que jamás habría pensado.

Esta es mi herencia para mis hijos: Sueñen y háganlo no dejen que les digan que no pueden, y si se los dicen sigan trabajando para demostrarse a sí mismos que los demás estaban equivocados. Lo mejor de mí queda en ustedes...

A mi país Venezuela. Tal vez yo no logre verlo, pero sé que un día todo va a ser mejor, y nosotros tu gente, debemos dar lo mejor que tengamos desde donde estemos para hacerte emerger de las cenizas. No pierdas la fe NUNCA, mis recuerdos, mis memorias y la mitad de mi vida están en mi pueblo, pienso en tiempos mejores y así sigo adelante.

A mi querida Colombia, de quien me enamoré irremediablemente, creo en ti, eres grande y no me alcanzará la vida para agradecerte el permitirme empezar una y otra vez, el ver a mis hijos vivir y crecer en un país que les dio una mejor oportunidad, un lugar en donde encontré un camino muy distinto al que traía de mi tierra, y que me ha costado con creces el haberlo tomado, pero que terminó siendo mi propósito en la vida. No he nacido aquí, pero te quiero como si lo hubiese hecho, hago mi mejor esfuerzo para ser digno de ti y tu hospitalidad. ¡Mil veces gracias!

A mi Universidad del Rosario, me regalaste 2 años de experiencias y de gente maravillosa, mis colegas y profesores. He reído, llorado y me obstinado. Ana Maria (Anita), Laura ("mamá"), Andrea, Javier, Simón, Mijaíl, Luis (Jordi), Carlos, Alfredo a ustedes gracias por hacerme sentir en casa, ¡de todos me llevo un aprendizaje! Gracias Escuela de Medicina del Rosario y Escuela de Ingeniería Julio Garavito. Profesores de todas las materias, ha sido un viaje interesante e inolvidable.

Al Dr. William Ricardo Rodríguez mi tutor, gracias por creer en mí y en mi proyecto.

A quiénes ya no están,

A quién creyó y a quién dudó,

A quiénes decidieron dejarlo así,

*Y a lo que me espera...*

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVOS .....	22
2.1. General.....	22
2.2. Específicos .....	22
3. METODOLOGÍA.....	23
4. RESULTADOS .....	30
5. DISCUSIÓN.....	45
6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	47
7. CONCLUSIONES .....	48
REFERENCIAS .....	50
ANEXOS.....	54

## 1. INTRODUCCIÓN

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es una disfunción en el neurodesarrollo, caracterizada por una alteración de las interacciones sociales recíprocas, alteración de la comunicación verbal y no verbal, actividad imaginativa empobrecida y un repertorio de actividades e intereses característicamente restringidos. Afecta principalmente al sexo masculino en una razón de 4 a 1 [1].

Desde la Etimología, el término Autismo viene del griego “Autós” que significa “Propio, uno mismo” lo que describe al individuo como alguien que esta con sí mismo, en sus propios intereses, de forma excesiva, al punto que puede llegar a demostrar un marcado desinterés por lo que le rodea [2]. Sus primeros signos se manifiestan entre los 2 o 3 años de vida, y al momento no se ha podido establecer una causa precisa, de manera que es clínicamente considerado un trastorno plurietiológico en el que convergen varios factores que favorecen la aparición de este desorden del neurodesarrollo, y que acompañan a la persona durante todo su ciclo de vida. La genética es importante para explicar el origen del TEA, su diversidad clínica refleja la compleja implicación de distintos genes y las interacciones entre los genes y el entorno. Solo en el 10% de los casos de TEA se puede identificar una causa específica. [3].

Desde temprana edad, las personas con TEA manifiestan conductas particulares como: poco contacto visual, acciones repetitivas, movimientos estereotipados, balanceos, fijación obsesiva en alguna actividad u objeto, y en algunos casos muy severos pueden registrar conductas agresivas hacia sí mismo u otros. Estas conductas varían entre los individuos y su intensidad está relacionada con los niveles de estimulación que podrían estar registrando. En la figura 1 se observa a un niño colocando objetos en torres lo cual es un “juego” característico en la condición, y en la figura 2 un niño con diagnóstico de TEA manifestando estereotipias.



*Figura 1. Niño autista realizando acciones repetitivas. Tomado de [4].*



*Figura 2. Niño con diagnóstico de autismo, manifestando estereotipias. Tomado de archivo personal – Con permiso parental.*

Datos epidemiológicos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), estiman una incidencia global del TEA de 1 por cada 160 personas con esta condición en el mundo. Sin embargo, estudios bien controlados han reportado tasas que son sustancialmente más altas, siendo la prevalencia del TEA en muchos países de bajos y medios ingresos todavía desconocida. Durante los últimos 50 años estudios epidemiológicos han indicado que la prevalencia del TEA en el mundo parece estar aumentando, y esto puede deberse a diferentes factores como la ampliación del criterio y mejoras en las herramientas para el diagnóstico [5].

En el caso particular de Colombia, no existen aproximaciones recientes sobre las personas que padecen la condición. No obstante, en el año 2005 el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en el censo efectuado para ese año, estableció un registro de personas con discapacidad que ascendió a 2.624.898, es decir el 6.3% de los ciudadanos del país, siendo esta cantidad más alta que la población de ciudades como Medellín. Sin embargo, no discrimina el tipo de condición que presentaban estos ciudadanos, y esta cifra fue reflejada en el Informe Regional Sobre la Medición de la Discapacidad presentado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en el año 2014 [6].

Aunque su aparición fue evidente desde mucho antes, algunos de sus primeros registros formales datan de la primera década del siglo XX. El doctor Eugen Bleuler en 1911 utilizó el término autista para describir a sus pacientes esquizofrénicos, que según indicó se habían retirado del mundo que les rodeaba [7]. Más tarde en 1925 la doctora Grunya Efimovna Sukhareva, una Psiquiatra Ucraniana publicó en una de las pocas revistas científicas, especializadas en trastornos neuronales y salud mental de la época los primeros rasgos autistas observados en un grupo reducido de pacientes pediátricos a los que se les

hizo seguimiento durante 2 años. Al principio el trastorno fue denominado como una “Psicopatía Esquizoide” pero más tarde fue cambiado a “Psicopatología Autística” [8]. Entre los aspectos que señalaba la doctora Sukhareva en el síndrome se resaltan los siguientes:

- Comportamiento impulsivo y extraño
- Hablan sin parar o hacen preguntas absurdas
- Vida afectiva plana
- Apariencia extraña
- Tendencia hacia la abstracción y la esquematización
- Ausencia de expresividad facial
- Movimientos superfluos Sincinesia (movimientos involuntarios e inconscientes)
- Dificultad para adaptación a otros niños
- Susceptibles a ser ridiculizados por sus compañeros
- Bajo estatus social



*Figura 3. Retrato “El niño salvaje de Aveyron”, Francia, visto por primera vez en 1799, es un caso histórico de posible autismo en la historia. Tomado de [9].*

Posteriormente, para 1943, el doctor Leo Kanner, psiquiatra infantil estadounidense, hizo estudios en 11 niños los cuales se caracterizaban por tener dificultades en las interacciones sociales, así como para adaptarse a los cambios de rutina, memoria, sensibilidad a los estímulos (en especial los sonidos), resistencia y hasta alergias a algunos alimentos, ecolalia, pero aun así registraban en general un buen potencial intelectual. Casi a la par en 1944, y en uno de los más conocidos hitos médicos en la investigación sobre el autismo, el doctor Hans Asperger estudió un grupo de niños y se dio cuenta que sus hijos tenían características concordantes con las descritas por Kanner. Sin embargo, estos niños no presentaban ecolalia como problemas lingüísticos, sino que más bien hablaban como adultos. También hizo mención sobre algunas evidencias de torpezas y presentaban diferencias en habilidades motoras finas respecto a niños de desarrollo normal [9].

Más tarde, Bruno Bettelheim, estudió el efecto de 3 sesiones de terapias con niños a los que denominó autistas. Bettelheim luego afirmó que el problema de los niños se derivaba

de la frialdad de sus madres, motivo por el cual separó a los niños de sus padres. Posteriormente Bettelheim y Kernner se dedicarían a formular la hipótesis que demostrarían que los niños autistas tenían madres frías [10].

Ante estos estudios de Bettelheim, el psicólogo Bernard Rimland quién era padre de un niño autista rechazó tal hipótesis, de manera que no estuvo de acuerdo con que la causa del autismo de su hijo fuese la manera de crianza de él o su esposa. Para 1964 el doctor Rimland publicó un trabajo de investigación titulado: "*Infantile Autism: The Syndrome and its Implications for a Neural Theory of Behavior*" [11].

En la década de los 70's "*The Erica Foundation*" una organización sueca dedicada al desarrollo de la investigación y la educación de niños y adolescentes con diferentes tipos de dificultades, comenzó a trabajar con la educación y la terapia de niños psicóticos a principio de los años 80's, para ese momento muchos padres confundían al autismo con retraso mental o psicosis. Fue en esa década de los 80's que el trabajo de Asperger fue traducido al inglés y publicado generando así conocimiento.

A partir de esta época, la investigación sobre el autismo ganó impulso. Se creía cada vez más que la crianza en los hijos no tenía ningún papel en la causa del autismo y que más bien se debían a trastornos neurológicos y otras enfermedades genéticas como la esclerosis tuberosa, trastornos metabólicos o anomalías cromosómicas como el síndrome del X frágil.

Lorna Wing junto a Christofer Gilberg en el centro sueco *Children's Neuro -Psychiatric Clinic*, encontraron la denominada "La Triada de Wing" la cual refiere 3 principales deficiencias características de las personas con TEA como los son: Trastorno en la reciprocidad social, trastorno en la comunicación verbal y no verbal, así como un empobrecimiento o ausencia de la capacidad imaginativa y simbólica [12].

Más recientemente, Ole Ivar Lovaas psicólogo Noruego – Estadounidense, estudió y promovió el análisis conductual y el tratamiento de niños con autismo. El doctor Lovaas, llevó a cabo un análisis del comportamiento experimental en niños con diferentes condiciones y discapacidades, este desarrollo estaba dirigido a niños menores de 5 años y en el implementó el tratamiento en el hogar aumentando la intensidad. Esta "guía" busca dar apoyo a padres y maestros para entender cómo abordar el aprendizaje en diferentes actividades de la vida diaria para niños con diferentes discapacidades y como hacer de ellos individuos más independientes. Lovaas escribió: "*Teaching Developmentally Disabled Children: The Me Book*" en 1981 y el año 2003: "*Teaching Individuals With Developmental Delays: Basic Intervention Techniques.*" [13] [14].

A raíz de las investigaciones realizadas por el doctor Hans Asperger en la década de los 40's se clasificó el conocido Síndrome de Asperger, un tipo de autismo en el que los pacientes en general no presentan déficit intelectual, al contrario, sus intereses se orientan hacia temas específicos en los cuales se pueden convertir realmente en expertos. Muchas personas con síndrome de Asperger tienen habilidades cognitivas superiores a la media y son extremadamente talentosas en ciertas áreas. Las áreas de habilidades excepcionales a menudo involucran funciones del hemisferio derecho del cerebro, tales como habilidades con números, matemáticas, computadoras y música [15]. Sin embargo, sus más grandes retos están centrados en su dificultad para relacionarse con otras personas, así como para

entender emociones y demostrar las propias. Estas dificultades sociales pueden afectar sus relaciones en el hogar o el trabajo, en general entornos estructurados pueden ser beneficiosos para que tengan un mejor rendimiento, por lo que, a pesar de poseer buen nivel del vocabulario y académico, muchos de ellos necesitan apoyo para obtener o mantener sus empleos.

Manuales diagnósticos como *Diagnosics and Statistics Manual of Mental Disorders* (DSM) en sus primeras versiones catalogaba al autismo como un tipo de esquizofrenia infantil, el DSM I publicado en 1952 (ver Anexo 1) lo categorizaba como una “reacción esquizofrénica de tipo infantil” [16].

Mientras que la DSM II en 1968 lo describía como una característica propia de la esquizofrenia infantil y enfatizaba: “*La condición puede manifestarse por conducta autista, atípica y aislamiento*”; de igual manera, dejaba ver la posibilidad de la relación entre el retraso mental y el autismo. [17].

Ya en 1980 la DSM III lo categorizó como “autismo infantil”, y se estableció que el paciente debía cumplir 6 condiciones para recibir este diagnóstico (ver Anexo 2). Entre las cuales mencionaba que iniciara antes de los 30 meses de edad, déficit generalizado de receptividad hacia las otras personas (autismo), déficit importante en el desarrollo del lenguaje, lenguaje caracterizado por la ecolalia, resistencia a cambios y asociaciones incoherentes como sucede en la esquizofrenia [18].

Para 1987 una actualización del DSM III (DSM III-R), modificó la denominación y los criterios de la condición, el término autismo infantil se sustituyó por trastorno autista y con ello era catalogado como un desorden, y al ser un desorden se definió como un problema mental [19]. Sin embargo, el término trastorno adolece una falta de significado conceptual. Es por ello por lo que en el DSM IV-TR se mencionó la falta de concreción de “trastorno” [20], por lo cual queda pendiente consensuar una definición coherente con el paradigma hacia donde se van a orientar las nuevas revisiones del DSM [21] [22].

El DSM III-R describió minuciosamente los criterios diagnósticos, y se caracterizó por incluir ejemplos que aclaraban cuando un criterio diagnóstico debía considerarse positivo. Esta versión consideró al autismo como una categoría única, y admitió el diagnóstico de autismo atípico en los casos en donde se evidenciaban criterios claros de autismo pero que no cumplían con todas las características (ver Anexo 3).

En 1994 apareció el DSM IV y el DSM IV-TR en el año 2000, los cuales no plantearon cambios radicales en los criterios diagnósticos entre ellos, si respecto a sus antecesores. Por una parte, se definieron 5 categorías de autismo; trastorno autista, trastorno de Asperger, trastorno de Rett, trastorno degenerativo infantil y trastorno generalizado del desarrollo no especificado, y se adicionó el término trastorno generalizado del desarrollo para englobar los subtipos de autismo [23].

Uno de los aspectos radicalmente modificados fue el criterio diagnóstico respecto al DSM III-R de 16 criterios fue reducido a 6 lo que trajo consigo un incremento en el diagnóstico del autismo (ver Anexo 4).

La más reciente versión del DSM (DSM V -2016), indica que: “A los pacientes con un diagnóstico bien establecido según el DSM-IV de trastorno autista, enfermedad de Asperger o trastorno generalizado del desarrollo no especificado de otro modo, se les aplicará el diagnóstico de trastorno del espectro del autismo “[24]. Además de ello, se describen los niveles de gravedad en TEA (ver Anexo 5).

Las conductas características del autismo varían según cada individuo y en general empiezan a observarse a partir de los 2 años. El diagnóstico temprano es de suma importancia, de manera que desde la niñez el protocolo clínico para el autismo se basa en diferentes controles en Neurología pediátrica, Terapia Ocupacional, Fonoaudiología, Psiquiatría, Psicología y Psicopedagogía, desde las cuales se realizan abordajes especializados a través de técnicas y terapias llevadas a cabo de forma regular. Estas consisten en actividades que estimulan los sentidos y las capacidades verbales y no verbales de comunicación, así como lograr la mayor independencia posible a futuro, esta condición a menudo se trata con un enfoque de equipo multidisciplinar, lo que significa que puede intervenir más de un especialista en el tratamiento de la persona.

Gracias a los avances en las ciencias cognitivas y los trastornos del comportamiento ha sido posible que inclusive en los casos severos las personas con autismo se puedan mantener y recibir apoyo en el ambiente familiar, a diferencia del pasado en el que a falta de conocimientos y técnicas apropiadas muchas de estas personas eran institucionalizadas. Los programas de intervención actuales se orientan a las características particulares que manifiesta el individuo con el diagnóstico, algunos de los tratamientos conductuales que se aplican para la atención de personas con el espectro autista desde el diagnóstico son los siguientes:

ABA (*Applied Behaviour Analysis*), un tipo de intervención que se basa en el análisis del comportamiento para mejorar las conductas inapropiadas que se pueden registrar en la población autista. Se basa en la Teoría del Aprendizaje, y tiene como objetivo mejorar las conductas sociales, la capacidad de comunicación, así como reducir los patrones conductuales estereotipados y repetitivos. Aunque algunos estudios han documentado beneficios en su aplicación a niños y adolescentes, también se han generado debates referentes a conflictos éticos que lo catalogan como muy intensivo. No obstante, las discusiones no son concluyentes y se converge en que la terapia debe en todo caso individualizarse según las características manifestadas en el paciente y las metas definidas [25].

DENVER (*Early Start Denver Model*) el cual es ideal para ser aplicado desde temprana edad específicamente entre los 12 meses y los 2 años. Es un programa con enfoque valioso, que incluye procedimientos de enseñanza para ser llevado a cabo por terapeutas, maestros, padres y cuidadores no solo en el ambiente clínico / terapéutico, sino en el hogar. Este modelo se caracteriza por basarse en los métodos de análisis conductual aplicados en ABA. Es considerada una terapia de aprendizaje de juego basada en el conocimiento que debe tener un niño con desarrollo neurotípico, de manera que se dirige a las áreas en donde un niño con TEA presenta dificultades y comúnmente estas áreas están referidas a la interacción social y la capacidad para generar y mantener relaciones. Algunos estudios se han encargado durante los últimos años de mostrar el impacto y la efectividad de este método en el abordaje terapéutico en niños diagnosticados con TEA, evidenciando mejoras

en las capacidades comunicativas y disminución de algunos comportamientos considerados inadecuados [26].

PECS (*Picture Exchange Communication System*) Basado en la comunicación aumentativa y alternativa, usa imágenes para crear un canal comunicativo para personas con TEA que sean no verbales o aumentar las capacidades de habla en las personas que si pueden hacerlo. Es un método caracterizado en el uso de materiales asequibles, y puede desarrollarse tanto en el contexto clínico como fuera de él. Este tipo de intervenciones basadas en imágenes resultan muy útiles para el desarrollo de habilidades de la vida diaria desde temprana edad.

Batayneh & Khader en 2020 llevaron a cabo una investigación denominada “*Effectiveness of a tooth - brushing programme using the picture exchange communication system (PECS) on gingival health of children with autism spectrum disorders*”. En esta se buscó demostrar la efectividad de la aplicación de este método en el entrenamiento en actividades de la vida diaria en niños diagnosticados con TEA y específicamente en el cepillado de dientes y salud gingival. Este estudio concluyó que, aunque en algunos casos fue calificado el método como difícil, su aplicación resulto beneficiosa y útil para mejorar el hábito de cepillado y por ende la salud gingival de niños diagnosticados con TEA [27].

En la figura 4 se puede apreciar un ejemplo de las imágenes usadas en el estudio mencionado.



Figura 4. Imágenes para cepillado dental. Tomado de [27].

TEACCH (Treatment and Education of Autistic Related Communication Handicapped Children) es un método que tiene un enfoque educativo y terapéutico, que persigue a través de la preparación hacer que las personas con diagnóstico de TEA puedan desarrollarse de una manera más efectiva en entornos laborales y académicos. Entre sus principales características destacan la enseñanza estructurada basada en los estilos de aprendizaje de niños con diagnóstico de TEA y la enseñanza para que los padres puedan aprender a implementar el apoyo de forma individualizada, también trabaja la denominada “Diversión con otros” que persigue la adquisición de habilidades sociales, así como la experimentación de sentimientos positivos con otras personas para mejorar la reciprocidad social [28].

Dentro del TEA las personas con el denominado Síndrome de Asperger reciben desde el diagnóstico terapias que promueven el entrenamiento en habilidades sociales, conductuales y verbales que en general benefician su desenvolvimiento en los diferentes ambientes en donde conviven. Para algunos de ellos son necesarias adaptaciones especiales en su entorno educativo, y algunos otros inclusive son elegibles para recibir apoyo desde la educación especial. El tratamiento se adapta de acuerdo con las necesidades de la persona, buscando siempre construir sobre las fortalezas y fomentar el desarrollo en el área en las que tiene dificultades, su avance y progreso se monitorea y se ajusta según sea necesario para continuar facilitando el desarrollo y éxito.

En la Figura 5 vemos a un niño realizando una actividad terapéutica haciendo uso de juegos para la estimulación táctil, mientras que en la Figura 6 otro niño con TEA realiza una actividad para el reconocimiento de emociones.



*Figura 5. Ejemplo de actividad terapéutica en el Autismo. Tomado de [29].*



*Figura 6. Niño con diagnóstico de TEA en Terapia para reconocimiento de expresiones faciales. Tomado de archivo personal – Con permiso parental.*

La adolescencia es una etapa significativamente compleja en el desarrollo humano desde el punto de vista emocional y físico, no solo para jóvenes con desarrollo neurológico típico sino también para quienes tienen un diagnóstico de Asperger dentro del espectro autista. Las relaciones sociales tienen gran importancia en esta etapa de la vida caracterizada por cambios profundos en los cuales las rutinas sociales son fundamentales. Las personas con Asperger presentan grandes retos en este sentido, el poco contacto visual, la literalidad en la comunicación, la incomprensión de las ironías, las fobias y ser vistos como raros, intolerantes o presumidos hacen este panorama aún más complicado, trayendo consigo situaciones indeseables para cualquier persona tales como: El acoso escolar, maltrato físico y psicológico continuo, rechazo y aislamiento. Todo esto alimentado por el desconocimiento y la incomprensión de las diferentes condiciones neurológicas humanas que existen por parte de la población denominada “neurotípica”.

Más allá de ello, las personas con Asperger en muchos casos presentan capacidades particularmente excepcionales en diversas áreas, y aunque tienen entre otros déficits problemas en sus interacciones sociales, estas personas pueden desarrollar a través del entrenamiento habilidades que les permitan aprender a sobrellevar las rutinas sociales de una manera más efectiva.

En los últimos años nuevas tecnologías han surgido para complementar y colaborar en el tratamiento de diferentes patologías y condiciones, una de ellas es la Realidad Virtual (RV) que está definida como una tecnología informática mediante la cual se crean entornos y objetos con apariencia real que permiten interpretar al cerebro que se encuentra inmerso en esa “realidad” y por lo tanto actuar de acuerdo con ella [30].

En un mundo virtual el usuario puede navegar de forma autónoma, interactuar con objetos simulados y adquirir una forma digital de sí mismo la cual se conoce como avatar, la comunicación que establece puede ser verbal o no verbal y se desarrolla a un ritmo similar al que tiene en un entorno real. Las actividades educativas apoyadas en la RV incluyen diferentes tipos de actividades como juegos de roles, exposiciones, presentaciones virtuales, rutinas sociales, entre otras.

Sus inicios se remontan a los años 30´s del siglo XX. Sin embargo, no fue sino hasta finales de la década de los años 50´s cuando Moorton Heiling construyó un prototipo llamado Sensorama (ver Figura 7). Una maquina novedosa para su época con aspecto de cabina para video juegos y cuya función era generar una experiencia inmersiva con proyección de imágenes en 3D, sonido, vibración y hasta olfato. Hacia uso de videos reales de las calles de Brooklyn y la máquina generaba estímulos en el usuario a medida que las actividades se llevaban a cabo [31].



*Figura 7- Sensorama primer proyecto de inmersión sensorial en 1962 – Tomado de [31].*

Así, esta tecnología fue evolucionando hasta que en 1991 la empresa Sega anunció los auriculares Sega VR para juegos de arcade y la consola Mega Drive (ver Figura 8). Actualmente, la RV forma parte de muchas actividades en diferentes industrias.



Figura 8- VR in arcades 1991 – Tomado de [32].

Su utilidad como herramienta de apoyo educativo ha sido evidenciada en diferentes investigaciones en los campos como las ciencias de la salud, arte, lenguaje, así como capacitaciones a nivel industrial, aeronáutico y aeroespacial. Stone, R. J., Panfilov, P. B., & Shukshunov, V. E. (2011) llevaron a cabo una investigación denominada: “*Evolution of aerospace simulation: From immersive Virtual Reality to serious games. RAST 2011*”. En este estudio se demostró que el uso de la tecnología de RV para el entrenamiento de cosmonautas tenía beneficios en cuanto a la capacidad de manejo de paneles, módulos de control e instrumentos en diferentes tipos de embarcaciones (ver Figura 9), así como situaciones operacionales en la Estación Espacial Internacional (EEI) [33].

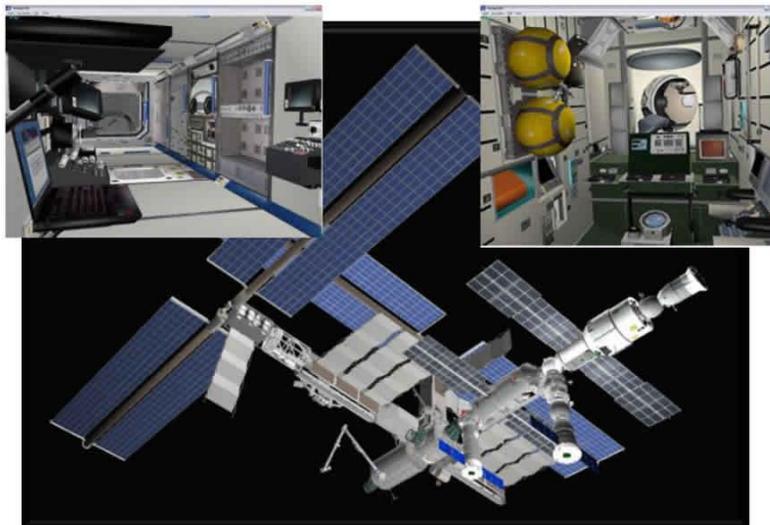


Figura 9- Vista virtual de la EEI – Tomado de [33].

La RV ha sido considerada como una herramienta útil para las personas con autismo, porque podría apoyar la generalización de la interacción social aprendiendo sobre situaciones de la vida real mientras interactúa en un ambiente de aprendizaje controlado y seguro. Esta tecnología permite el juego de roles en escenarios flexibles lo cual puede aumentar la flexibilidad cognitiva de las personas con autismo. Además de ello, permite a los individuos con TEA practicar respuestas diversas en esos escenarios simulados del mundo real con una ansiedad reducida en los procesos de interacción social, reconocimiento de sentimientos y pensamientos de otros. También a través de la RV adquieren conocimientos que pueden ser transferirlos a la vida real en habilidades de seguridad personal como incendios, terremotos, tornados, entre otros [34].

Andrew Lu, Sandra Chan, Yiyu Cai, Lihui Huang, Zin Tun Nay & Sui Lin Goei (2018) Realizaron un trabajo titulado: “Learning through VR gaming with virtual pink dolphins for children with ASD, Interactive Learning Environments”. En el que desarrollaron una investigación sobre el avance de la Realidad Virtual, y la profundidad en el desarrollo del aprendizaje basado en tecnología para niños con TEA. Haciendo uso de un diseño de programa de juegos con delfines rosados, para ayudar a los niños a seguir direcciones, mejorar capacidades psicomotoras y coordinación Mano-Ojo (ver Figura 10). Con la participación de 12 niños entre los 8 y 16 años que se involucraron en actividades del juego con el fin de aprender números, palabras, formas, colores, etc. El análisis estadístico basado en los datos del experimento mostró que el juego tuvo un efecto positivo en ayudar a los niños con TEA a aprender a seguir las instrucciones y a su vez a dar instrucciones a los delfines, entre estas se incluían apuntar con la mano correcta [35].



*Figura 10- Actividades de juego virtual trucos con delfín – Tomado de [35].*

Esta investigación permitió obtener información valiosa para el proyecto en cuanto al impacto del diseño del juego de realidad virtual en el resultado obtenido, así como las limitaciones en la evaluación cuantitativa a tener en cuenta, el tamaño de la muestra de estudio, y las capacidades presentes en los niños producto de entrenamientos previos y otros factores tales como la edad. Todo esto con el fin de poder obtener resultados más confiables y permitir así que futuras investigaciones con esta tecnología u otras similares, puedan ampliar conocimiento al respecto.

Martin-SanJose, J. F., Juan, M. C., Mollá, R., & Vivó, R. (2017). Realizaron una investigación llamada: “Advanced displays and natural user interfaces to support learning. Interactive Learning Environments.” En este estudio se usaron pantallas avanzadas e Interfaces de Usuario Naturales (NUI) para desarrollar dos entornos de aprendizaje para niños y hacer comparación entre la Visualización NUI + 3D vs. visualización NUI + 2D (ver Figura 11). Las dos configuraciones diferentes fueron desarrolladas como un juego educativo basado en las épocas históricas. Al comparar las dos configuraciones la autoestereoscópica permitió a los usuarios tener una experiencia completa haciendo posible que los niños pudiesen verse a sí mismos en la en la pantalla y hasta controlar el juego por medio de gestos. Mientras que la configuración de proyección frontal simuló una mesa táctil (2D) en la que los niños interactuaban, pero en una “Gran Tablet”. La experiencia fue significativamente positiva debido al nivel de aceptación registrado en ambas configuraciones, teniendo una mayor relevancia la autoestereoscópica, además de ello en cuanto al nivel de aprendizaje adquirido, comparando su conocimiento inicial y su conocimiento después de jugar, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas, lo que indica que los sistemas de este tipo pueden facilitar los resultados de aprendizaje a una mayor medida [36].



Figura 11- Actividades de juego para aprendizaje en 2D y 3D – Tomado de [36].

Este estudio aportó información referente al potencial de entornos educativos lúdicos basados en imágenes e interacción, y como genera un impacto en cuanto a el conocimiento adquirido, su fijación y el interés marcado demostrado por los niños aprovechado el manejo de nuevas tecnologías con las que están altamente familiarizados.

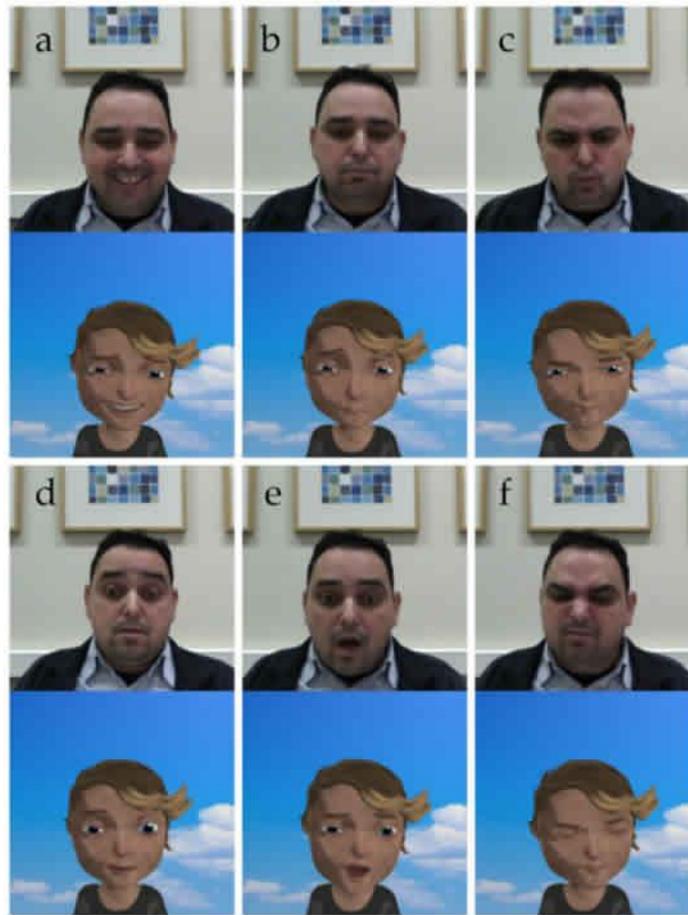
Otro estudio como el de Fengfeng Ke & Tami Im (2013): “*Virtual-Reality-Based Social Interaction Training for Children with High-Functioning Autism*”. Los investigadores examinaron la implementación y el potencial efecto de un programa de interacción social basado en realidad virtual en el rendimiento de la comunicación de una población de niños con autismo de alto funcionamiento (ver Figura 12). Los niños participantes demostraron un mayor rendimiento en la respuesta, iniciación, saludo y finalización de la conversación durante la intervención y mejoraron sus capacidades sociales posterior a ella. De igual manera el estudio aportó temas de interés en cuanto al diseño adaptativo de entornos de aprendizaje basados en realidad virtual para niños con necesidades especiales [37].



*Figura 12- Escenario virtual de fiesta de cumpleaños – Tomado de [37].*

Esta investigación pudo demostrar como niños con autismo pudieron mejorar sus capacidades de comunicación e interacción social, dejando la necesidad de ahondar más sobre el aporte de esta tecnología para desarrollar herramientas que permitan que estos niños puedan por si mismos mejorar su interrelación con el entorno. También hace referencia a la necesidad de tener en cuenta aspectos técnicos y de diseño que permitan un manejo intuitivo y amigable para la comunicación no verbal y de esta manera aumentar los efectos positivos de la intervención.

En 2015 Mantziou, O., Vrellis, I., & Mikropoulos, T. A. Realizaron el estudio llamado: “*Do Children in the Spectrum of Autism Interact with Real-time Emotionally Expressive Human Controlled Avatars?*” Este artículo revisó el uso de herramientas TIC para el tratamiento del déficit de emociones faciales en personas con TEA (ver Figura 13). La revisión sugiere que, aunque este tipo de intervenciones son prometedoras en el tratamiento, es necesario una mayor investigación de su efectividad, tomando en cuenta la aceptación de la tecnología por parte de la población autista [38].



*Figura 13- Video conferencia con avatar con expresiones – Tomado de [38].*

Este trabajo invita a realizar una investigación más exhaustiva sobre la aplicación correcta de las tecnologías en pacientes con diagnóstico de TEA, buscando mejoras en la aceptación de las herramientas para su eficacia en esta población.

En el año 2018, la empresa Indra, la Fundación Universia y el Centro Universitario de Tecnología y Arte Digital (U-tad) de España, crearon en conjunto la herramienta “CicerOn”. Un proyecto desarrollado con tecnología de RV, que está dirigido a entrenar en capacidades como: presentaciones en público, debates e interacciones sociales en personas con Asperger (ver Figuras 14 y 15). La aplicación permite al usuario interactuar con avatares virtuales haciendo uso de técnicas de gamificación y dinámicas de juego en entornos no lúdicos. Y para garantizar su validez terapéutica, el desarrollo de este proyecto se ha realizado en el marco de un equipo multidisciplinar de profesionales y además de ello con la participación de Asociaciones de Asperger de España para dar asesoría sobre las pautas a seguir con estas personas y su evolución social [39] [40].



Figura 14- Proyecto CicerOn imagen del entorno de la herramienta – Tomado de [39].



Figura 15- Proyecto CicerOn imagen del entrenamiento en discursos – Tomado de [39].

Este trabajo ha tenido un gran aporte dentro del presente proyecto, debido a que demuestra el potencial que tienen las tecnologías como la RV para generar conocimiento y habilidades a través del entrenamiento en personas diagnosticadas con Síndrome de Asperger dentro

del espectro autista. Además de ello, hace ver como el trabajo mancomunado entre especialistas de diferentes áreas, las universidades y las empresas que se dedican al desarrollo de tecnologías, supone avances muchos más significativos, útiles y beneficiosos para la población a la cual están dirigidos. Este sin duda alguna es un ejemplo que se debe replicar con más frecuencia en nuestra región.

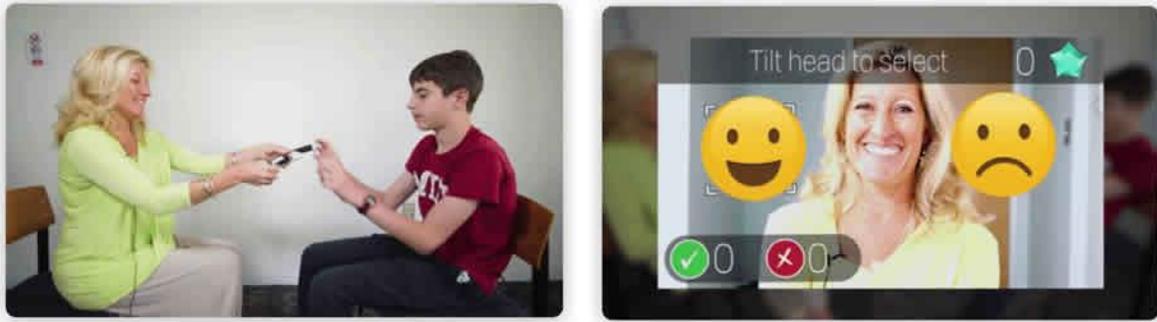
Así como la tecnología de RV, otra de las tecnologías aplicadas para la salud en sus diferentes especialidades es la tecnología de Realidad Aumentada (RA), la cual permite superponer objetos virtuales en contextos reales, de manera que el usuario no va a una inmersión absoluta sintética, sino que interactúa desde su propio entorno con los objetos digitales. I-Jui Lee, Ling-Yi Lin, Chien-Hsu Chen y Chi-Hsuan Chung, en 2018 llevaron a cabo un trabajo titulado: “*How to Create Suitable Augmented Reality Application to Teach Social Skills for Children with ASD*”. Este trabajo desarrollado con tecnología de RA busca a través de diferentes actividades promover la mejora en habilidades sociales (ver Figura 16), así como en atención a señales sociales específicas en niños diagnosticados con TEA [41].



*Figura 16- Entrenamiento para habilidades sociales con RA – Tomado de [41].*

Este tipo de investigación nos aportó conocimiento acerca de otras tecnologías con las que también se pueden hacer desarrollos eficientes y que son muy útiles en personas que no podrían hacer uso de visores para RV o que, por ejemplo, presentan una alta carga de estimulación vestibular.

Otro caso muy reconocido es el llevado a cabo por la empresa © Brain Power, LLC, en la que desarrollaron un software basado en RA, en el cual los usuarios logran entre otras cosas, efectuar contacto visual constante con otras personas y reconocer sus expresiones faciales, haciendo uso de gafas especiales con cámara incorporada (ver Figura 17), marcando el estado anímico que observan a través de las opciones presentadas [42].



*Figura 17- RA para el aprendizaje social y emocional © Brain Power – Tomado de [42].*

Estas investigaciones permitieron obtener valiosos conocimientos sobre como los niños con TEA pueden involucrarse con actividades basadas en tecnología y como demuestran habilidades de reconocimiento de los estados de ánimo en otras personas, haciendo ver que no son del todo desinteresados ante estos eventos. Es decir, son capaces de reconocerlos, aunque generalmente no lo demuestran. Ambas tecnologías la de RV y RA han demostrado tener potencial para ser usadas como apoyo terapéutico en personas con diversas afecciones neurológicas.

Sin embargo, para efectos del presente proyecto se escogió trabajar con la tecnología de RV, debido a que la población a la que se pretende dirigir esta herramienta son adolescentes entre los 14 y 17 años que poseen buen desarrollo lingüístico, pero retos en la comunicación social. En esta herramienta se desarrollaron entornos virtuales que permiten a través de actividades controladas simular rutinas sociales que mejoren la comunicación a través de la identificación de situaciones y/o eventos, y que por medio del entrenamiento se reconozcan protocolos básicos para la comunicación en determinados ambientes propios de este rango de edad. En otro tópico de la herramienta se creó un entorno virtual que permite tener una experiencia inmersiva acerca de la condición, percepciones visuales y auditivas dirigida a población neurotípica como cuidadores, padres, familiares acudientes y compañeros, con el ánimo de generar empatía y conocimiento general acerca de las vivencias diarias que puede experimentar un Asperger.

## **2. OBJETIVOS**

El presente proyecto final de maestría durante su desarrollo se vio afectado debido a la contingencia declarada por el COVID-19. Sin embargo, se aplicaron métodos alternativos que permitieron llevar a cabo los objetivos a continuación señalados. No obstante, la manera de obtener los resultados se vio alterada debido a que no fue posible realizar las pruebas de forma presencial, sino que amparados en la tecnología se llevaron a cabo remotamente.

### **2.1. General**

Desarrollar un prototipo tecnológico en Realidad Virtual que permita trabajar habilidades sociales en adolescentes entre los 14 y 17 años diagnosticados con Síndrome de Asperger y de empatía en población neurotípica.

### **2.2. Específicos**

Objetivos específicos del proyecto.

- a) Identificar las principales dificultades sociales que presentan los adolescentes entre los 14 y 17 años diagnosticados con el Síndrome de Asperger dentro del Trastorno del Espectro Autista.
- b) Establecer las cualidades y características del prototipo a través de la conformación de un equipo interdisciplinar del área de la salud y la ingeniería.
- c) Diseñar el prototipo preliminar basado en los insumos de la mesa de trabajo interdisciplinar.
- d) Evaluar la funcionalidad y diseño del prototipo a través de pruebas llevadas a cabo con profesionales de la salud.

### 3. METODOLOGÍA

El presente proyecto se desarrolla dentro de la modalidad de profundización de la maestría en Ingeniería Biomédica. Cabe destacar que tanto el proyecto como la metodología fueron sometidos para su evaluación ante la Sala de ciencias de la vida del Comité de ética en investigación de la Universidad del Rosario, el cual dio su aprobación para la realización de este proyecto.

Para la realización del proyecto, se conformó un equipo interdisciplinar de especialistas en áreas como: Terapia Ocupacional, Psicopedagogía y Fonoaudiología, unos adscritos a la Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud (EMCS) de la Universidad del Rosario y otros profesionales externos a la Universidad que atienden terapias en personas con Síndrome de Asperger dentro del Trastorno del Espectro del Autismo (TEA).

Aunque el prototipo desarrollado en este proyecto está contemplado para ser aplicado a futuro como herramienta complementaria terapéutica para adolescentes entre 14 y 17 años diagnosticados con Síndrome de Asperger dentro del Trastorno del Espectro del Autismo (TEA), para el alcance definido en este proyecto los profesionales de la salud participantes en el equipo interdisciplinar y las pruebas funcionales son considerados el usuario final, debido a que todo el desarrollo se ha llevado a cabo tomando en cuenta las consideraciones y recomendaciones obtenidas por parte de ellos con miras a su factibilidad de uso en usuarios con la condición en los rangos de edad antes señalados.

Para el desarrollo de proyectos de software existen diferentes metodologías que permiten organizarlos y llevarlos a cabo. Algunos de los más conocidos son Extreme Programming XP, Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD), SCRUM, así como la metodología de prototipo entre otras. Una de las más usadas es la Metodología Centrada en el Usuario (DCU), la cual según la *Usability Professionals Association* (UPA) se define como una aproximación al diseño de productos y aplicaciones que sitúa al usuario en el centro de todo el proceso del diseño. Por lo que esta metodología busca el éxito de un producto o aplicación teniendo en cuenta al usuario y sus necesidades en todas las fases del diseño [43].

El presente proyecto está orientado a satisfacer necesidades puntuales que afectan a personas con disfunciones en el neurodesarrollo, su utilidad se basa en que el prototipo presentado cumpla con los requerimientos recomendados por los especialistas con el fin de mitigar riesgos de sobreestimulación o sobre cargas sensoriales durante su posible uso a futuro por parte de personas con un diagnóstico de TEA. Es de suma importancia que cada uno de los pasos que se lleven a cabo durante su diseño se articulen con estos factores, consideramos que este es un tipo de desarrollo de software que no es comparable con los desarrollos comerciales convencionales, ya que tiene aspectos que de ser tratados empíricamente podrían dar como consecuencia su inutilidad e ineficacia en la población a la que a futuro de desearía beneficiar.

DCU nos permite llevar a cabo un desarrollo iterativo en el cual, apoyados en los especialistas del equipo interdisciplinar, se pueden ir realizando ajustes que generen mayor robustez al prototipo e incrementen su factibilidad de uso en población con Asperger en un futuro. Por este motivo la metodología más adecuada y que fue seleccionada para este proyecto fue el Diseño Centrada en el Usuario (DCU), teniendo en cuenta que para efectos del presente proyecto y su alcance definido deseamos trazar el camino que permitirá a

futuro su usabilidad por parte de personas con síndrome de Asperger, y que este uso sea beneficioso, y contribuya de la mano de los especialistas a mejorar los aspectos en los que esta población presenta dificultades, específicamente en lo que a habilidades sociales se refiere.



*Figura 18- . Esquema del Diseño Centrado en el Usuario. Tomado de [44]*

Esta metodología, nos permitió realizar un proceso de desarrollo que estableció como eje fundamental las necesidades del usuario final durante todas las etapas del diseño. Estas fases se retroalimentan según la evaluación obtenida del usuario de forma iterativa. Lo que se persigue a través de este proceso es la mejora y adaptación del diseño en función de estas necesidades.

Este proyecto se llevó a cabo de acuerdo con el cronograma planteado en el diagrama de Gantt (Ver Anexo 6). Teniendo en cuenta el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) cómo metodología para aumentar las probabilidades de éxito de la tecnología propuesta. Los

proyectos desarrollados con la metodología DCU implican una fase inicial referida a la investigación y análisis de los usuarios y en esta se efectúa un levantamiento preliminar de información que permite identificar las necesidades y expectativas que se tienen acerca del proyecto. Así como la pretensión del uso que se desea dar al producto o herramienta requerida. Es de vital importancia esta fase en el proceso del proyecto, debido a que de ella se obtiene la materia prima principal y los insumos necesarios para dar inicio al desarrollo preliminar de diseños y funcionalidades que estén alineadas a esas necesidades y expectativas del usuario. En el caso del presente proyecto esta etapa fue denominada y desarrollada de la siguiente manera:

#### A. FASE 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PRELIMINAR

Se efectuó un levantamiento de información con los especialistas del equipo interdisciplinar con el fin de indagar acerca de sus experiencias en la atención de niños y jóvenes con Asperger, así como identificar las dificultades que presentan en cuanto a sus habilidades sociales y que consideran según su criterio profesional que son las más importantes. Además de ello, conocer su opinión sobre el uso de la tecnología de RV para el desarrollo de una herramienta que pudiera servir como apoyo terapéutico complementario para las mejoras de las habilidades sociales en esta población.

En esta fase se aplicaron entrevistas semiestructuradas como medio para recabar la información necesaria para el diseño. Estas entrevistas se llevaron a cabo en el marco de reuniones para el levantamiento de información en la que se socializó la idea del proyecto. El instrumento, constó de 3 preguntas en las que los especialistas dieron su opinión respecto a las actividades terapéuticas que se consideraban pertinentes para llevar a cabo tomando en cuenta que están dirigidas a personas con la condición del Asperger y de esta manera contribuir con mejoras en sus habilidades sociales, también sobre las características que identifican a esta población, así como según su criterio profesional que cualidades debería tener una actividad dirigida a personas con Asperger para ser llevadas a cabo en un entorno virtual.

Las preguntas aplicadas en la entrevista semiestructurada fueron las siguientes:

1. Describa según su criterio una actividad terapéutica dirigida a adolescentes con Asperger que contribuya al mejoramiento de sus actividades sociales.
2. Mencione 3 características principales que identifiquen a una persona con Asperger
3. Describa una actividad que usted considere se pueda llevar a cabo en un entorno virtual dirigido a adolescentes con Asperger.

Como podrá observarse, a través de este instrumento se buscó identificar los principales retos que presenta esta población en la etapa de la adolescencia, también qué tipo de actividades terapéuticas se llevan a cabo para ayudar en el mejoramiento de las habilidades sociales de los adolescentes con Asperger, y por último se dejó una pregunta que permitió al especialista imaginar y describir un entorno virtual terapéutico que sirva para apoyar en este sentido.

Las entrevistas y reuniones permitieron obtener información sobre diferentes aspectos que se requirieron para orientar el diseño de forma acertada. Entre otras, es necesario saber a qué población podría ser útil una herramienta de este tipo, los rangos de edad, qué tipo de diagnóstico y niveles de funcionalidad son más comunes. También es muy importante saber hacia dónde estará orientado el objetivo terapéutico. Los resultados de las entrevistas que se llevaron a cabo se adjuntan en el Anexo 7.

Posterior a esta etapa, en la metodología se lleva a cabo una fase dirigida al diseño conceptual de la solución o herramienta, el cual se desarrolla a partir de la información obtenida en la investigación y análisis de los usuarios. En esta etapa se materializan las ideas preliminares y se presentan para ajustar de forma iterativa. Esta fase permite ir perfeccionando el diseño y la funcionalidad para que el desarrollo sea óptimo y este articulado a las necesidades y expectativas del usuario. En el presente proyecto esta fase se desarrolló de la siguiente manera:

## B. FASE 2: DISEÑO TÉCNICO EL PROTOTIPO

Con base en la información obtenida de la FASE 1, se llevó a cabo el diseño del prototipo. Para esta actividad se hizo uso de las siguientes herramientas que permitieron llevar a cabo el desarrollo: Lenguaje de programación C# para los scripts de interacción del juego, Unity ® como entorno para el desarrollo de la aplicación, y Blender ® versión 2.79 para la caracterización y animaciones. El prototipo obtenido en esta Fase tomó en cuenta las cualidades y características recabadas de la mesa de trabajo interdisciplinar.

En la primera etapa de esta fase se elaboraron algunos bocetos y propuestas que se revisaron con los especialistas de la salud, buscando siempre la obtención de una herramienta que cumpla con las necesidades de los usuarios y promueva en ellos el mayor de los beneficios. Dibujos y lluvias de ideas fueron útiles para hacer esta actividad, también referencias y opiniones sobre investigaciones consultadas en las que se aplicó esta tecnología para terapias en autistas, e invaluablemente las experiencias que los especialistas pudieron compartir referente a la atención de personas con Asperger y que muestran resultados positivos en las habilidades sociales.

Las actividades para diseñar en el prototipo digital fueron evaluadas durante su creación, abordando las posibilidades que ofrece la tecnología de RV, esto con la finalidad de llevar a cabo las pruebas funcionales con los especialistas.

La prioridad fundamental del proyecto es el uso de tecnología de bajo costo para que su adquisición sea factible para la mayoría de la población. La creación de los entornos estuvo enmarcada en las mayores facilidades en cuanto a factores como: instalación, usabilidad y portabilidad. Estos ambientes simulados tienen como fin principal que el usuario pueda ir asociando lo que percibe en el mundo virtual con lo que consigue en el real, y que ese entendimiento le permita un mejor desenvolvimiento en ellos lo que redundará en mejoras comportamentales e integración social como individuos que puedan ser lo más activos posibles en una comunidad.

Para efectos de este proyecto de grado y su alcance, se prototiparon algunos módulos orientados a adolescentes con Asperger los cuales fueron sometidos a la evaluación

funcional por parte de especialistas con miras a establecer su factibilidad para ser aplicado como herramienta complementaria terapéutica en adolescentes con Asperger.

El prototipo obtenido es una herramienta tecnológica dirigida a personas diagnosticadas con Trastorno del Espectro del Autismo (TEA) en su variación del Síndrome de Asperger, orientada a complementar el esquema terapéutico que se lleva a cabo con el fin de generar mejoras en diferentes aspectos de la vida de estos usuarios. Como ya se mencionó, los prototipos de los módulos que fueron creados para el presente proyecto final de maestría están desarrollados con tecnología de RV, y se enmarcan en actividades orientadas a las habilidades sociales para individuos con Asperger y la concientización de la condición para individuos Neurotípicos.

Las personas con la condición del TEA en sus variantes como el Asperger en general poseen buena capacidad verbal, sin embargo, presentan dificultades en algunas de sus capacidades de interacción social y entre otras cosas se debe en gran medida a su incomprensión de muchos de los códigos sociales que en general maneja el resto de la población.

Algunas de sus características son:

**Linealidad en la comunicación:** Una persona con Asperger entiende literalmente lo que se le está diciendo, ellos no manejan en general las ironías y les es difícil interpretar chistes, bromas o coloquialismos.

**Poco contacto visual:** Algunos de las personas con Asperger explican que su falta de contacto visual muchas veces corresponde a que para ellos suele ser intolerable por mucho tiempo, ya que aducen factores como:

- Intimidación
- Exceso de información
- Desconcentración

**Dificultad para interpretar las emociones:** Investigaciones previas indican que muchas personas con Asperger aclaran tener niveles de empatía, y que la dificultad en ellos está en manejar la situación de forma adecuada.

**Déficit en el procesamiento sensorial:** Esto conlleva a que de manera fácil puedan sobreestimularse por factores del ambiente.

**Déficit en la comunicación recíproca:** En general se pueden ver interesados solo en temas que les importen, dejando a un lado los intereses ajenos.

Como podemos ver son muchos los factores que influyen en las habilidades sociales de una persona. Los individuos con Asperger pueden presentar muchas de estas características y otras más. Uno de los pilares fundamentales de este proyecto es poder tender puentes que sean realmente efectivos y que desde ambos extremos pueda establecerse algún tipo de comunicación intermedia que haga posible un punto de

entendimiento entre aquellos que consideran a otros como raros o diferentes y los que simplemente no comprenden el mundo que les rodea y por tanto se sienten ajenos a él.

La última etapa que se usó dentro de la metodología DCU es la de evaluación, esta es una fase que permite medir si el diseño y la funcionalidad están enmarcados en las necesidades del usuario final. A este punto los especialistas pudieron apreciar el prototipo obtenido y de esta manera se obtuvo la retroalimentación necesaria para hacer ajustes y mejorar aspectos necesarios y así cumplir con las expectativas que redundan en la factibilidad de aplicación como herramienta terapéutica complementaria en adolescentes con Asperger. Esta etapa se llevó a cabo como se describe a continuación:

### C. FASE 3: PRUEBAS PRELIMINARES CON PROFESIONALES DE LA SALUD

Socialización y pruebas del desarrollo con profesionales de la salud. En esta etapa, se revisaron los aspectos relacionados al diseño, requerimientos, funcionalidad y usabilidad de la herramienta. Se buscó recibir retroalimentación de los especialistas con el fin de obtener la mejor versión posible de la herramienta, que permite cumplir con el objetivo principal del trabajo.

Para estos efectos se aplicó un instrumento que pidió al especialista evaluar de forma cualitativa las características principales del prototipo tales como:

- **Diseño:** Para determinar si la apariencia es acorde a necesidades de esta población.
- **Sonidos:** Si son adecuados y se ajustan a las actividades y necesidades.
- **Colores:** Si el esquema de colores es apropiado
- **Usabilidad:** Para determinar si aplicable en adolescentes con Asperger
- **Actividades:** Si están enmarcadas en los resultados que se persiguen.

Esta sección fue evaluada haciendo uso de una escala de Likert que define los valores para hacerlo entre el 1 y 3 siendo:

- 1 que la herramienta no cumplió con las necesidades.
- 2 que las cumplió parcialmente.
- 3 que las cumplió satisfactoriamente.

Además de ello, el instrumento contó con una sección en la que el especialista de forma libre describió según su criterio su opinión general del prototipo en cuanto al diseño y la funcionalidad, también le fue posible hacer recomendaciones para ajustes y propuestas que permitan mejorar su factibilidad de uso en las actividades terapéuticas en personas con Asperger. La sección mencionada invitó a formular esta opinión de la siguiente manera:

*“Describa según su criterio profesional, si existe algún aspecto en cuanto al diseño y/o funcionalidad que se deba ajustar”*

Todos los instrumentos para la recolección de datos, medición de funcionalidad técnica de la herramienta y evaluación de las pruebas funcionales que se adjuntan al presente proyecto, fueron sometidos a revisión por parte de la mesa de trabajo interdisciplinar con

profesionales de la salud, con el fin de hacerles las adecuaciones que consideraron pertinentes.

Cabe destacar que debido a la contingencia presentada por el COVID-19 y las medidas de aislamiento social vigentes al momento de las pruebas, se debieron buscar métodos alternativos para llevar a cabo la evaluación funcional de la herramienta. Las mismas se debieron realizar de forma remota y para estos efectos, dos especialistas de las áreas de Terapia Ocupacional y Psicopedagogía respectivamente llevaron a cabo estas pruebas en el mes de mayo del 2020. Los resultados de estas se pueden apreciar en el Anexo 8.

Para hacer estas pruebas funcionales, fue necesario contar con los siguientes elementos (ver Figura 19):

- Visor para RV tipo Google cardboard®. Este es un visor de bajo costo, desarrollado por la empresa Google®, y que permite vivir experiencias inmersivas desde el propio dispositivo móvil, tiene como característica una estructura de cartón con un par de lentes biconvexas de 25 mm en el que existe un compartimento en el que se coloca un smartphone para proyectar la actividad.
- Dispositivo móvil de gama media en adelante, con sistema operativo Android para efectos de la prueba, que tenga precargada la aplicación que contiene el prototipo. Para que el dispositivo móvil pueda contar con la aplicación cargada se deberá generar un archivo desde el entorno de desarrollo Unity. Este archivo es de tipo Android Application Package (apk), este es un tipo archivo que contiene toda información necesaria para instalar una aplicación en un dispositivo Android, solo basta con descargar el archivo en el dispositivo y ejecutarlo para la instalación.
- Usuario de pruebas, que para efecto de este proyecto fueron los especialistas en la atención terapéutica de adolescentes con Síndrome de Asperger.

### Esquema de implementación de la herramienta para pruebas

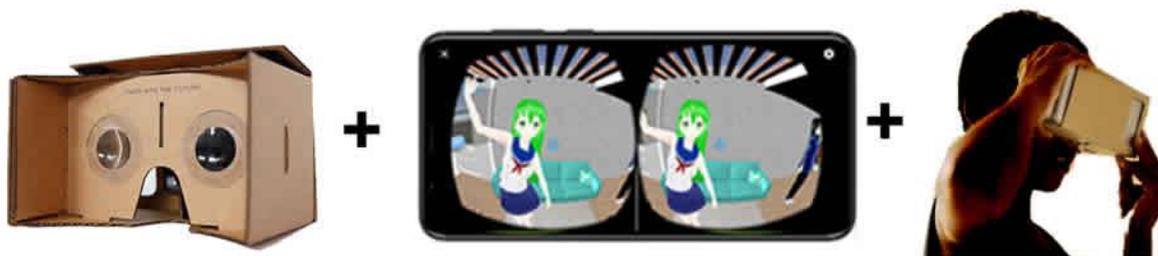


Figura 19. Esquema de implementación del prototipo para pruebas – Tomado de [45] y archivo personal.

## 4. RESULTADOS

El alcance de este proyecto es el diseño de un prototipo tecnológico basado en RV que pudiese ser implementado como una herramienta terapéutica completaría en adolescentes con Síndrome de Asperger con el fin de mejorar sus habilidades sociales.

Los resultados presentados a continuación, buscan responder puntualmente a los objetivos y fases planteados en este proyecto. Se estableció una mesa de trabajo con el equipo interdisciplinar para evaluar factores a tomar en cuenta para el desarrollo de las actividades del prototipo y se dividió nuestra meta en objetivos específicos que se fueron satisfaciendo en cada una de las fases para garantizar alcanzar el objetivo principal.

### FASE 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PRELIMINAR

- **Objetivo 1:**

Del levantamiento de la información realizado en la fase 1 a través de las reuniones y las entrevistas llevadas a cabo, se determinó que dentro de las principales dificultades en las habilidades sociales que caracterizan a las personas con Síndrome de Asperger son entre otras:

- Los intereses restringidos y particulares.
- Dificultades para identificar emociones propias y ajenas con el fin de actuar adecuadamente ante ellas.
- Literalidad en el lenguaje.
- Poco o inexistente contacto visual.
- Incapacidad para entender ironías, chistes y coloquialismos.

Esto se debe entre otras cosas, a que ellos no perciben el mundo de la misma manera que lo hacen las personas sin la condición, su entendimiento sobre lo que decimos y hacemos es realmente literal lo cual conlleva a que en general sus interacciones con personas que no manejan conocimientos sobre el autismo se afecten, ya que pueden hacerlas sentir incómodas, confundidas y hasta molestas cuando pretenden hacer un contacto con ellos.

Muchas de las personas con Asperger pueden vivir de forma independiente, sin embargo, las intervenciones psicosociales basadas en la evidencia como terapias conductuales y programas de capacitación pueden reducir las dificultades de comunicación y comportamiento social y tener un impacto positivo en la calidad de vida tanto de ellos como de su entorno.

- **Objetivo 2:**

Sabiendo las dificultades en las habilidades sociales que presentan las personas con Asperger, se estableció que el prototipo debía ser desarrollado para que su uso fuese amigable, con un diseño adecuado a las necesidades de esta población; además que fuese portable para no limitar su uso solo al ambiente clínico/terapéutico, así como sencilla y asequible, para potenciar el impacto de la herramienta. Para materializarlo, en el grupo interdisciplinar se estableció que este proyecto dirigiera el enfoque de las actividades hacia adolescentes entre los 14 y 17 años con Síndrome de Asperger, esto debido a que en

general es una etapa de la vida en la que las rutinas y eventos sociales tienen mucha importancia en entornos típicos de la adolescencia como: la escuela, la familia y la comunidad. De manera, que se iniciaron los primeros bocetos de las actividades propuestas, basados en la información recabada, y se fueron sometiendo a evaluación y discusión con el equipo interdisciplinar. Algunos de los bocetos iniciales que se discutieron con el equipo fueron las siguientes (Figuras 20-23):

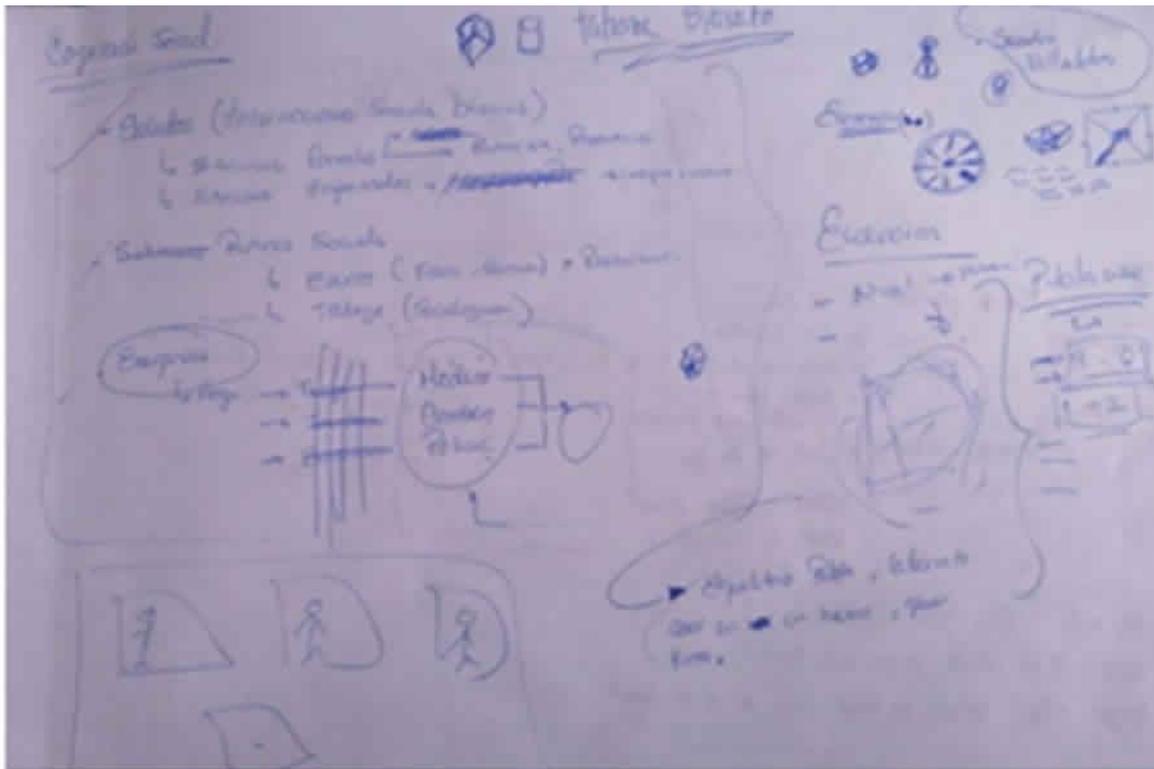


Figura 20. Boceto sobre interacciones sociales básicas – Tomado de archivo personal.

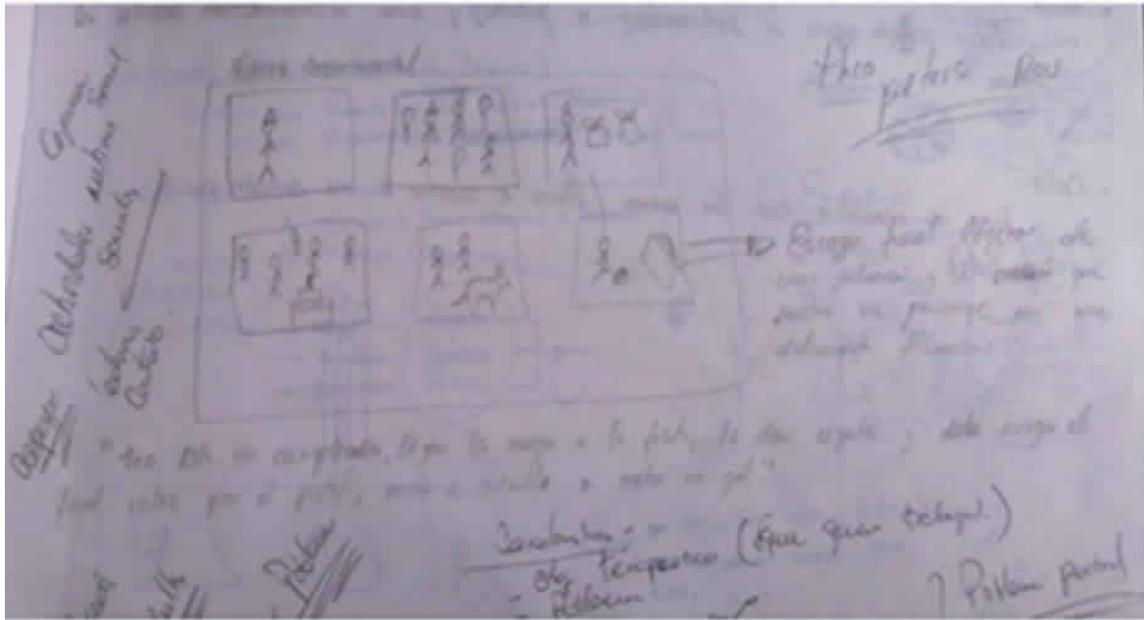


Figura 21. Boceto sobre procesos sociales en historietas comportamentales – Tomado de archivo personal.

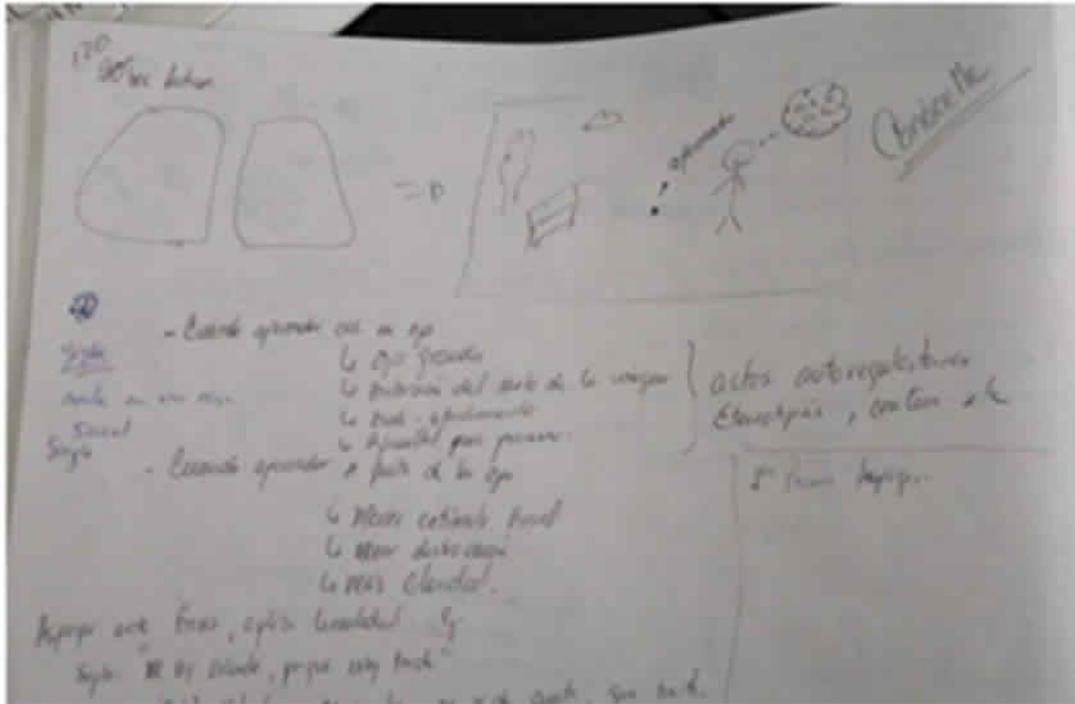


Figura 22. Boceto sobre el módulo de concientización. – Tomado de archivo personal.

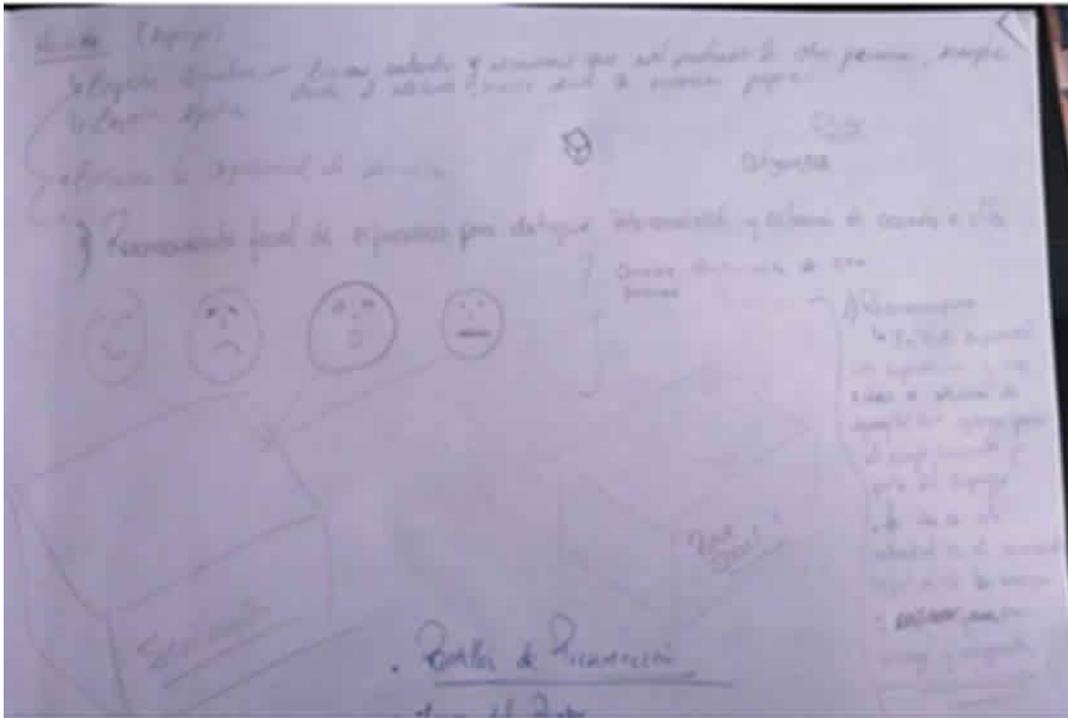


Figura 23. Boceto sobre el para reconocimiento de expresiones – Tomado de archivo personal.

En la Figura 20 se intercambian ideas sobre las posibles actividades para:

**Saludos en:**

- Situaciones formales como entrevistas, presentaciones o reuniones.
- Situaciones informales como en ambientes académicos (compañeros) y familiares.

**Rutinas sociales como:**

- Eventos, fiestas, restaurant.
- Trabajo, colegio.

**Emergencias:**

- Situaciones médicas.
- Emergencias con bomberos.
- Emergencias con Policías.

El boceto de la Figura 21 se orientó hacia una historieta comportamental, en la cual el usuario debía escoger dentro de la secuencia un final lógico tomando en cuenta la emoción que sentiría un personaje ante esa determinada situación.

La Figura 22. Ideas para el módulo de concientización, tomando en cuenta aspectos característicos del Asperger y evaluando los posibles escenarios. Finalmente, la Figura 23 muestra un boceto de las actividades para el reconocimiento facial de las expresiones, busca generar empatía cognitiva en el usuario que consiste en el reconocimiento y entendimiento de lo que siente la otra persona, pero desde el intelecto más no desde la emoción propia.

## FASE 2: DISEÑO TÉCNICO EL PROTOTIPO

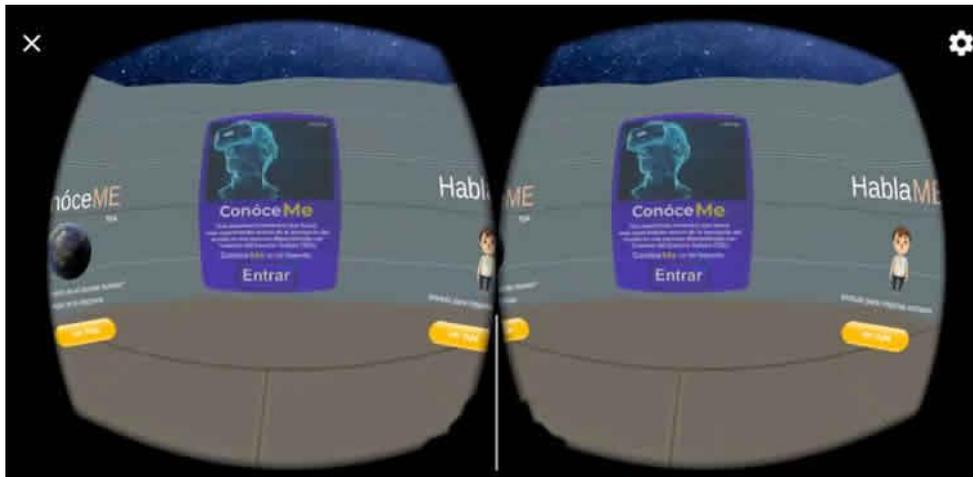
- **Objetivo 3:** Luego de las revisiones y análisis sobre las propuestas de diseño obtenidas en la Fase1, se crearon los módulos en el ambiente digital con tecnología de RV, obteniéndose los a continuación descritos:

### Módulos de la herramienta:

**Menú principal:** Aquí el usuario encuentra el acceso a los 2 prototipos de módulos (ConóceME y HáblaME) desarrollados para efectos este trabajo de grado (Figuras 24 y 25).



Figura 24. Visualización del menú principal desde el dispositivo móvil. Tomado de archivo personal.



*Figura 25. Selección del módulo ConoceME, desde el menú principal. Tomado de archivo personal.*

### **Módulo ConoceME:**

Como se indicó anteriormente, la herramienta no busca solo generar actividades que apoyen a los procesos sociales en las personas con Asperger. Y esto se debe a que durante la investigación fue evidente que gran parte de los problemas sociales que presentan estas personas están relacionados al desconocimiento y la intolerancia del resto de la población.

Esto trae consigo que, aunado a la falta de conocimiento y la incapacidad en el manejo por parte del entorno neurotípico, estas personas salvo en su más íntimo círculo familiar comúnmente experimenten burlas, incomprensión, maltrato psicológico y físico, abusos, rechazo y muchas otras circunstancias indeseables que en nada contribuyen a que puedan desarrollar mejores contactos, habilidades sociales, y que de hecho los aísla aún más de la sociedad.

Es por ello, que se creó el módulo denominado **ConoceME**. Una experiencia inmersiva dirigida a personas neurotípicas que busca crear conocimiento y concientización acerca de la condición del Asperger dentro del TEA. Se trata de un video inmersivo, en donde el usuario neurotípico experimenta de primera mano sensaciones que comúnmente forman parte de la vida de un autista.

Debido a que, para el momento de la presentación de este proyecto final de la Maestría en Ingeniería Biomédica, la humanidad se encuentra bajo confinamiento desde el mes de marzo del año 2020, y las interacciones humanas están restringidas producto de la pandemia por el virus COVID-19, no fue posible generar un material propio para la experiencia inmersiva en esta actividad. Sin embargo, apoyados en la tecnología y para efectos del prototipo presentado en este proyecto, se hizo uso de un material multimedia relacionado al autismo infantil, el cual ha sido integrado a la herramienta apoyando la experiencia inmersiva para neurotípicos que se necesita para la demostración en este

prototipo. Superada la contingencia actual del COVID -19 se retomarán las actividades que permitirán la creación del material propio.

El material usado para la demostración en el proyecto corresponde a un niño de aproximadamente 10 años que asiste con su madre a un centro comercial. En este ambiente, producto de los estímulos de todo tipo que en un lugar como este se encuentran, el niño presenta patrones de sobre estimulación y descontrol de la situación.

Este video (Figura 26) fue desarrollado por *The National Autistic Society [46]*, que es un organismo del Reino Unido encargado de apoyar a personas con diagnóstico de TEA, así como a familiares. Además de ello, busca crear conciencia ciudadana y conocimientos acerca de la condición. ConóceME tiene una duración aproximada de 120 segundos.

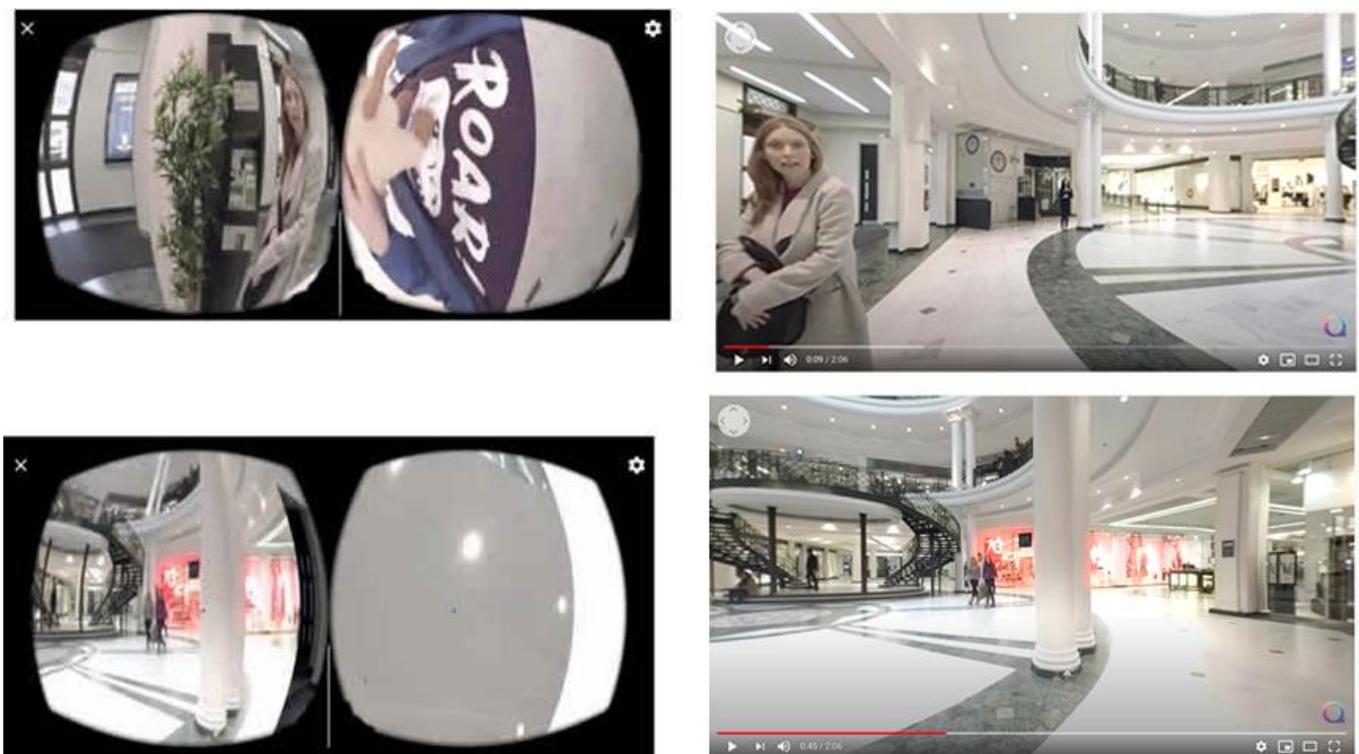
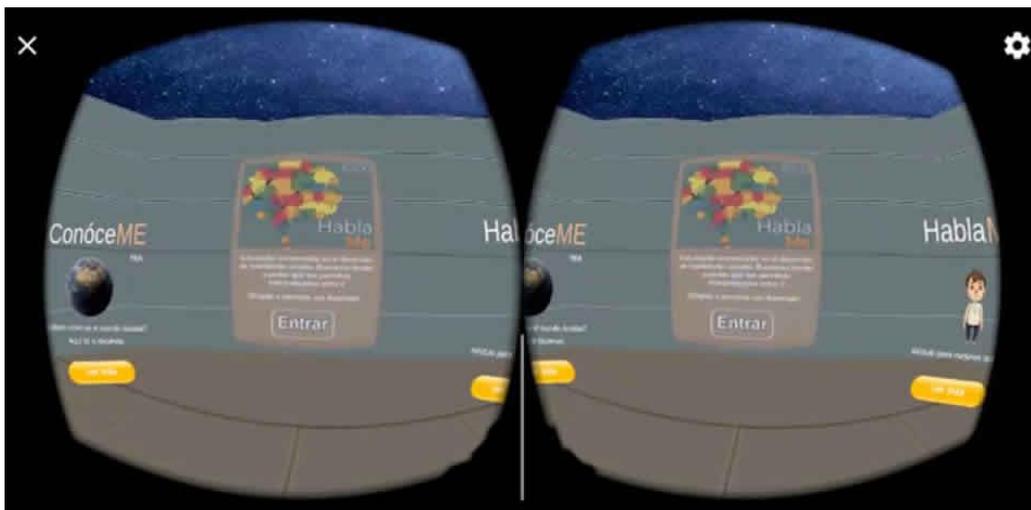


Figura 26. Algunas imágenes del módulo ConóceME desde el dispositivo móvil. Imágenes tomadas de archivo personal y material de video tomado de [46].

## Módulo HáblaME:



*Figura 27. Selección del módulo HáblaME, desde el menú principal. Tomado de archivo personal.*

Este módulo fue creado para que el usuario con Asperger realice un entrenamiento sobre algunas de las expresiones humanas (ver figura 27), lo cual permite reconocerlas y establecer un comportamiento de acuerdo con estas expresiones o situaciones. **HáblaME** contiene para el alcance de este proyecto 2 submódulos. El primero, realiza un acercamiento sobre 4 de las expresiones humanas como lo son la tristeza, el enojo, el miedo y la alegría (ver Figura 28). La persona pasa por 4 demostraciones en las que debe identificar a cada una de ellas según un modelo virtual que demuestra expresiones faciales para su evaluación. Este submódulo se identifica como **HS1**.

### **HáblaME – HS1:**

En **HS1** Se presentan ante el usuario expresiones faciales y de acuerdo con la visualización que está teniendo deberá seleccionar la opción que corresponda a la respuesta correcta (ver Figura 28 parte superior derecha). Una vez, seleccionada la respuesta correcta la herramienta muestra un mensaje de estímulo positivo, posteriormente le presenta al usuario una explicación acerca de este sentimiento humano (ver Figura 28 parte inferior izquierda) para que tenga un significado cognitivo al sentirlo en sí mismo o verlo reflejado en otra persona. Por último y para reforzamiento, le muestra un material de video corto con un ejemplo del sentimiento que se está evaluando en ese momento (ver Figura 28 parte inferior derecha).

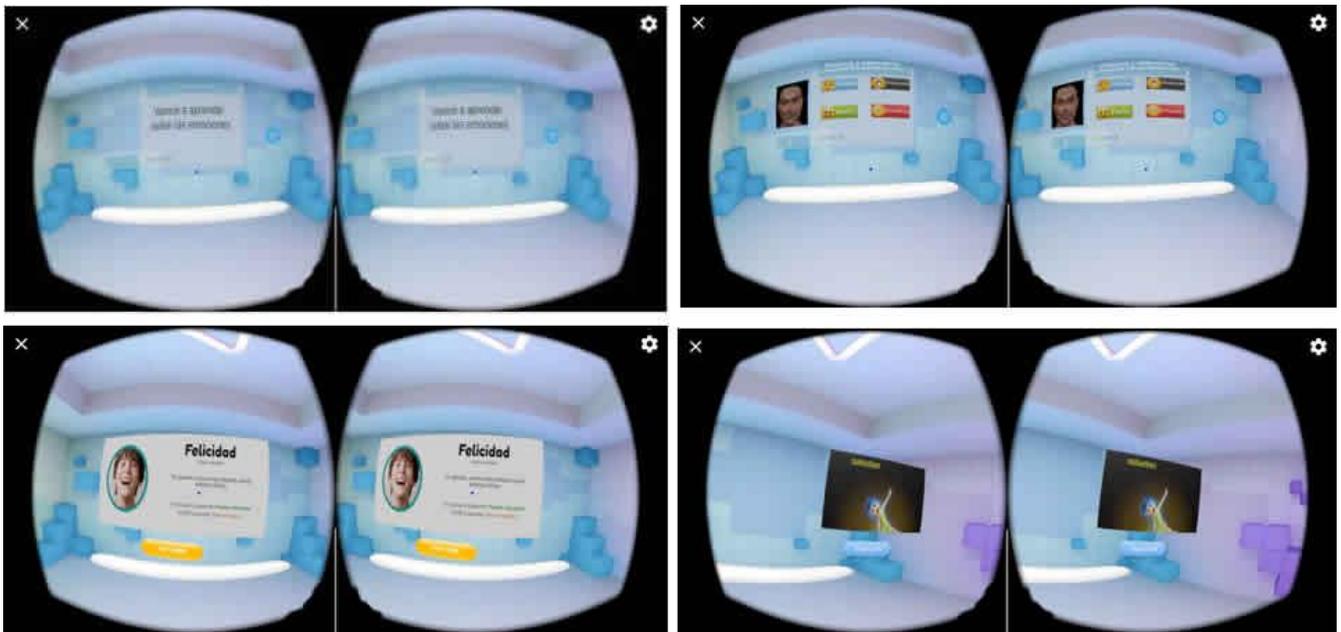


Figura 28. Algunas imágenes de la actividad HS1 del módulo HáblaME. Tomado de archivo personal.

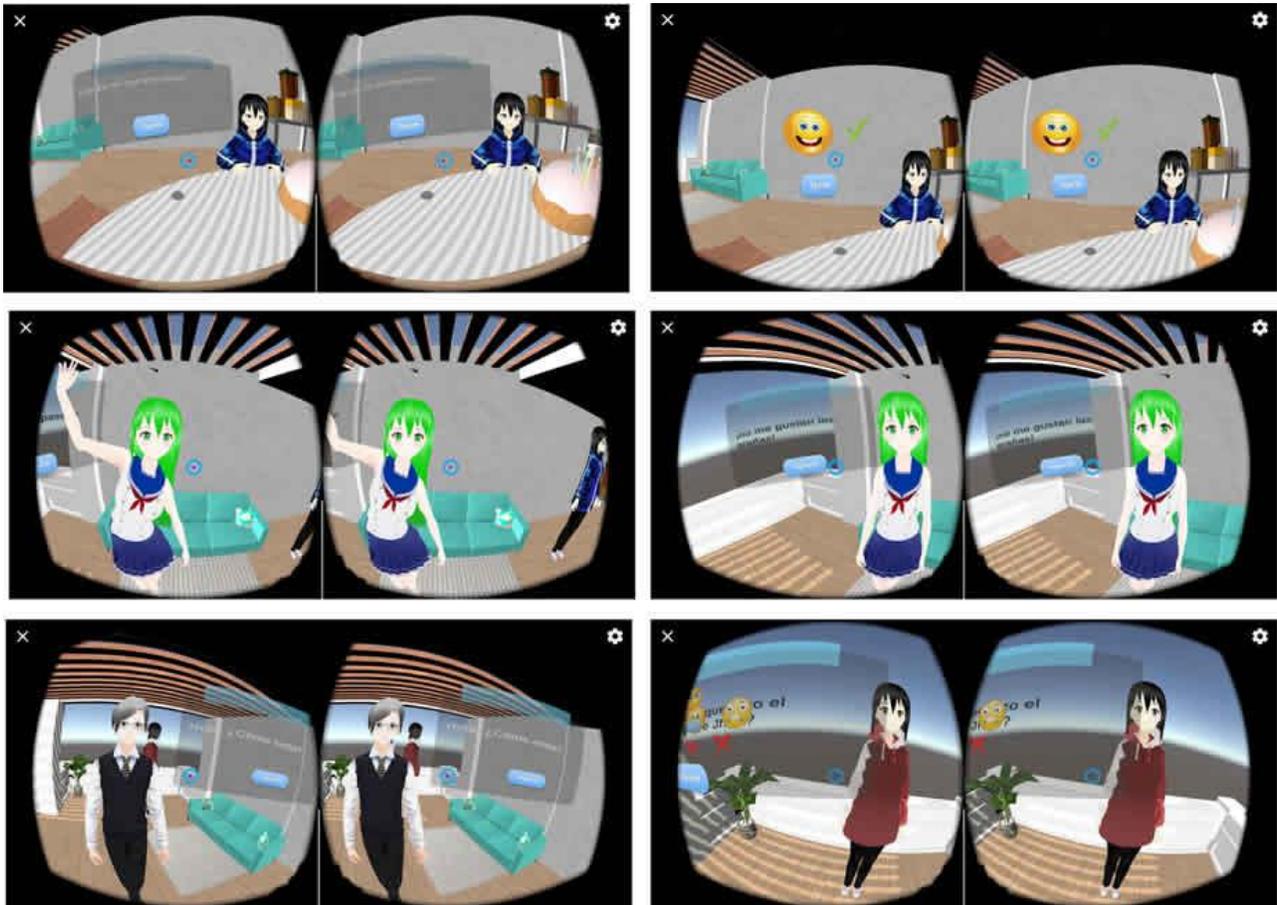
Es importante destacar nuevamente, que debido a la contingencia por la pandemia del COVID-19 ese material de video propio no pudo ser grabado, para la demostración del prototipo en el presente proyecto de grado, en su lugar se tomó como ejemplo temporal al sentimiento correspondiente a un video promocional de la película infantil “*Intensamente*” desarrollada por la empresa *Pixar Animation Studios (Pixar)* [47],[48],[49],[50]. La duración de ese material es de aproximadamente 20 segundos cada uno. De igual manera como el caso del módulo ConóceME, superado el confinamiento obligatorio por la pandemia del COVID-19 se realizará el material propio para el contexto colombiano.

El otro submódulo correspondiente al módulo HáblaME se llama **HS2**. Esta actividad está enmarcada en un ambiente social virtual inspirado en un entorno propio de la adolescencia.

Se trata de la casa de Linda, una adolescente neurotípica que está celebrando su cumpleaños con algunos de sus amigos. En HS2 participan 5 personajes, uno de los cuales es el usuario principal (Asperger) quién interactúa con cada uno de los 4 personajes virtuales (Linda, Jhon, Luci y Ana) en primera persona. En estas interacciones se dan 4 situaciones diferentes comentadas por cada uno de los personajes virtuales, en el avance de la interacción el usuario principal debe reconocer el estado de ánimo que tiene el personaje de acuerdo con la situación descrita y su expresión facial. De igual manera deberá seleccionar comentarios o respuestas que estén acorde al contexto planteado y el sentimiento que puede generar la respuesta seleccionada.

HS2, sirve para conectar el conocimiento de HS1 y llevarlo a una rutina cuyo contexto le dé sentido, de esta manera se busca que el usuario principal pueda establecer una relación

básica entre una situación y un estado de ánimo, así como identificar visualmente la expresión facial de otras personas.



*Figura 26. Algunas imágenes de la actividad HS2 del módulo HáblAME. Tomado de archivo personal.*

### FASE 3: PRUEBAS PRELIMINARES CON PROFESIONALES DE LA SALUD

**Objetivo 4:** Desarrollados los prototipos se realizaron pruebas para evaluaciones cualitativas (ver Tabla1) y cuantitativas (ver Tabla 2) con expertos que atienden a población con diagnóstico de Asperger. Los criterios de clasificación van desde 1 a 3 siendo 1 que no cumple con los criterios necesarios para su aplicación, 2 que los cumple parcialmente y 3 que los cumple completamente (ver Tabla 3). Es importante señalar nuevamente, que la contingencia por el COVID-19 implicó que estas pruebas se realizaran de forma remota haciendo una demostración por video conferencia. El método que se debió usar fue incluir al dispositivo con la aplicación como invitado en la videoconferencia para que se apreciara la interacción que se hizo con el visor. Obviamente, esto no generó una experiencia virtual, pero permitió apreciar la funcionalidad y el diseño de la herramienta por parte de los

especialistas. Como se mencionó anteriormente las características para ser evaluadas en las pruebas fueron:

- **Diseño:** Para determinar si la apariencia es acorde a necesidades de esta población.
- **Sonidos:** Si son adecuados y se ajustan a las actividades y necesidades.
- **Colores:** Si el esquema de colores es apropiado.
- **Usabilidad:** Para determinar si aplicable en personas con Asperger.
- **Actividades:** Si están enmarcadas en los resultados que se persiguen.

En la tabla 1 se pueden apreciar las recomendaciones generales por cada módulo que realizaron los especialistas que participaron en las pruebas funcionales.

*Tabla 1. Resultados cualitativos de las pruebas con profesionales de la salud*

<b>Módulo</b>	<b>Diana Rodríguez TEO</b>	<b>Diana Moya Edu. Esp</b>
<b>Menú Principal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño amigable e intuitivo, con una carga de colores razonables sin embargo se recomienda eliminar el sonido en el menú principal y capacidad de regular niveles de colores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posee una cantidad de elementos razonables, y cumple su fin de direccionar a los módulos de la herramienta.</li> <li>• Se debe permitir ajustar los estímulos como sonidos y colores para evitar sobreestimulación.</li> </ul>
<b>ConóceME</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El concepto de la experiencia en un entorno como un centro comercial es ideal porque es de los lugares en donde una persona con TEA puede experimentar las mayores sobrecargas debido a la cantidad de estímulos que se consiguen en estos lugares.</li> <li>• Está pendiente poder desarrollar el material en el contexto colombiano, sin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El módulo tiene potencial para crear concientización en la población neurotípica.</li> <li>• Se recomienda que el material para este propósito se realice dentro del contexto juvenil colombiano, de manera que sea lo más real y cotidiano posible para el individuo.</li> </ul>

	<p>embargo, se comprende que las circunstancias actuales no lo han hecho posible.</p>	
<p><b>Háblame (HS1)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Este tipo de módulos es ideal para el entrenamiento cognitivo, no obstante, es importante poder regular los factores como la visualización del entorno y los sonidos en caso de existir.</li> <li>• Algunas personas con Asperger podrían no ser candidatos al uso de estos módulos debido a que factores como la hipersensibilidad vestibular la cual podría afectar la experiencia.</li> <li>• No obstante, el hecho de que el movimiento dentro del entorno virtual sea controlado por usuario a través del movimiento de su cabeza ayuda en la tolerancia de la actividad.</li> <li>• El criterio clínico determina a las personas que mejor puedan ser beneficiadas por esta actividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ciclo de la actividad es adecuado para reforzar procesos de aprendizaje sobre las emociones humanas.</li> <li>• Es recomendable que los avatares que sirven en la actividad tengan la mayor cantidad de rasgos humanoides posibles debido a que las personas con Asperger no logran asociar lógicamente que un elemento tan digital sea capaz de tener expresiones faciales.</li> <li>• Este tipo de razonamiento respecto al contenido podría representar un obstáculo en el proceso de aprendizaje.</li> </ul>

<p><b>HáblaME (HS2)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es ideal que en algunas interacciones se pueda observar como una respuesta del usuario genera una expresión en la otra persona.</li> <li>• El contexto es adecuado se podrían añadir de forma controlada más elementos para que la experiencia sea lo más real posible. No obstante, refleja satisfactoriamente una opción de apoyo para el conocimiento sobre algunas habilidades sociales básicas.</li> <li>• Además de poder regular factores como los visuales y sonoros, a futuro sería destacable que el usuario pueda eliminar elementos del ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La actividad debe simular lo más cercano posible a la realidad de los jóvenes a los que se desea presentar la herramienta.</li> <li>• Se propone estandarizar el uso de los avatares de las expresiones faciales para evitar confusión visual respecto a lo aprendido en un módulo y encontrado en el siguiente.</li> <li>• Las características de los avatares deben ser lo más humanoides posibles y tener capacidad de exagerar en diferentes niveles su expresión.</li> <li>• Ya que la música es parte del ambiente que se está recreando sería ideal que fuese más al contexto juvenil colombiano.</li> </ul>
-----------------------------	---	--

La Tabla 2 muestra el promedio obtenido de acuerdo a la evaluación de cada una de las características del prototipo.

*Tabla 2. Evaluación cuantitativa de los especialistas*

Profesional	Diseño	Sonido	Colores	Usabilidad	Actividades	Total	% Obtenido
Diana Rodríguez	3	2	2	3	3	13/15	86,67
Diana Moya	3	3	2	3	2	13/15	86,67

La tabla 3 muestra la escala Likert para valorar la calificación de cada criterio evaluado.

*Tabla 3. Criterios de clasificación*

<b>Criterio</b>	<b>Nota</b>
<i>No cumple</i>	<i>1</i>
<i>Cumple parcialmente</i>	<i>2</i>
<i>Cumple</i>	<i>3</i>

### **Observaciones generales:**

La calificación máxima posible total es de 15 puntos, para ambas pruebas realizadas se obtuvo una calificación de 13 puntos, cuyas evaluaciones variaron entre unas características según el criterio de cada especialista. En la tabla 2 se puede observar que los resultados fueron diferentes en cuanto al sonido y las actividades, esta diferencia en términos generales se refiere a que el sonido propuesto en el módulo HS2 podría considerarse adecuado debido a que el contexto que se maneja es una fiesta juvenil. Sin embargo, la especialista en Educación Especial considera que sería más recomendable que esa música de ambiente tenga más relación con el contexto juvenil colombiano para darle mayor realidad. En cuanto a las actividades, en general coincidieron en su análisis y utilidad, para este caso la especialista en Educación Especial recomendó que unas actividades más prometedoras podrían ser aquellas en donde se genera una mayor carga de ansiedad y que son si se quiere necesarias e inevitables tales como la visita al dentista, cortarse el cabello o una actividad en donde se rompa la rutina como por ejemplo un ambiente de escuela en donde el maestro no pueda asistir y altere de esta manera la rutina ya sea por aplazamiento de la clase o sustitución del maestro. Las recomendaciones realizadas por cada especialista se pueden apreciar en el Anexo 8.

No obstante, como puede observarse, la evaluación obtenida alcanza un promedio de 86,67% de aceptación, lo que nos indica que el prototipo debe continuar ajustando características, pero obtuvo una alta aprobación por parte de los especialistas con los que se pudieron realizar las pruebas.

### **Recomendaciones de los especialistas:**

Las profesionales que llevaron a cabo las pruebas tienen enfoques de atención diferentes:

Dra. Diana Rodríguez es Terapeuta Ocupacional especialista en Integración Sensorial y presta atención terapéutica entre otras a personas diagnosticadas con Asperger.

Licenciada Diana Moya, es Psicopedagoga especialista en educación especial y trabaja en entornos terapéuticos y educativos con diferentes tipos de discapacidades incluyendo también al Asperger.

Sus enfoques son diferentes dentro de la terapia, sin embargo, es interesante que en muchos puntos de la evaluación llegaron a resultados parecidos. Cobra gran importancia

que el usuario tenga capacidad dentro de la herramienta para regular estímulos, que el contexto del ambiente sea lo más ajustado al juvenil colombiano y también surgen ideas acerca de otras situaciones con las que se podrían generar nuevos escenarios de interacción como la escuela, visita al médico, entre otras.

Todos los cambios que se vayan aplicando permitirán robustecer la herramienta y concentrar en una misma plataforma criterios y necesidades desde diferentes especialidades que sin duda alguna redundarán en beneficios para los usuarios que puedan hacer uso de ella en un futuro. Ambos profesionales con los que se pudieron realizar las pruebas coinciden en su utilidad y aplicabilidad en adolescentes con el diagnóstico de Asperger, además se encuentran abiertos al uso de tecnologías y herramientas innovadoras que complementen los esquemas de terapia que actualmente llevan a cabo con sus pacientes.

El prototipo presentado para efectos del proyecto de grado seguirá siendo evaluado por profesionales de otras especialidades que puedan ir nutriendo cada vez más este desarrollo.

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, dejan ver desde 2 perspectivas diferentes (Terapia Ocupacional y Psicopedagogía) el potencial que tiene el prototipo presentado, con miras a ser usado como complemento en los abordajes terapéuticos de adolescentes con Asperger. La capacidad por parte del usuario para regular los estímulos en los escenarios y el contexto de las actividades basado en los rangos de edad propuestos le da al prototipo un valor agregado. Evidentemente también se plantean aspectos y ajustes relevantes que serán tomados en cuenta para que su posible implementación sea cada vez más factible.

De acuerdo con la retroalimentación recibida de los especialistas, estos resultados pueden explicarse a partir del hecho de que un tipo de herramienta novedosa como la presentada en el proyecto, resulta ideal como apoyo terapéutico dada la afinidad natural que tienen los niños y jóvenes por las tecnologías más allá de la condición que puedan presentar. Proyectos previos como “CicerOn” del Centro Universitario de Tecnología y Arte Digital (U-tad) de España, y Brain Power LLC en los Estados Unidos, tienen en común con este proyecto su orientación a necesidades puntuales tales como el reconocimiento de emociones o la comunicación en público, y estas herramientas ya forman parte del apoyo terapéutico real en personas con algún tipo de autismo y por su puesto la participación de especialistas de la salud fue de invaluable relevancia para estos proyectos mencionados.

Esto nos demuestra que, aunque deseáramos haber podido realizar más pruebas y que los participantes hubiesen podido experimentar de forma presencial la experiencia virtual, el hecho de establecer en los objetivos el identificar las necesidades más relevantes en cuanto a las habilidades sociales de las personas con Asperger, el incluir al equipo interdisciplinar y enfocar el prototipo hacia dar solución a una disfunción específica es un camino adecuado que podrá ir haciendo crecer al proyecto en función del tiempo.

Este proyecto desde su concepción buscó generar beneficios que permitan mejorar las habilidades sociales en adolescentes con Asperger, la información recabada y los resultados obtenidos en el proyecto nos permiten dimensionar las necesidades y el potencial que tienen este tipo de tecnologías como apoyo terapéutico complementario en una condición como el Asperger. No obstante, a modo general no podrían ser suficientes como para estandarizar un desarrollo de esta naturaleza a gran escala. Este es uno de los motivos por los cuales se estableció como alcance del proyecto la creación de un prototipo que contuviese actividades puntuales orientadas al apoyo en habilidades sociales.

Sin embargo, sucede que las habilidades sociales son extensas y muchas cosas interfieren en ese proceso, el pragmatismo en la comunicación, las condiciones sobrevenidas en la interacción, la disfunción en el procesamiento sensorial, así como el desconocimiento presente en el resto de la población son factores para considerar. Lo cierto es, que los ambientes como los escenarios virtuales permiten que muchos de estos factores se encuentren bajo nuestro control y eso se traduce en que las personas con la condición puedan llevar a cabo los entrenamientos de una manera más cómoda para ellos.

Las mayores limitaciones encontradas en el proyecto fueron las relacionadas a la última fase del desarrollo y las pruebas. Las condiciones para llevarlas a cabo no fueron las esperadas debido a que coincidieron con la emergencia sanitaria por el COVID-19 y además de ello, derivado de esta situación hubo mucha indisposición por parte de otros especialistas para poder llevar a cabo más pruebas que nos permitieran una mayor retroalimentación. Sin embargo, las pruebas realizadas lograron hacerse de la mejor manera posible y obtenerse unos resultados razonables más no concluyentes.

## 6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El presente proyecto se desarrolló y se aplicó una metodología que permitiera obtener un prototipo de herramienta a partir de las necesidades y características de los adolescentes con Asperger obtenidas en la fase 1 en la cual se realizó el levantamiento de información con el equipo interdisciplinar. Además de ello, se realizó una investigación con trabajos previos similares, y a pesar de que se ha logrado cumplir el objetivo del desarrollo del prototipo mucho trabajo queda por hacer, ya que este da respuesta a una necesidad específica dentro del mundo de las habilidades sociales. Existen muchas otras áreas de oportunidad que por nuestra parte seguiremos revisando de la mano de especialistas que están dispuestos a apoyarnos para darle forma a una herramienta que pueda apoyar a esta población en diferentes aspectos y etapas de la vida.

Más allá de las intenciones que se puedan tener, los esfuerzos podrían quedar cortos si estas iniciativas no se apoyan lo suficientemente desde los centros de investigación. Dado el número significativo de personas con TEA y la importancia de su inclusión eficiente en la sociedad, es evidente la necesidad del desarrollo de tecnologías innovadoras que ayuden a este fin. Por lo cual, se espera que a futuro se puedan generar innovaciones en la que por ejemplo la Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad del Rosario, así como otras universidades y empresas dedicadas al desarrollo de tecnologías inclusivas, puedan unir esfuerzos para hacer aportes significativos a través de grupos de investigación en neuro diversidades, para generar soluciones tangibles y aplicables en el campo de los trastornos del neurodesarrollo.

A su vez, la Maestría en Ingeniería Biomédica derivado de estas investigaciones podría fomentar una línea de trabajo relacionada a las tecnologías de contenidos virtuales aplicadas a la salud, incentivar a los estudiantes de pre y postgrado para unirse a nuevos grupos de investigación y desarrollo para crear mayores oportunidades en este campo de estudio y su posible aplicación en diferentes neuro discapacidades. Esto sería un gran paso, puesto que en el país no se manejan cifras específicas sobre las personas que tienen TEA, y hay escasos proyectos como este que apuesten a complementar esquemas clínicos y terapéuticos para su manejo basados en estas tecnologías como la RV u otras.

La academia debe sin duda alguna promover la investigación que permita conocer más sobre estas y otras condiciones, solo este conocimiento permitirá a largo plazo el desarrollo de más y mejores herramientas tecnológicas que mejoren la calidad de vida de los que más lo necesitan. También podrían derivarse de estas investigaciones, por ejemplo, planes inclusivos para la capacitación, la educación universitaria y para el trabajo especializado en personas con la condición.

Por nuestra parte, seguiremos trabajando de la mano de especialistas e instituciones para que se materialice la aplicación de esta herramienta como complemento tecnológico en las terapias para el TEA. También continuar con la investigación para generar nuevos contenidos y utilidades relacionadas a diferentes tópicos, niveles de funcionalidad y rangos de edad que permitan a través estas actividades y haciendo uso de diferentes tecnologías ayudar al mejoramiento de los aspectos y disfuncionalidades que presenta la población con Asperger, así como con otras variaciones del autismo.

## 7. CONCLUSIONES

En el presente proyecto se identificaron los más importantes retos que presentan las personas con Asperger durante la adolescencia. Esta sin duda es una etapa de la vida significativamente complicada para todas las personas, y como ya hemos mencionado se caracteriza por una importancia muy elevada de las rutinas sociales, y justo allí es donde las personas con Asperger tienen sus más grandes conflictos.

También se pudo dejar ver el potencial de las tecnologías como la realidad virtual y herramientas como el prototipo presentado, para ayudar a personas con deficiencias en las habilidades sociales tal como es el caso de los individuos con Asperger. Pero también fue evidente dentro de la investigación llevada a cabo, que estas personas tienen grandes capacidades en diferentes aspectos, de manera que regular sus habilidades sociales son solo un paso para que esas capacidades se conviertan de un factor que los aísla por “raros o incomprendidos” a beneficiosos y hasta admirables tanto para ellos como la comunidad en general.

Muchos de esos talentos a veces se desperdician porque las dificultades sociales que en la mayoría de los casos presentan, más el desconocimiento de quienes los rodean hacen insostenible su permanencia en entornos laborales o académicos, lo cual resulta en que se aparten de forma innecesaria de la sociedad. De manera que insistimos que el desconocimiento es parte del problema, la balanza debe ser equilibrada tanto del lado de los neurotípicos como de los que presentan la condición.

La inclusión de la que tanto se habla no podrá nunca ser efectiva si la población denominada neurotípica no comprende acerca de las diversidades humanas y las necesidades que conlleva el tener una condición como esta. El Trastorno del Espectro del Autismo, en ninguna de sus variaciones es una enfermedad, ellos no se curan pues no tienen nada de que curarse, de manera que solo a través del conocimiento podremos fomentar que el resto de la población se concientice y aprenda a convivir con estas diferencias.

**ConóceME**, es un módulo que se creó para busca crear conocimiento en los entornos inmediatos de las personas con TEA, esos entornos en donde ellos se desenvuelven y en los que presentan rupturas en la comunicación. Para las personas neurotípicas es importante saber sobre las realidades humanas ¿cómo actúan? ¿de qué se tratan? ¿que sienten? Son algunas de las preguntas a las que se deben dar respuesta y como ya se ha dicho anteriormente normalizar y tolerar su existencia de la mejor manera posible.

De manera, que este módulo busca generar ese equilibrio en función a que el resto de la población entienda la existencia de personas con la condición del autismo en sus diferentes vertientes. Creemos firmemente que al reconocer las limitaciones que estos poseen, la interacción podría volverse más comprensiva y menos juzgante.

En esta primera versión del prototipo, los resultados han sido satisfactorios y demuestran el potencial que tienen este tipo de herramientas como co-adyudantes en el proceso terapéutico de la población con la condición del Asperger. Nuestro proyecto según la evaluación obtenida de los especialistas de la salud puede contribuir a través de las actividades desarrolladas por una parte a ayudar a los adolescentes con Asperger a reconocer diferentes estados de ánimo que pueden manifestar otras personas y que en muchos casos para ellos se torna difícil procesar y entender sus expresiones faciales. Al poderlas reconocer, podrían disminuir algunas conductas que no se adaptan a esas situaciones ya que a través de este entrenamiento ellos podrán actuar de una manera más apropiada, por lo que el módulo **HáblaME** contribuye para este fin.

Los especialistas permitieron conocer más acerca de la condición y las dificultades más comunes y relevantes que presentan las personas con Asperger, la necesidad de crear puentes que permitan entendernos es fundamental. Los módulos del prototipo orientados a la mejora de habilidades sociales tratan de acuerdo al alcance de este proyecto de “traducir” comportamientos y expresiones habituales que generalmente ellos no logran reconocer y esto supone una de las grandes barreras de comunicación como mencionamos anteriormente.

De manera que es importante resaltar que la idea de las actividades terapéuticas convencionales y las propuestas tecnológicas como las de este proyecto, no son revertir el autismo, puesto que actualmente eso no es posible, sin embargo, lo que se persigue a través de estas intervenciones es que la persona pueda dentro de su entorno desenvolverse de una manera más adecuada. Es por ello que las actividades del prototipo actúan como un simulador en donde el usuario recibe un entrenamiento sobre un determinado tópico en un ambiente controlado que le permita concentrarse en la actividad y cuyas situaciones podrá conseguirse en el mundo real y ante las cuales ya tendrá un conocimiento para aplicar y que le permitirá una interacción más eficiente.

La tecnología seguirá evolucionando para generar herramientas que desde el diagnóstico ayuden en diferentes etapas de la vida del autista para que su integración sea más plena y productiva. Podemos lograr sin duda alguna que a través de los medios indicados las personas con autismo sean funcionales en muchos aspectos de la vida, y que gran parte de esta población logre desarrollar actividades académicas, laborales, profesionales y personales de la mejor manera que sea posible, disminuyendo así, la muchas veces innecesarias cargas sociales y familiares.

## REFERENCIAS

- [1] MUÑOZ-YUNTA JA. Guía médica y neuropsicológica del autismo. Barcelona: Fundación Autisme Mas Casadevall; 2005.
- [2] TALERO, C., MARTÍNEZ, L. E., MERCADO, M., & OVALLE, J. P. (2003). V1N1a7. 1(1), 68–85.
- [3] BARTHELEMY, C., FUENTES, J., HOWLIN, P., & VAN DER GAAG, R. (2017). Personas con trastorno del espectro del autismo. *Autism Europe*, 1–28.
- [4] HIRTZ, D. G., WAGNER, A., FILIPEK, P. A., & SHERR, E. H. (2017). Autistic Spectrum Disorders. *Swaiman's Pediatric Neurology: Principles and Practice: Sixth Edition*, 459–471. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-37101-8.00057-6>
- [5] CAMPOS PAREDES, C. (2007). Trastornos del espectro autista. 185.
- [6] ALMÉRAS, D., & MILOSAVLJEVIC, V. (2014). Informe regional sobre la medición de la discapacidad. Una mirada a los procedimientos de medición de la discapacidad en América Latina y el Caribe. CEPAL Decimotercera Reunión Del Comité Ejecutivo de La Conferencia Estadística de Las Américas de La Comisión Económica Para América Latina y El Caribe, 3860, 48.
- [7] EVANS B. How autism became autism: The radical transformation of a central concept of child development in Britain. *Hist Human Sci.* 2013 Jul;26(3):3-31. doi: 10.1177/0952695113484320. PMID: 24014081; PMCID: PMC3757918.
- [8] DONVAN JOHN, ZUCKER CAREN (2016, Ago 14). Neurociencia – Sukhareva Available: <https://iralonso.es/2017/08/14/sukhareva>
- [9] ASPERGER, H. (2012). El autismo 70 años después de Leo Kanner y. 32(1943), 567–587. <https://doi.org/10.4321/S0211-57352012000300008>
- [10] Sean Cohmer (2014 Ago 19). “Early Infantile Autism and the Refrigerator Mother Theory (1943-1970)” Disponible en: <https://embryo.asu.edu/pages/early-infantile-autism-and-refrigerator-mother-theory-1943-1970>
- [11] WEISS MJ, VOLPE S, CIHON J. Autism: History and Diagnosis. *The Encyclopedia of Child and Adolescent Development*. 2019 Dec 20:1-3.
- [12] SANTOS RIESGO, R. D., JOSIANE RANZAN, M. M. B., BRAGATTI WINCKLER, M. I., & OHLWEILER, L. (2013). Evolución De Los Niños Con Retraso Del Desarrollo Y Conductas Del Espectro Autista. *Medicina (Buenos Aires)*, 73(Supp 1), 16–19.
- [13] LOVAAS, O.I. (1981). *Teaching Developmentally Disabled Children: The Me Book*.
- [14] LOVAAS, O. I. (2003). *Teaching individuals with developmental delays: Basic intervention techniques*. PRO-ED.

- [15] Cleveland Clinic Medical Professional (2011 Feb 1). "Asperger Syndrome" Disponible en: <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/6436-asperger-syndrome>.
- [16] AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). Diagnóstico and Statistical Manual of Mental Disorders. Washington, DC: American Psychiatric Association, 1952.
- [17] AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). Diagnóstico and Statistical Manual of Mental Disorders, 2nd Edition. Washington, DC: American Psychiatric Association, 1968.
- [18] AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). Diagnóstico and Statistical Manual of Mental Disorders, 3rd Edition. Washington, DC: American Psychiatric Association, 1980.
- [19] AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). Diagnóstico and Statistical Manual of Mental Disorders, 3rd Edition, Revised. Washington, DC: American Psychiatric Association, 1987.
- [20] AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). Diagnóstico and Statistical Manual of Mental Disorders, 4th Edition, Text Revision. Washington, DC: American Psychiatric Association, 2000.
- [21] ARAGONA M. The concept of mental disorder and the DSM-V. Dial Phil Ment Neuro Sci 2009; 2: 1-14.
- [22] ARTIGAS-PALLARÉS J. ¿Sabemos qué es un trastorno? Perspectivas del DSM 5. Rev Neurol 2011;52 (S01):59-69.
- [23] AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). Diagnóstico and Statistical Manual of Mental Disorders, 4th Edition. Washington, DC: American Psychiatric Association, 1994.
- [24] 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>
- [25] AUTISTA, D. E. L. E. (2012). OPINIONES, DEBATES Y CONTROVERSIAS. 60(1), 60–66.
- [26] CONTALDO, A., COLOMBI, C., PIEROTTI, C., MASONI, P., & MURATORI, F. (2020). Outcomes and moderators of Early Start Denver Model intervention in young children with autism spectrum disorder delivered in a mixed individual and group setting. Autism, 24(3), 718–729. <https://doi.org/10.1177/1362361319888344>.
- [27] BATAYNEH, O. B. AL, & KHADER, T. S. N. Y. S. (2020). Effectiveness of a tooth - brushing programme using the picture exchange communication system ( PECS ) on gingival health of children with autism spectrum disorders. European Archives of Paediatric Dentistry, 21(2), 277–283. <https://doi.org/10.1007/s40368-019-00485-x>

- [28] ICHIKAWA, K., TAKAHASHI, Y., ANDO, M., ANME, T., ISHIZAKI, T., & YAMAGUCHI, H. (2013). TEACCH-based group social skills training for children with high-functioning autism : a pilot randomized controlled trial. 1–9.
- [29] SMITHA BHANDARI, MD, WebMD, LLC. (2018 May 20). Asperger's Syndrome Disponible en :<https://www.webmd.com/brain/autism/mental-health-aspergers-syndrome>
- [30] KE, F., & IM, T. (2013). Virtual-reality-based social interaction training for children with high-functioning autism. *Journal of Educational Research*, 106(6), 441–461. <https://doi.org/10.1080/00220671.2013.832999>.
- [31] Morton L. Heiling. “*The father of virtual reality.*” Disponible en: <http://www.mortonheilig.com/>
- [32] Bridget Poetker (2019, Sep 26). “*The Very Real History of Virtual Reality*” (+A Look Ahead) Disponible en : <https://learn.q2.com/history-of-virtual-reality>.
- [33] STONE, R. J., PANFILOV, P. B., & SHUKSHUNOV, V. E. (2011). Evolution of aerospace simulation: From immersive Virtual Reality to serious games. RAST 2011 - Proceedings of 5th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, (July), 655–662. <https://doi.org/10.1109/RAST.2011.5966921>
- [34] FENGFENG KE & TAMI IM (2013) Virtual-Reality-Based Social Interaction Training for Children with High-Functioning Autism, *The Journal of Educational Research*, 106:6,441-461, DOI: 10.1080/00220671.2013.832999.
- [35] LU, A., CHAN, S., CAI, Y., HUANG, L., NAY, Z. T., & GOEI, S. L. (2018). Learning through VR gaming with virtual pink dolphins for children with ASD. *Interactive Learning Environments*, 26(6), 718–729. <https://doi.org/10.1080/10494820.2017.1399149>
- [36] MARTIN-SANJOSE, J. F., JUAN, M. C., MOLLÁ, R., & VIVÓ, R. (2017). Advanced displays and natural user interfaces to support learning. *Interactive Learning Environments*, 25(1), 17–34. <https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1090455>
- [37] KE, F., & LEE, S. (2016). Virtual reality based collaborative design by children with high-functioning autism: design-based flexibility, identity, and norm construction. *Interactive Learning Environments*, 24(7), 1511–1533. <https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1040421>
- [38] MANTZIOU, O., VRELLIS, I., & MIKROPOULOS, T. A. (2015). Do Children in the Spectrum of Autism Interact with Real-time Emotionally Expressive Human Controlled Avatars? *Procedia Computer Science*, 67(Dsai), 241–251. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.268>

[39] Centro Universitario De Tecnología Y Arte Digital. U-TAD (2016 Jul 18).” CicerOn: Realidad virtual como terapia” Disponible en: <https://www.u-tad.com/cuando-la-realidad-virtual-ayuda-a-las-personas-con-sindrome-de-asperger/>

[40] Autismo Madrid (2017 Jun 22). “Cuando la Realidad Virtual ayuda a las personas con síndrome de Asperger” Disponible en: <https://autismomadrid.es/asperger/ciceron-realidad-virtual-terapia/>

[41] I-JUI LEE, LING-YI LIN, CHIEN-HSU CHEN AND CHI-HSUAN CHUNG (May 23rd 2018). How to Create Suitable Augmented Reality Application to Teach Social Skills for Children with ASD, State of the Art Virtual Reality and Augmented Reality Knowhow, Nawaz Mohamudally, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.76476. Available from: <https://www.intechopen.com/books/state-of-the-art-virtual-reality-and-augmented-reality-knowhow/how-to-create-suitable-augmented-reality-application-to-teach-social-skills-for-children-with-asd>

[42] SHANNON AND JONATHAN, “Brain Power,” BRAIN POWER, 11-Oct-2019.

[43] M. Garreta Domingo; E. Mor Pera. “Diseño centrado en el usuario.” Universitat Oberta de Catalunya. PID\_00176058. Disponible en: [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Interaccion\\_persona\\_ordenador/Interaccion\\_persona\\_ordenador\\_\(Modulo\\_3\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Interaccion_persona_ordenador/Interaccion_persona_ordenador_(Modulo_3).pdf)

[44] Sergey Gladkiy (2018, Jun 14). “*User-Centered Design: Process And Benefits* [Online]”. Disponible en: <https://producttribe.com/ux-design/user-centered-design-guide>

[45] Google cardboard ® (2020). “*Get your Cardboard.*” Disponible en: <https://arvr.google.com/cardboard/get-cardboard/>

[46] The National Autistic Society (2016 Jun 09). “*Autism TMI Virtual Reality Experience*” Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=DgDR\\_gYk\\_a8](https://www.youtube.com/watch?v=DgDR_gYk_a8)

[47] [Disney Studios LA \(2014 nov 28\)](#). “Intensa-Mente: Conoce a Furia” Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=s19-bKE18Jo>

[48] [Disney Studios LA \(2014 nov 28\)](#). “Intensa-Mente: Conoce a [Alegría](#)” Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=9VUqDTSnMG0>

[49] [Disney Studios LA \(2014 nov 25\)](#). “Intensa-Mente: Conoce a [Tristeza](#)” Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=HkespDZHR60>

[50] [Disney Studios LA \(2014 nov 26\)](#). “Intensa-Mente: Conoce a [Temor](#)” Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=4lLfB30XOW0>

[51] Telemadrid (2018 Feb 6). “Eso no se pregunta: Síndrome de Asperger.” Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=-NpNGldTamQ>

## ANEXOS

Tabla I.

*Criterios diagnósticos del DSM I (1952) y el DSM II (1968) para la esquizofrenia de tipo infantil.*

DSM I (1952) - Reacción esquizofrénica, tipo infantil.

Contempla el autismo como una forma de esquizofrenia, siguiendo la línea previa a las aportaciones de Leo Kanner.

DSM II (1968) – Esquizofrenia de tipo infantil.

Esta categoría se utilizó para los síntomas esquizofrénicos que aparecen antes de la pubertad. Se considera que la enfermedad puede manifestarse por: comportamiento autista y atípico, fracaso para desarrollar una identidad separada de la madre, inmadurez y alteraciones del desarrollo.

Estas alteraciones del desarrollo pueden provocar retraso mental, el cual también debe diagnosticarse.

*Anexo 1- Criterios Diagnósticos del DSM (1952) y DSM II (1968) – Tomado de [16] [17].*

Tabla II.

*Criterios diagnósticos del DSM III para el autismo infantil. 1980.*

6 criterios para el diagnóstico del autismo infantil:

A. Inicio antes de los 30 meses.

B. Déficit generalizado de receptividad hacia a las otras personas (autismo)

C. Déficit importante en el desarrollo del lenguaje

D. Si hay lenguaje se caracteriza por patrones peculiares tales como ecolalia inmediata o retrasada lenguaje metafórico e inversión de pronombres.

E. Respuestas extrañas a varios aspectos del entorno; por ejemplo, resistencia a los cambios, interés peculiar o apego a objetos animados o inanimados.

F. Ausencia de ideas delirantes, alucinaciones, asociaciones laxas e incoherencia como sucede en la esquizofrenia

*Anexo 2- Criterios Diagnósticos del DSM III – Tomado de [18]*

Tabla III.  
*Criterios diagnósticos del DSM III-R para el trastorno autista. 1987.*

Por los menos deben estar presentes 8 de los siguientes 16 criterios, de los cuales deben incluirse por lo menos 2 ítems de A, uno de B y uno de C.

A. Alteración cualitativa en la interacción social recíproca (los ejemplos entre paréntesis han sido organizados de modo que los listados en primer lugar sean los que sean más aplicables a los más pequeños o más afectados, y los últimos a los mayores o menos afectados) manifestado por lo siguiente:

1. Marcada falta de consciencia de la existencia de sentimiento en las otras personas (por ejemplo trata a la persona como si fuera un objeto o un mueble; no detecta el malestar en la otra persona; en apariencia no tiene el concepto de la necesidad de privacidad de los demás).
2. Ausencia o alteración en la busca de consuelo en los momentos de angustia (por ejemplo, no busca consuelo cuando está enfermo, se hace daño, o está cansado; busca consuelo de forma estereotipada, por ejemplo dice: "queso, queso, queso" cuando algo le duele).
3. Ausencia o alteración en la imitación (por ejemplo, no gesticula bye-bye; no coopera en las actividades domésticas de los padres; imitación mecánica de las acciones de los demás fuera de contexto).
4. Ausencia o alteración en la imitación del juego social (por ejemplo, no participa activamente en juegos simples, prefiere el juego solitario; solo involucra a los otros niños en el juego como soporte mecánico).
5. Alteración importante en la habilidad para hacer amigos entre los iguales (por ejemplo, falta de interés en hacer amistad con iguales a pesar de tener aficiones similares; muestra falta de comprensión de las normas de interacción social, por ejemplo leer el listín de teléfono a compañeros que no les interesa).

B. Alteración cualitativa en la comunicación verbal y no verbal y juego imaginativo (los ítems enumerados han sido organizados de modo que los listados en primer lugar sean los que sean más aplicables a los más pequeños o más afectados, y los últimos a los mayores o menos afectados) manifestado por lo siguiente:

1. Ausencia de forma de comunicación, como: balbuceo comunicativo, expresión facial, gesticulación, mímica o lenguaje hablado.
2. Comunicación no verbal marcadamente anormal, como el uso de contacto visual, expresión facial, gestos para iniciar o modular la interacción social (por ejemplo, no anticipa para ser tomado en brazos, se pone rígido cuando se le toma en brazos, no mira a la persona o sonríe cuando realiza un contacto social, no recibe o saluda a las visitas, mantiene la mirada perdida en las situaciones sociales);
3. Ausencia de juego simbólico, como imitar actividades de los adultos, per-sonajes de fantasía o animales; falta de interés en historias sobre acontecimientos imaginarios.
4. Claras alteraciones en el habla, incluyendo, volumen, tono, acento, velocidad, ritmo y entonación (por ejemplo, tono monótono, prosodia interrogativa, tono agudo).
5. Claras alteraciones en la forma o contenido del lenguaje, incluyendo uso estereotipado o repetitivo del lenguaje (por ejemplo, ecolalia inmediata o repetición mecánica de anuncios de la televisión); uso del "tu" en lugar del "yo" (por ejemplo, decir "quieres una galleta" para decir "quiero una galleta"; uso idiosincrático de palabras o frases (por ejemplo, "montar en el verde" para decir "yo quiero montar en el columpio"); o frecuentes comentarios irrelevantes (por ejemplo, empezar a hablar de horarios de trenes durante una conversación sobre viajes).

6. Clara alteración en la capacidad para iniciar o mantener una conversación con los demás, a pesar de un lenguaje adecuado (por ejemplo dejarse llevar por largos monólogos sobre un tema a pesar de las exclamaciones de los demás).

C. Claro repertorio restringido de intereses y actividades manifestado por lo siguiente:

1. Movimientos corporales estereotipados (por ejemplo, sacudir o retorcer las manos, dar vueltas, golpear la cabeza, movimientos corporales complejos).

2. Preocupación persistente por partes de objetos (por ejemplo, olfatear objetos, palpar reiteradamente la textura de objetos, girar ruedas de coches de juguete) o apego a objetos inusuales (por ejemplo, insistir en llevar encima un trozo de cuerda).

3. Manifiesto malestar por cambios en aspectos triviales del entorno (por ejemplo, cuando se cambia un jarro de su lugar habitual).

4. Insistencia irracional para seguir rutinas de modo muy preciso (por ejemplo, insistir en que siempre se debe seguir exactamente la misma ruta para ir a la compra).

5. Manifiesto rango restringido de intereses y preocupación por un interés concreto (por ejemplo, interesado en alinear objetos, acumular datos sobre meteorología o pretender ser un personaje de fantasía).

D. Inicio durante la primera infancia

Especificar si se inicia en la niñez (después de los 36 meses).

*Anexo 3- Criterios Diagnósticos del DSM III-R – Tomado de [19]*

Tabla IV.  
*Criterios diagnósticos del DSM IV-TR para el trastorno autista, 2000.*

- A. Para darse un diagnóstico de autismo deben cumplirse seis o más manifestaciones del conjunto de trastornos (1) de la relación, (2) de la comunicación y (3) de la flexibilidad. Cumpliéndose como mínimo dos elementos de (1), uno de (2) y uno de (3).
- (1) Trastorno cualitativo de la relación, expresado como mínimo en dos de las siguientes manifestaciones:
- (a) Trastorno importante en muchas conductas de relación no verbal, como la mirada a los ojos, la expresión facial, las posturas corporales y los gestos para regular la interacción social.
  - (b) Incapacidad para desarrollar relaciones con iguales adecuadas al nivel evolutivo.
  - (c) Ausencia de conductas espontáneas encaminadas a compartir placeres, intereses o logros con otras personas (por ejemplo, de conductas de señalar o mostrar objetos de interés).
  - (d) Falta de reciprocidad social o emocional.
- (2) Trastornos cualitativos de la comunicación, expresados como mínimo en una de las siguientes manifestaciones:
- (a) Retraso o ausencia completa de desarrollo del lenguaje oral (que no se intenta compensar con medios alternativos de comunicación, como los gestos o mímica).
  - (b) En personas con habla adecuada, trastorno importante en la capacidad de iniciar o mantener conversaciones.
  - (c) Empleo estereotipado o repetitivo del lenguaje, o uso de un lenguaje idiosincrático.
  - (d) Falta de juego de ficción espontáneo y variado, o de juego de imitación social adecuado al nivel evolutivo.
- (3) Patrones de conducta, interés o actividad restrictivos, repetidos y estereo-tipados, expresados como mínimo en una de las siguientes manifestaciones:
- (a) Preocupación excesiva por un foco de interés (o varios) restringido y estereotipado, anormal por su intensidad o contenido.
  - (b) Adhesión aparentemente inflexible a rutinas o rituales específicos y no funcionales.
  - (c) Estereotipias motoras repetitivas (por ejemplo, sacudidas de manos, retorcer los dedos, movimientos complejos de todo el cuerpo, etc.).
  - (d) Preocupación persistente por partes de objetos.
- B. Antes de los tres años, deben producirse retrasos o alteraciones en una de estas tres áreas: (1) interacción social, (2) empleo comunicativo del lenguaje o (3) juego simbólico.
- C. La perturbación no encaja mejor con un trastorno de Rett o trastorno desintegrativo infantil.

*Anexo 4- Criterios Diagnósticos del DSM IV-TR – Tomado de [20]*

**TABLA 2 Niveles de gravedad del trastorno del espectro del autismo**

Nivel de gravedad	Comunicación social	Comportamientos restringidos y repetitivos
Grado 3 "Necesita ayuda muy notable"	Las deficiencias graves de las aptitudes de comunicación social verbal y no verbal causan alteraciones graves del funcionamiento, inicio muy limitado de las interacciones sociales y respuesta mínima a la apertura social de otras personas. Por ejemplo, una persona con pocas palabras inteligibles que raramente inicia interacción y que, cuando lo hace, realiza estrategias inhabituales sólo para cumplir con las necesidades y únicamente responde a aproximaciones sociales muy directas.	La inflexibilidad de comportamiento, la extrema dificultad de hacer frente a los cambios u otros comportamientos restringidos/repetitivos interfieren notablemente con el funcionamiento en todos los ámbitos. Ansiedad intensa/dificultad para cambiar el foco de acción.
Grado 2 "Necesita ayuda notable"	Deficiencias notables de las aptitudes de comunicación social verbal y no verbal; problemas sociales aparentes incluso con ayuda <i>in situ</i> ; inicio limitado de interacciones sociales; y reducción de respuesta o respuestas no normales a la apertura social de otras personas. Por ejemplo, una persona que emite frases sencillas, cuya interacción se limita a intereses especiales muy concretos y que tiene una comunicación no verbal muy excéntrica.	La inflexibilidad de comportamiento, la dificultad de hacer frente a los cambios u otros comportamientos restringidos/repetitivos aparecen con frecuencia claramente al observador casual e interfieren con el funcionamiento en diversos contextos. Ansiedad y/o dificultad para cambiar el foco de acción.
Grado 1 "Necesita ayuda"	Sin ayuda <i>in situ</i> , las deficiencias en la comunicación social causan problemas importantes. Dificultad para iniciar interacciones sociales y ejemplos claros de respuestas atípicas o insatisfactorias a la apertura social de otras personas. Puede parecer que tiene poco interés en las interacciones sociales. Por ejemplo, una persona que es capaz de hablar con frases completas y que establece comunicación pero cuya conversación amplia con otras personas falla y cuyos intentos de hacer amigos son excéntricos y habitualmente sin éxito.	La inflexibilidad de comportamiento causa una interferencia significativa con el funcionamiento en uno o más contextos. Dificultad para alternar actividades. Los problemas de organización y de planificación dificultan la autonomía.

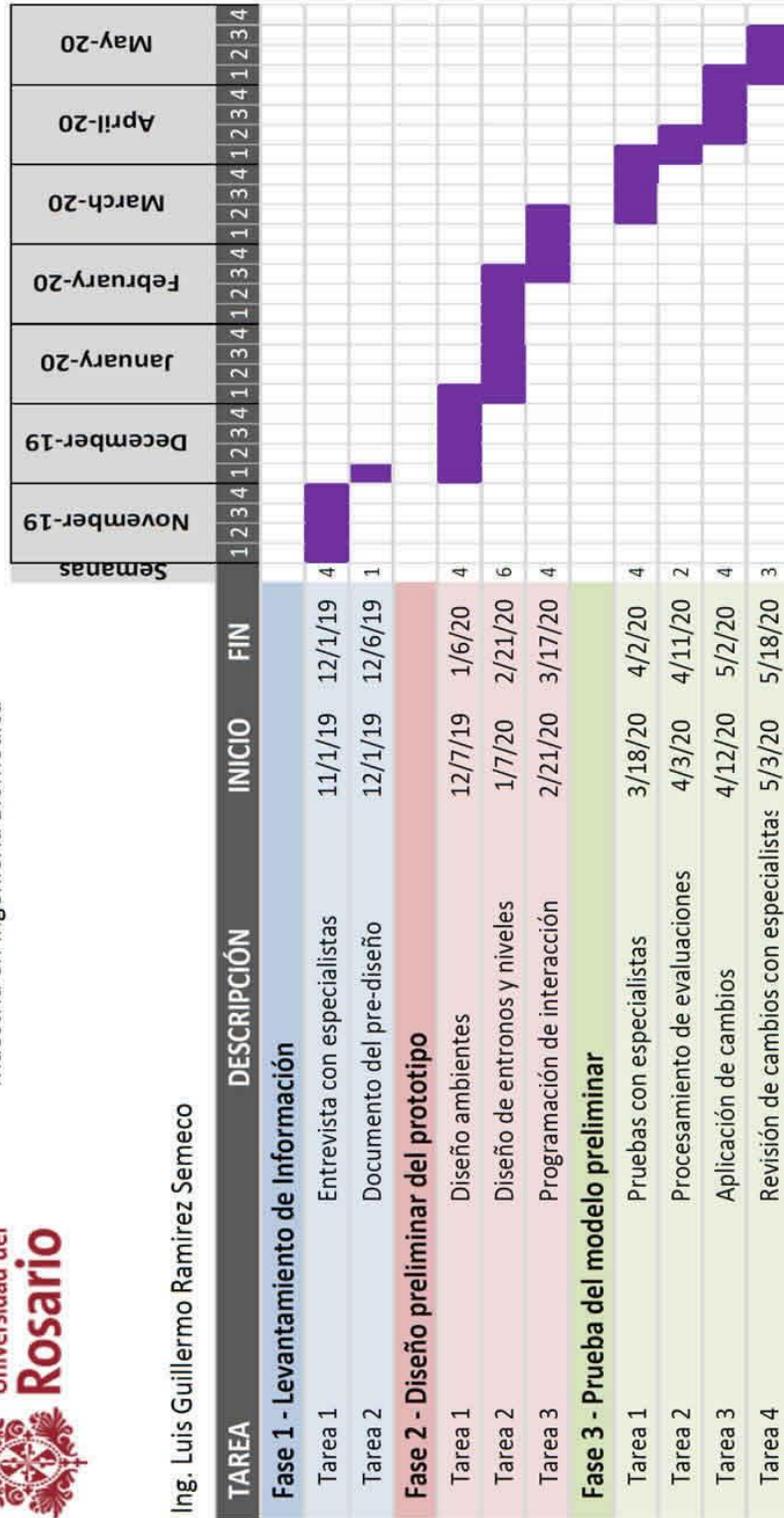
Anexo 5- Niveles de gravedad del trastorno del espectro del autismo – Tomado de [21]

Prototipo tecnológico basado en realidad virtual como herramienta terapéutica para la interacción social de adolescentes con Síndrome de Asperger - Anexo 6



Maestría en Ingeniería Biomédica

Ing. Luis Guillermo Ramirez Semeco



Anexo 6- Cronograma del proyecto

Anexo 7

Entrevistas



Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud  
Maestría en Ingeniería Biomédica

Prototipo tecnológico basado en realidad virtual como  
herramienta terapéutica para la interacción social de adolescentes  
con Síndrome de Asperger

Modelo de Entrevista

Datos del profesional de la salud

Nombre: Diana Rodríguez Medina Fecha: 13/11/20 Hora: \_\_\_\_\_  
Especialidad: Terapeuta Ocupacional Teléfono: 317-4005009  
Lugar de trabajo: Calle 124 No 7-35 Consultorio 406.  
Años de experiencia: 20

Cuestionario

#1: Describa según su criterio una actividad terapéutica dirigida a adolescentes con Asperger que contribuya al mejoramiento de sus habilidades sociales

trabajar en la elaboración de historias sociales.

Obs: \_\_\_\_\_

#2: Mencione 3 características principales que identifiquen a una persona con Asperger

1. Dificultades para ponerse en el "lugar del otro"  
2. Serias dificultades en las habilidades sociales,  
en la comunicación no verbal.

Obs: \_\_\_\_\_

3. Dificultades para reconocer y entender los estados  
emocionales en ellos mismos y en los demás.

#3: Describa una actividad que usted considere se puedan llevar a cabo en un entorno virtual, dirigido a adolescentes con Asperger.

Recrear situaciones de interacción social,  
donde el paciente tenga información sobre dónde  
y cuándo ocurre la situación, q esto ocurriendo y  
porque y dirigir esos actos hacia lo q queremos  
q aprenda con opciones de selección.

Obs: \_\_\_\_\_

Adicional

Según su criterio profesional ¿Cómo el uso de la tecnología de Realidad Virtual podría contribuir a mejorar la comunicación y socialización en un adolescente con Asperger?

La gran bondad de este tipo de intervención,  
es q el paciente podrá tener completo control de  
las situaciones sociales q frecuentemente no resultan  
tan cómodas para él. Puede explorar y optar por el mejor  
escenario y así ir ganando habilidades para  
transferirlas en la vida cotidiana.

1 | Page

DR

Figura 1- Formulario de entrevista Diana Rodríguez Terapeuta Ocupacional

Prototipo tecnológico basado en realidad virtual como  
herramienta terapéutica para la interacción social de adolescentes  
con Síndrome de Asperger  
Anexo 1

**Datos del Profesional de la Salud**

Nombre: Diana Marcela Moya Zambrano Fecha: 09-05-20 Hora: 10 am  
Especialidad: Educación Especial Teléfono: 3163271763  
Lugar de trabajo: Red de Maestros Construyendo Juntos  
Años de experiencia: 3 años

**Cuestionario**

#1 Describa según su criterio una actividad terapéutica dirigida a adolescentes con Asperger que contribuyan al mejoramiento de sus habilidades sociales.

Obs: Teniendo en cuenta, la caracterización de la población, sus necesidades y requerimientos específicos, una actividad que permita la potenciación de habilidades sociales en un contexto escolar, estaría centrada en generar en el sujeto la anticipación de cambios que se pueden provocar en la cotidianidad académica, por ejemplo: Cambio de profesor o inasistencia de un compañero, situaciones que llevaran al joven con Asperger a sentir ansiedad, miedo o frustración al no tener el control o comprensión de la situación. Por tal motivo, la anticipación de situaciones proporcionadas por vía verbal o visual junto con un abanico de posibles reacciones proporcionadas al estudiante, permitirán conductas efectivas y satisfactorias en este entorno social.

#2 Mencione 3 características principales que identifiquen a una persona con Asperger.

Obs: En cuanto a las habilidades sociales, las características frecuentes que he evidenciado en estas personas desde mi campo son:

- Falta de recursos sociales y estrategias para afrontar problemas cotidianos, necesitan soluciones concretas.

Figura 2- Formulario de entrevista Diana Moya Psicopedagoga-Página 1

- Tienen fortaleza en el desarrollo del pensamiento crítico, pero se hace evidente poca flexibilidad para adoptar una perspectiva ante una situación, en varias ocasiones dada por su pensamiento literal e ingenuidad social.
- Comprender el punto de vista de los demás, asumir cómo piensa y qué necesita la mente de otra persona, así como la respuesta que estos esperan de los sujetos Asperger, son una característica a trabajar desde la empatía cognitiva.

#3 Describa una actividad que usted considere que se puedan llevar a cabo en un entorno virtual dirigido a adolescentes con Asperger.

Obs: En este entorno se pueden simular diversas actividades de la vida diaria, que afectan directamente al ámbito emocional y social de la persona con Asperger generándole un estado de estrés e incomodidad ante la reacción de la situación, escenarios como ir a control con el dentista, realizarse un corte de cabello o incluso la simulación de un primer encuentro sentimental, podrían disminuir los colapsos emocionales.

Descripción: Joven con Asperger se encuentra en un salón con un compañero de clase, él le comenta que el día anterior su papá lo regañó por no realizar las tareas académicas, por lo tanto, le suspendió el uso de su consola de videojuegos.

En este momento se detiene la escena y emerge una ventana, la cual le pregunta al joven, ¿cómo cree que se siente su compañero frente a esta situación de acuerdo a su expresión facial? y le pide que señale el avatar con la emoción que él considere adecuada, además emerge otra ventana en donde se le presentan 2 posibles reacciones correctas y 2 incorrectas, que él puede abordar verbalmente o gestualmente ante la situación, por ejemplo: expresión facial de asombro y respuesta verbal: Te comprendo, pero en otra ocasión es mejor que realices tus actividades. Estas opciones variarían según la capacidad de identificación de emociones que el sujeto posea.

---

*Figura 3- Formulario de entrevista Diana Moya Psicopedagoga-Página 2*

**Adicional**

Según su criterio profesional ¿Cómo el uso de la tecnología de la realidad virtual podría contribuir a mejorar la comunicación y la socialización en un adolescente con Asperger?

El uso de estos recursos tecnológicos dispuestos a las necesidades y requerimientos de las personas con Asperger pueden contribuir al mejoramiento de su componente social, dado que permiten generar una simulación de las situaciones que podrían catalogarse como las que generan mayor sobrecarga emocional, proporcionando experiencias como procesos gratos, con una gradualidad y un paso a paso que le permitirá al sujeto responder sin tensión o presión ante dicha escena. Estos diseños interactivos pueden presentar interacciones sociales que se presentan en la cotidianidad de los sujetos, así como también permite enseñarles y proporcionarles las opciones de reacciones que pueden expresar ante determinada situación ya sea desde el lenguaje verbal o gestual, generar entornos con climas empáticos, agradables y comprensivos a la persona con Asperger, le permitirá interactuar y participar en los contextos de su vida de forma efectiva, respetando su individualidad como sujeto.

*Figura 4- Formulario de entrevista Diana Moya Psicopedagoga-Página 3*

Anexo 8

Pruebas funcionales



Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud  
Maestría en Ingeniería Biomédica

Prototipo tecnológico basado en realidad virtual como  
herramienta terapéutica para la interacción social de adolescentes  
con Síndrome de Asperger

Anexo 2

Pruebas funcionales - Evaluación

Datos del Profesional de la Salud

Nombre: Diana Rodríguez Molina Fecha: Mayo 11/20 Hora: \_\_\_\_\_  
Especialidad: Terapeuta Ocupacional Teléfono: 317-4005889  
Lugar de trabajo: Consulta Privado cll. 124 N° 7-35 cons. 406  
Años de experiencia: 20 años

Criterios

Características	1	2	3
Diseño			X
Sonidos		X	
Colores		X	
Usabilidad			X
Actividades			X

Nota:

- 1= NO Cumple
- 2 = Cumple parcialmente
- 3= Cumple

Adicional

Describe según su criterio profesional, si existe algún aspecto en cuanto a diseño y/o funcionalidad que se deba ajustar.

Debido a las características de procesamiento sensorial presentes en el diagnóstico de Asperger síndrome, relacionadas con hiper-reatividad visual, auditiva, vestibular (entre otras), se recomienda q' los estímulos visuales y auditivos del prototipo tecnológico puedan ser controlados por el usuario, así como la profundidad de las imágenes en la ambientación de las actividades...

DR.

Figura 1- Formulario de pruebas Diana Rodríguez-TEO

Prototipo tecnológico basado en realidad virtual como  
 herramienta terapéutica para la interacción social de adolescentes  
 con Síndrome de Asperger  
 Anexo 2

**Pruebas funcionales - Evaluación**

**Datos del Profesional de la Salud**

Nombre: Diana Marcela Moya Zambrano      Fecha: 09-05-20      Hora: 10 am  
 Especialidad: Educación Especial      Teléfono: 3163271763  
 Lugar de trabajo: Red de Maestros Construyendo Juntos  
 Años de experiencia: 3 años

**Criterios**

Características	1	2	3
Diseño			X
Sonidos			X
Colores		X	
Usabilidad			X
Actividades		X	

**Nota:**

- 1= NO Cumple
- 2 = Cumple parcialmente
- 3= Cumple

**Adicional**

Describa según su criterio profesional, si existe algún aspecto en cuanto a diseño y/o funcionalidad que se deba ajustar.

Los ajustes sugeridos están encaminados hacia la adaptación de las actividades que allí se ofrecen, en esta adaptación, sería ideal que simulara la realidad cercana de los jóvenes a los cuales se les presentará la aplicación, es decir, para la creación de estas actividades se sugiere que se escojan minuciosamente y se encuentren adaptadas al contexto, características y ciclo vital de los sujetos. Por otra parte, teniendo en cuenta las particularidades sensoriales de esta población, se propone como opción, trabajar el mismo avatar que representa las emociones en todos los módulos, esto con el fin de disminuir confusiones visuales en los usuarios y que éste presente características y rasgos faciales lo más humanizados posible; estos rasgos podrían tener diferentes niveles de

*Figura 2- Formulario de pruebas Diana Moya-Psicopedagoga. Página 1*

exageración en su expresión, de acuerdo a la capacidad de identificación de emociones que el sujeto posea. Además, es necesario adecuar los estímulos auditivos y visuales a las situaciones puntuales, teniendo presente el grado de discriminación y sobrecarga de estímulos que pueden generar en las personas.

Desde mi campo profesional, encuentro la herramienta útil y viable para las necesidades y requerimientos de la población con Asperger, este tipo de diseños interactivos podrían generar avances valiosos en el desarrollo de los sujetos antes mencionados, no solo desde el área terapéutica, sino que contribuiría significativamente en el área educativa y psicopedagógica.

*Figura 3- Formulario de pruebas Diana Moya-Psicopedagoga. Página2*

## Anexo 9

### Ambiente de trabajo en Unity y Visual Studio

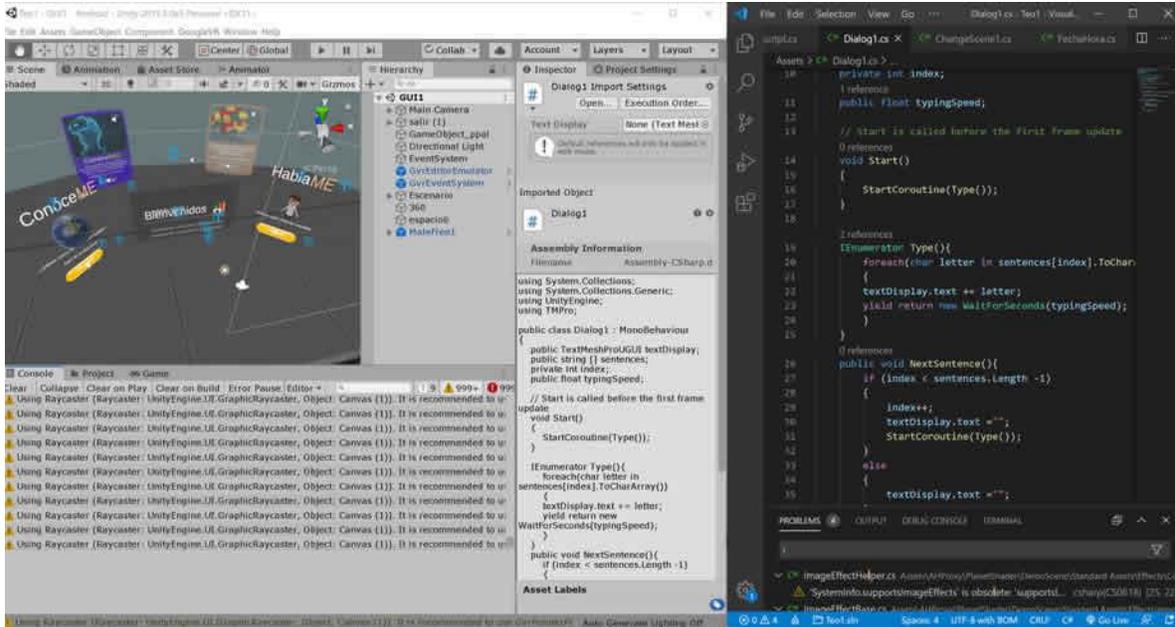


Figura 1- Entorno de trabajo Unity y Visual Studio. Tomado de archivo personal

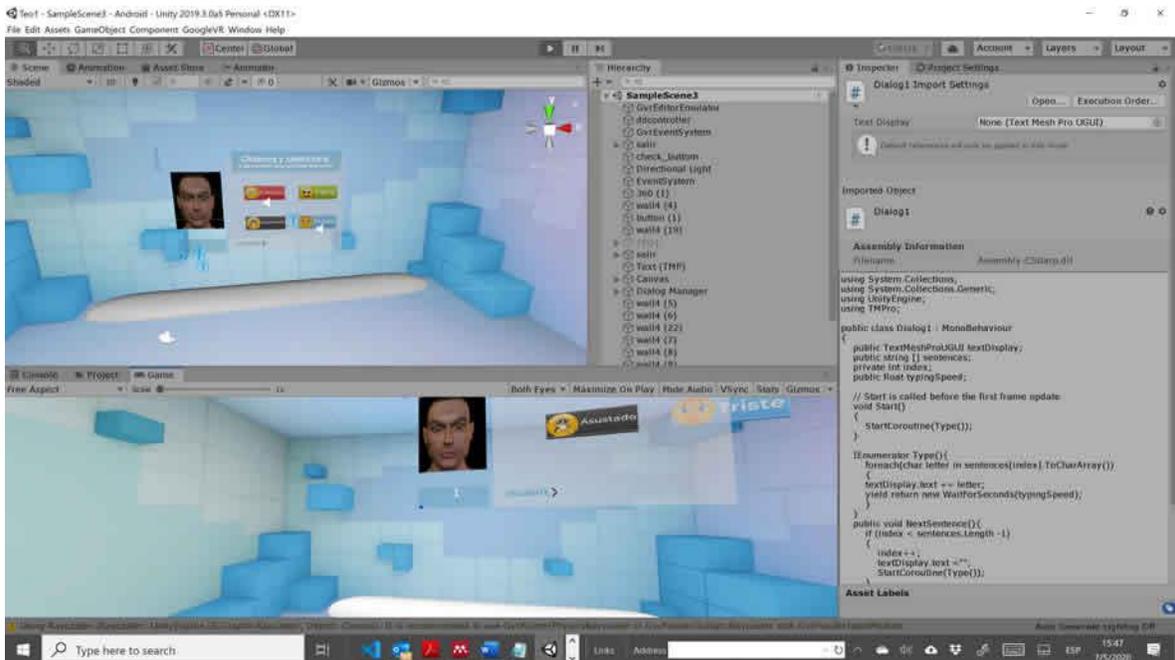


Figura 2- Entorno de trabajo Unity y Visual Studio. Tomado de archivo personal