



TESIS TESIS TESIS TESIS



CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

TESIS

**Método para producción de Interfaces Naturales en realidad virtual para
la Educación Inclusiva para niños con TDAH**

PRESENTA

Ivan Gonzalez Romo

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

TUTOR: Dr. Francisco J. Álvarez Rodríguez (UAA)

COTUTOR: Dr. Héctor Cardona Reyes (CIMAT)

COMITÉ DE TESIS

Dr. Jaime Muñoz Arteaga (UAA)

Dr. María Lorena Barba Gonzalez (CIMAT)

Aguascalientes, Ags., 18 de junio del 2021

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

M. en C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ.
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BASICAS

PRESENTE

Por medio del presente como **Miembros del Comité Tutorial** designado del estudiante **IVAN GONZALEZ ROMO** con ID **181509** quien realizó *la tesis* titulada: **MÉTODO PARA PRODUCCIÓN DE INTERFACES NATURALES EN REALIDAD VIRTUAL PARA LA EDUCACIÓN INCLUSIVA PARA NIÑOS CON TDAH**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia damos nuestro consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que nos permitimos emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *él* pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, le enviamos un cordial saludo.


ATENTAMENTE
“Se Lumen Proferre”

Aguascalientes, Ags., a 18 de junio de 2021.


Dr. Francisco J. Álvarez Rodríguez
Tutor de tesis


Dr. Héctor Cardona Reyes
Co-Tutor de tesis


Dr. Jaime Muñoz Arteaga
Asesor de tesis


Mtra. María Lorena Barba González
Asesor de tesis

c.c.p.- Interesado

c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

M. en C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ.
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS Básicas


PRESENTE

Por medio del presente como **TUTOR** designado del estudiante **IVAN GONZALEZ ROMO** con ID 181509 quien realizó *la tesis* titulada: **MÉTODO PARA PRODUCCIÓN DE INTERFACES NATURALES EN REALIDAD VIRTUAL PARA LA EDUCACIÓN INCLUSIVA PARA NIÑOS CON TDAH**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *él* pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 18 de junio de 2021.


Dr. Francisco J. Álvarez Rodríguez
Tutor de tesis

El nombre completo que aparece en el Voto Aprobatorio debe coincidir con el que aparece en el documento empastado. No se puede abreviar, ni omitir nombres

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL

M. en C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ.
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS Básicas

PRESENTE

Por medio del presente como **COTUTOR** designado del estudiante **IVAN GONZALEZ ROMO** con ID **181509** quien realizó *la tesis* titulada: **MÉTODO PARA PRODUCCIÓN DE INTERFACES NATURALES EN REALIDAD VIRTUAL PARA LA EDUCACIÓN INCLUSIVA PARA NIÑOS CON TDAH**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *él* pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 18 de junio de 2021.

Héctor Cardona R.
Dr. Héctor Cardona Reyes
Cotutor de tesis

El nombre completo que aparece en el Voto Aprobatorio debe coincidir con el que aparece en el documento empastado. No se puede abreviar, ni omitir nombres

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

M. en C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ.
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS Básicas

PRESENTE

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **IVAN GONZALEZ ROMO** con ID 181509 quien realizó *la tesis* titulada: **MÉTODO PARA PRODUCCIÓN DE INTERFACES NATURALES EN REALIDAD VIRTUAL PARA LA EDUCACIÓN INCLUSIVA PARA NIÑOS CON TDAH**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *él* pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 18 de junio de 2021.

Dr. Jaime Muñoz Arteaga
Asesor de tesis

El nombre completo que aparece en el Voto Aprobatorio debe coincidir con el que aparece en el documento empastado. No se puede abreviar, ni omitir nombres

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

M. en C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ.
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS Básicas

PRESENTE

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **IVAN GONZALEZ ROMO** con ID 181509 quien realizó la tesis titulada: **MÉTODO PARA PRODUCCIÓN DE INTERFACES NATURALES EN REALIDAD VIRTUAL PARA LA EDUCACIÓN INCLUSIVA PARA NIÑOS CON TDAH**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.



ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 18 de junio de 2021.

Mtra. María Lorena Barba Gonzalez
Asesor de tesis

El nombre completo que aparece en el Voto Aprobatorio debe coincidir con el que aparece en el documento empastado. No se puede abreviar, ni omitir nombres

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Fecha de dictaminación dd/mm/aaaa: 21/06/2021

NOMBRE: Ivan Gonzalez Romo **ID** _____

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN **LGAC (del posgrado):** Computación - Ingeniería de Software

TIPO DE TRABAJO: (X) Tesis () Trabajo Práctico

TÍTULO: Método para producción de Interfaces Naturales en realidad virtual para la Educación Inclusiva para niños con TDAH

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): Se generó un método que permite producir interfaces para apoyar a niños con TDAH, considerando un impacto positivo en la inclusión educativa de este tipo de individuos.

INDICAR SI NO N.A. (NO APLICA) SEGÚN CORRESPONDA:

INDICAR	SI	NO	N.A. (NO APLICA)	SEGÚN CORRESPONDA:
<i>Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:</i>				
SI				El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
SI				La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI				Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI				Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI				Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
SI				El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI				Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
SI				Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI				Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)
<i>El egresado cumple con lo siguiente:</i>				
SI				Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
SI				Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc)
SI				Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
SI				Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario
SI				Coincide con el título y objetivo registrado
SI				Tiene congruencia con cuerpos académicos
SI				Tiene el CVU del Conacyt actualizado
SI				Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que proceda)
<i>En caso de Tesis por artículos científicos publicados</i>				
SI				Aceptación o Publicación de los artículos según el nivel del programa
NO				El estudiante es el primer autor
NO				El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico
SI				En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
NO				Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
NO				La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado:

Sí X
No _____

FIRMAS

Elaboró:

* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCIÓN:

Francisco Javier Alvarez Rodríguez.

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO:

Hermilo Sánchez Cruz

* En caso de conflicto de intereses, firmará un revisor miembro del NAB de la LGAC correspondiente distinto al tutor o miembro del comité tutorial, asignado por el Decano

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Por todo el apoyo económico y técnico científico para el desarrollo de esta investigación, se extiende el más sincero agradecimiento al CONACYT, al Posgrado Maestría en Ciencias con Opciones a la Computación, Matemáticas Aplicadas (PNPC) de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) y al Centro de Ciencias básicas.

A mis asesores, Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez, Dr. Hector Cardona Reyes por todas las correcciones, sugerencias y planteamientos que me permitieron avanzar con firmeza en cada una de las etapas de mi formación académica y en la obtención de los objetivos de mi investigación, así como también su incondicional apoyo moral. Agradezco todo el tiempo que han dedicado para apoyarme en cada momento de esta etapa.

A la Mtra. Lorena Barba Gonzalez y al Dr. Jaime Muñoz Arteaga, les agradezco por aceptar la dirección de mi investigación, por guiarme con respeto y con una infinita disposición para alcanzar cada una de las metas planteadas durante mi formación académica. De igual manera, quedaré siempre en deuda, por depositar en mí su confianza y corregir mis defectos con paciencia y sabiduría lo que me permite hoy alcanzar un mayor fortalecimiento personal y profesional.

A mi compañero y amigo Gerardo Ortiz Aguiñaga por su apoyo y consejo para lograr este trabajo que, aunque ya posa en la viña del señor aún está en nuestros corazones le agradezco mucho por ser un verdadero amigo y haber colaborado en la aportación de recursos para la finalización de mi trabajo de tesis.

Finalmente, deseo agradecer a mi familia por todo su apoyo y comprensión, a mis padres y hermanos que con su ejemplo me guiaron y enseñaron que con el trabajo duro y la honradez alcanzaría mis metas; pero en especial a mi madre que siempre me animo a seguir y a echarle las mejores de las ganas, a mi padre que aunque no esté con nosotros, sé que me apoya desde donde esta; a todas las personas que siempre estuvieron a mi lado y me apoyaron incondicionalmente en las decisiones tomadas durante esta etapa de mi vida.

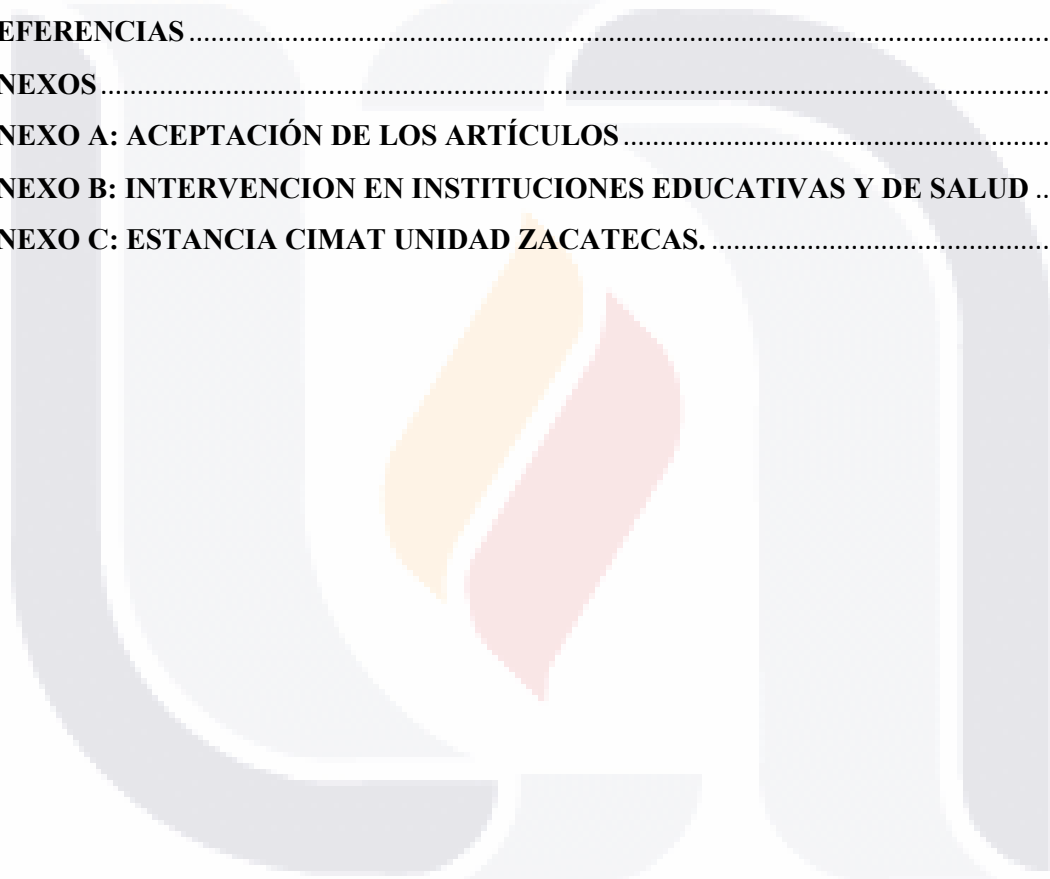
A mis compañeros y amigos de maestría, gracias por los momentos de charla, experiencias y aprendizajes que obtuvimos juntos y en que siempre me ayudaron a ver los problemas con un enfoque positivo.



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	9
1.1 RELEVANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACION.	10
1.3 LIMITACIONES.	10
1.4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	11
1.5 PREGUNTA Y OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN.	12
1.6 HIPÓTESIS O PROPOSICIONES DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.7 ESTRUCTURA DE LA TESIS.	13
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	14
2.1 TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD (TDAH)	14
2.2 INTERFACES NATURALES DE USUARIO EN LA REALIDAD VIRTUAL	16
2.3 TRABAJOS RELACIONADOS	19
CAPÍTULO 3: MODELO CONCEPTUAL	22
3.1 REHABILITACION DEL TDAH	23
3.1.1 ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES DEL USUARIO	23
3.1.2 STAKEHOLDERS Y EVALUACIONES	25
3.1.3 TAREAS TERAPEUTICAS.....	25
3.2 DISEÑO DE LOS LINEAMIENTOS DE NUI	25
3.2.1 DIALOGO	26
3.2.2 ERGONOMIA	26
3.2.3 GESTOS.....	26
3.3 ENTORNOS DE REALIDAD VIRTUAL	27
3.3.1 INTERACCION DE LOS OBJETOS	27
3.3.2 INTERFACES EN VR.....	28

3.3.3 RETROALIMENTACION DEL USUARIO.....	28
CAPÍTULO 4: DEFINICIÓN NUI DE ENTORNOS DE REALIDAD VIRTUAL PARA NIÑOS CON TDAH.....	29
4.1 REHABILITACION DEL TDAH	29
4.2 LINEAMIENTOS DE NUI Y ENTORNOS DE REALIDAD VIRTUAL	32
CAPITULO 5: CASO DE ESTUDIO.....	36
CAPITULO 6: DISCUSIÓN.....	43
CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS.....	1
ANEXO A: ACEPTACIÓN DE LOS ARTÍCULOS.....	2
ANEXO B: INTERVENCION EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y DE SALUD	7
ANEXO C: ESTANCIA CIMAT UNIDAD ZACATECAS.	10



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Campos de aplicación de la realidad virtual, fuente: [2].	7
Tabla 2. Experiencias de realidad virtual para los trastornos de la atención.	19
Tabla 3. Propuesta de entornos de realidad virtual para el tratamiento del TDAH en niños que asisten a terapia.	31
Tabla 4. Propuesta de entornos interactivos de realidad virtual para niños con TDAH en la escuela primaria.	41



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estrategias de manipulación mediante gestos en la consola Xbox One, fuente: [21].....	18
Figura 2. Propuesta de modelo para diseñar NUI en entornos de realidad virtual para el TDAH. ...	22
Figura 3. Ejemplo de representación de la Escala Wechsler de Inteligencia para Niños (WISC), fuente: [32].	24
Figura 4. Sesiones de terapia con niños con TDAH, DIF, Aguascalientes, México.....	30
Figura 5. Sistema de gestos de la plataforma Oculus Quest, fuente: [35].....	32
Figura 6. Ejemplos de sistemas de navegación en Oculus Quest.....	33
Figura 7. Prueba: niño probando diferentes formas de interactuar con el sistema a través de gestos bajo la plataforma Oculus Quest.	34
Figura 8. Ejemplos de entornos de realidad virtual con NUI. A: Torres de Hanoi, B: Muestra de interacción XR, C: Juego Puzzle Kit y D: Rompecabezas 3D.....	35
Figura 9. Ejemplo de laberinto 3D de entorno interactivo utilizado por niños de primaria.....	36
Figura 10. Elementos tecnológicos para el entorno interactivo Puzzle City.....	38
Figura 11. Aplicación móvil VR/AR Puzzle City para niños con TDAH.	39
Figura 12. Diagrama UML del diseño del sistema.....	39
Figura 13. Reglas de transformación del modelo para los datos de persistencia del entorno interactivo Puzzle City.	40

RESUMEN

Este trabajo propone un modelo que permite identificar y definir las interfaces naturales de usuario acorde a las necesidades de especialistas en terapia y usuarios con Trastorno de déficit de atención (TDAH). Se presentan los elementos de diseño para la generación de interfaces naturales de usuario que puedan ser incorporadas a los entornos de realidad virtual para ser un soporte a las terapias en niños con TDAH.

Las fases del modelo propuesto incluyen la identificación de las necesidades del usuario y expertos en términos de TDAH, la identificación de las capacidades del usuario y las evaluaciones de los expertos involucrados. Además, se presentan lineamientos de diseño como una guía para la correcta definición de las interfaces naturales de usuario para las tareas de terapia dentro del TDAH.

También, se identifican los elementos para la generación de entornos de realidad virtual y las plataformas y sistemas de interacción disponibles que permiten el uso de este tipo de interfaces en los cuales se puede incorporar las interfaces naturales de usuario propuestas. Se presenta un caso de estudio en el que se proponen interfaces naturales, tareas de usuario, y se identifican plataformas tecnológicas para ser incorporadas en entornos de realidad virtual para niños con TDAH que reciben terapia en una institución de salud en México. Esta investigación permite concluir que las interfaces naturales en entornos de realidad virtual pueden ser un soporte a las terapias en niños con TDAH.

ABSTRACT

This work proposes a model that allows us to identify and define natural user interfaces according to the needs of therapy specialists and users with Attention Deficit Disorder (ADHD). The design elements for the generation of natural user interfaces that can be incorporated into virtual reality environments are presented to be support for therapies in children with ADHD.

The phases of the proposed model include the identification of the needs of the user and experts in terms of ADHD, the identification of the capacities of the user, and the evaluations of the experts involved. Besides, design guidelines are presented as a guide for the correct definition of natural user interfaces for therapy tasks within ADHD. Also, the elements for the generation of virtual reality environments and the platforms and interaction systems available that allow the use of this type of interfaces are identified, in which the proposed natural user interfaces can be incorporated.

A case study is presented in which natural interfaces, user tasks are proposed, and technological platforms are identified to be incorporated into virtual reality environments for children with ADHD who receive therapy in a health institution in Mexico. This research allows us to conclude that natural interfaces in virtual reality environments can be a support for therapies in children with ADHD.

INTRODUCCIÓN

La realidad virtual ha pasado de ser una tecnología utilizada en su mayoría para el entretenimiento y videojuegos, a ser una tecnología que se ha expandido a diversas, tales como entretenimiento, educación, entrenamiento militar, rehabilitación física y medicina [1], tal como se presenta en la Tabla 1 de [2], la cual muestra el impacto de las áreas y herramientas en las que la realidad virtual ha tenido un impacto importante.

Tabla 1. Campos de aplicación de la realidad virtual, fuente: [2].

Área	Herramientas
Medicina	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenamiento • simuladores • Tratamientos psicológicos • Cirugías
Educación	<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas educativas • Teleducación
Defensa	<ul style="list-style-type: none"> • Simuladores de vuelo • Entrenamiento militar
Arquitectura	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas virtuales • Reconstrucción de monumentos históricos
Industria	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de plantas industriales • Asistencia técnica mediante realidad aumentada
Entretenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Juegos electrónicos • Instalaciones virtuales

En el área de la rehabilitación la realidad virtual ha tenido un impacto relevante, permitiendo contar cada vez más con investigaciones y aplicaciones que ayuden a mitigar de la mejor manera los problemas de salud. La terapia aplicada por medio de realidad virtual cuenta con

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

un contexto funcional, concreto y estimulante para los pacientes, trayendo un beneficio directo tanto al paciente como al terapeuta por la adaptabilidad que tienen estos sistemas [3].

Diversos investigadores concuerdan en que la realidad virtual puede ser utilizada como entornos de aprendizaje mejorados principalmente para entrenar habilidades sociales [4]. De acuerdo con [5,6], la combinación de la realidad virtual con el enfoque de interfaz natural de usuario (INU) puede mejorar sustancialmente la presencia social y la empatía durante la interacción social en la experiencia del juego de realidad virtual. Además, se debe tomar en cuenta que cada vez las tecnologías están presentes en la vida cotidiana de las personas, en el caso de los niños, estos cuentan con acceso a dispositivos móviles, tabletas, videoconsolas, robots, etc.

De acuerdo con [7] las edades para el uso de estos dispositivos cada vez son más reducidas, permitiendo que estos tengan acceso a nuevas formas de interacción y contenidos como lo son la realidad virtual y las interfaces naturales.

En el área de la salud esto se puede aprovechar para ayudar a mitigar diversos trastornos que se presentan en las personas, principalmente en los niños, ya que uno de los más comunes en la etapa infantil es el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). Existen diversas formas de disminuir los síntomas de este trastorno tales como, la medicación, terapias, entrenamientos, sesiones de relajación, estrategias escolares como cursos, capacitaciones, entre otras.

Este tipo de terapias o tratamientos son costosos para la mayoría de las personas, esto conlleva a buscar alternativas que ayuden a disminuir los síntomas de una manera accesible y que esté al alcance de la mayoría de las personas. Con ello se pretende proponer nuevos enfoques como las interfaces naturales de usuario y la realidad virtual como parte fundamental, pretendiendo obtener objetividad y ser un soporte en el tratamiento de TDAH que realizan los pacientes.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO 1: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

1.1 RELEVANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Hasta el día de hoy existen muchos trastornos en las personas, pero uno de los más comunes en la etapa de la infancia de las personas es el TDAH, existen muchas formas de disminuir los síntomas de este trastorno como es la medicación, terapias, entrenamientos, sesiones de relajación, estrategias escolares como cursos, capacitaciones, entre otras.

Este tipo de terapias o tratamientos son costosos para la mayoría de las personas, esto conlleva a buscar alternativas que ayuden a disminuir los síntomas de una manera más económica y que estén al alcance de la mayoría de las personas. Con ello se pretende crear nuevos enfoques tomando en cuenta la tecnología como parte fundamental, pretendiendo obtener objetividad en el tratamiento que realizan los pacientes.

El método propuesto tiene como objetivo considerar diversos aspectos tales como, las necesidades de especialistas y pacientes, así como también se debe conocer la experiencia del usuario, entre otros:

- Conocer e identificar aquellas buenas prácticas encontradas en la rehabilitación
- Identificar los lineamientos para una correcta definición de las interfaces naturales acorde a las necesidades de usuarios con TDAH.
- Establecer un diseño centrado en el usuario para la creación de software acorde a las necesidades de pacientes y especialistas.
- Desarrollar escenarios en realidad virtual acorde a las actividades requeridas por el TDAH en niños.
- Proporcionar retroalimentación a especialistas en rehabilitación y pacientes.

1.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACION.

El presente trabajo pretende:

- Presentar un método que defina la producción de interfaces naturales que ayuden en el tratamiento de personas con TDAH.
- Determinar una arquitectura para la producción de interfaces naturales y realidad virtual.
- Mostrar escenarios de uso y plataformas tecnológicas adecuadas que de soporte a los modelos propuestos para la producción de ambientes interactivos.

El presente trabajo no pretende:

- Ser un remplazo en la toma de decisiones de los expertos que tratan el TDAH
- Mitigar los síntomas de TDAH en las personas.

1.3 LIMITACIONES.

Cabe mencionar que durante la contingencia COVID-19 se presentaron diversos factores que limitaron la realización de trabajos en esta investigación. A continuación, se mencionan los factores limitantes a destacar:

- Se interrumpieron las visitas a las escuelas para la identificación de usuarios con TDAH. Específicamente el DIF Aguascalientes y la Unidad de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER 19).
- Se interrumpió el trabajo con especialistas y pacientes en las instituciones de educación. Si bien se pudo recabar información, la contingencia detuvo completamente estas actividades.
- En cuanto a la realización de pruebas de usuario, estas fueron limitadas a un grupo reducido.

1.4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

La realidad virtual ofrece una serie de ventajas al momento de entrar al campo de la terapia, entre las que podemos mencionar [8]: Contar con un ambiente seguro y controlado sobre los eventos que suceden en el mundo virtual y potenciar las acciones dentro de la terapia en las que el paciente pueda practicar y adquirir destrezas y algún tipo aprendizaje.

La adición de las NUI en entornos de realidad virtual ofrece un paradigma en el que se hacer uso de movimientos gestuales para interactuar con el sistema en lugar de dispositivos de entrada tradicionales como el mouse, el teclado, entre otros. Por tanto, las NUI ofrecen la ventaja de enfocarse en hacer uso de una comunicación de manera natural al ser humano, captando la información en tiempo real logrando una interacción corporal de manera directa, sin utilizar un periférico que actúen como intermediario para la entrada de información [9]. Por lo tanto, el diseño de NUI en entornos de realidad virtual para ser soporte en terapias para atender el TDAH, requiere considerar los siguientes retos:

Capturar información de tecnólogos, profesores, terapeutas, psicólogos y pediatras que puedan ayudar a diseñar entornos de realidad virtual y NUI de acuerdo con las necesidades del usuario con TDAH.

- Identificar elementos para el diseño de entornos de realidad virtual.
- Definir interfaces naturales que minimicen la carga cognitiva.
- Identificar el contexto del uso de interfaces naturales dentro de las terapias de TDAH.
- Definir la interfaz natural de usuario de acuerdo con las habilidades del usuario con TDAH.
- Definir la tecnología adecuada para la tarea según el usuario.

1.5 PREGUNTA Y OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN.

Pregunta de investigación:

¿Cómo establecer el diseño de interfaces naturales para que puedan ser un soporte a la educación inclusiva de usuarios con TDAH?

Objetivo General:

Diseñar un método que permita producir interfaces naturales en realidad virtual utilizando las técnicas de ingeniería de software e interacción humano-computadora para que puedan ser un soporte en la educación inclusiva de usuarios con TDAH, permitiendo contar con nuevas formas de interacción y aprendizaje.

Objetivos Específicos:

- Identificar los diferentes actores involucrados en el contexto de la salud y educación para la conformación de equipos multidisciplinares que permitan la generación INU en RV.
- Definir los elementos de diseño del método propuestos para la producción de INU en RV.
- Definir las interfaces naturales de usuario acorde a las habilidades del usuario con TDAH.
- Producir las INU para escenarios de VR para ser llevadas a proceso de terapia del TDAH.
- Proponer estrategias de evaluación de adherencia de los entornos de realidad virtual.

1.6 HIPÓTESIS O PROPOSICIONES DE INVESTIGACIÓN.

Con base al objetivo general planteado para esta investigación se deriva la siguiente hipótesis de investigación:

Los entornos de realidad virtual han demostrado ser un soporte a las terapias del TDAH. Estos entornos cumplen con los fundamentos de diseño INU bajo del contexto de salud y educación, proveen retroalimentación al usuario y a los expertos, mantienen la facilidad de uso y son accesibles mediante plataformas disponibles al usuario.

1.7 ESTRUCTURA DE LA TESIS.

El trabajo está estructurado en siete capítulos.

El capítulo siguiente presenta los conceptos relevantes al trabajo propuesto, como lo son la realidad virtual, el Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad, entre otro. El capítulo 3 presenta el Método para producción de Interfaces Naturales en realidad virtual para la Educación Inclusiva para niños con TDAH. Se presentan los lineamientos de diseño a destacar para la producción de entornos que puedan ser llevados a un contexto de TDAH.

El capítulo 4 detalla bajo el modelo propuesto la identificación de entornos virtuales acorde a las necesidades de niños con TDAH que acuden a instituciones de salud a recibir tratamiento.

El capítulo 5 presenta un caso de estudio en el que presenta una aplicación utilizada como soporte al TDAH en niños de educación básica. Por último, una sección de discusión se presenta en el capítulo 6 y presentación de trabajos futuros en el capítulo 7.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

La realidad virtual ha permitido establecer un cambio en los paradigmas tradicionales, tales como, la industria, la medicina, el entretenimiento y la educación, por mencionar algunos. Ofreciendo métodos para la enseñanza, el entrenamiento y la formación estudiantes y expertos en la rehabilitación física y tratamiento terapéutico de enfermedades mentales [10,11].

2.1 TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD (TDAH)

El trastorno de déficit de atención e hiperactividad cuyas siglas es T.D.A.H. es trastorno de carácter neurobiológico originado en la infancia y que en muchas ocasiones está asociado con otros trastornos comórbidos [12], se define como patrón persistente de inatención y/o hiperactividad-impulsividad que interfiere con el funcionamiento o desarrollo que se caracteriza por inatención y/o Hiperactividad e Impulsividad [13]. En el caso de los niños con frecuencia se presenta antes de los 7 años y se manifiesta en casa y en la escuela.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud un 5% de la población mundial padece trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH). En México, de acuerdo con datos del Senado de la república alrededor de dos millones de menores de 14 años lo padece [14].

Es de importancia contar con el diagnóstico de un profesional clínico y de evaluaciones hechas por expertos tales como psicólogos y pedagogos para conocer el estado del niño a nivel físico, de aprendizaje y emocional. Actualmente no se cuenta con un modelo único de diagnóstico clínico consensuado entre los expertos, ni de pruebas neurobiológicas específicas para llegar al diagnóstico clínico del TDAH, sin embargo, se realizan estudios para la detección precoz del trastorno, la aplicación y validez de pruebas, escalas y test diagnósticos llevados a cabo por el grupo de profesionistas. El abordaje adecuado permitirá confirmar o descartar el trastorno y comenzar a proporcionar el tratamiento que el niño requiera [15].

Diversos autores concuerdan en que el tratamiento debe ser multimodal (farmacológico y no farmacológico). Las investigaciones aportan una evidencia elevada de la eficacia y efectividad de la intervención psicológica (a través de medidas conductuales y cognitivas), programas de entrenamiento de padres y profesores, apoyo académico, así como proporcionar información a niños y adolescentes, padres y educadores sobre el TDAH (psicoeducación). Bajo un modelo multimodal, este indica la necesidad de realizar intervenciones desde distintas modalidades terapéuticas y por distintos profesionales [16].

El tratamiento del TDAH debe ser multimodal, incluyendo la participación coordinada de médicos, terapeutas, profesores y padres. Se debe llevar a cabo en el ámbito sanitario, aplicando intervenciones basadas en la evidencia científica que figuran en las Guías de Práctica Clínica (GPC) y de forma individualizada, es decir, adaptado al paciente (edad y necesidades del niño y su entorno). El tratamiento farmacológico está dirigido al control de los síntomas nucleares (inatención, hiperactividad e impulsividad) y el psicológico y psicopedagógico se centra en los problemas de conducta y aprendizaje consecuencia de estos síntomas; su objetivo es ayudar al paciente y su familia a manejar los síntomas nucleares, aumentar el autocontrol, mejorar la socialización y gestionar la frustración que sienten [17]

Según la intervención multimodal, se proponen algunas formas para el tratamiento del TDAH [16]

- Psicoeducación: información útil y basada en la evidencia científica
 - Información a los pacientes
 - Información a los educadores y profesores
 - Información a los padres
- Intervención conductual: Formación de educadores y padres
 - Refuerzos y castigos
 - Extinción
 - Economías de fichas
 - Contrato de contingencia

- Intervención sobre el paciente: según las dificultades identificadas:
 - Intervención cognitivo-conductual
 - Habilidades sociales
 - Técnicas de resolución de problemas
 - Estrategias de autoayuda
- Apoyo escolar: medidas de refuerzo, adaptación y estrategias para mejorar el rendimiento y el comportamiento.

2.2 INTERFACES NATURALES DE USUARIO EN LA REALIDAD VIRTUAL

Regazzoni [18] define que una interfaz de usuario es natural cuando el usuario puede lograr su objetivo de manera fácil, intuitiva y fácil de entender. [18] hace destacar que el diseñar este tipo de interfaces puede hacer que no sea del todo natural y presenta como ejemplo el realizar un gesto con tres dedos para mover un objeto de forma virtual no es natural, aunque se considere una solución. Por tanto, concluye que una buena interfaz natural de usuario será aquella que se enfoque en el lograr el objetivo final en lugar de la ejecución correcta de los gestos.

Diversos autores tales como [19] concuerdan que una interfaz de usuario natural es aquella que permite al usuario interactuar directamente con un sistema sin un controlador físico. Este control no tiene que ser aprendido como un control artificial con dispositivos como el ratón y el teclado. Una INU puede ser controlada por medio de los gestos, el habla o acciones humanas innatas.

Algunos ejemplos de dispositivos que se utilizan hoy en día para implementar NUI de acuerdo con [20] son:

- Leap Motion Controller¹: Es un sensor que se conecta al ordenador y detecta el movimiento de las manos para interactuar con la máquina.

¹ <https://www.ultraleap.com/haptics/>

- Microsoft Kinect²: Es un dispositivo que contiene varios sensores que detectan el movimiento del cuerpo del usuario.
- Nreal³: Es un dispositivo de realidad mixta como lentes bajo un sistema basado en una cámara para rastrear gestos como pellizcar, señalar, agarrar, deslizar, etc.
- Google Glass⁴: Son lentes que permiten a los usuarios hacer uso de diversos servicios utilizando la voz, la ubicación, el video, entre otras variables que perciben las lentes.
- Microsoft HoloLens⁵: Son gafas inteligentes de realidad mixta que permiten el seguimiento de la mano e interactuar con hologramas directamente con las manos.
- Oculus Quest⁶: Es un headset de realidad virtual con 6 grados de libertad e independiente del ordenador que permite jugar a videojuegos ya sea mediante el uso de mandos o mediante el seguimiento de las manos.

Por mencionar un ejemplo de diseño de NUI en estos dispositivos, Xiaoji Chen [21] presenta el caso de la consola de videojuegos Xbox One⁷ y como este paso por una transición al implementar su sistema de navegación por medio del dispositivo Kinect.

Con dos estrategias de manipulación por medio de gestos, como se muestra en la Figura 1, apostaron por la manipulación directa (1), que por medio de gestos aéreos permite seleccionar, desplazar y hacer zoom en una superficie digital como si se tocara físicamente, y la otra estrategia de gestos simbólicos inspirada en signos (2), con las manos para transmitir mensajes más complejos. En el caso de la manipulación directa tuvo un índice de uso muy bajo debido a que los usuarios manifestaron que era agotador mantener un brazo levantado y agitando. Para solucionar esto se complementó los gestos y el habla para interactuar con la navegación, de esta forma la percepción del usuario mejora significativamente.

² <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect/>

³ <https://www.nreal.ai/>

⁴ <https://www.google.com/glass/start/>

⁵ <https://www.microsoft.com/en-us/hololens/developers>

⁶ <https://www.oculus.com/quest/>

⁷ <https://www.xbox.com/es-MX/developers/id>

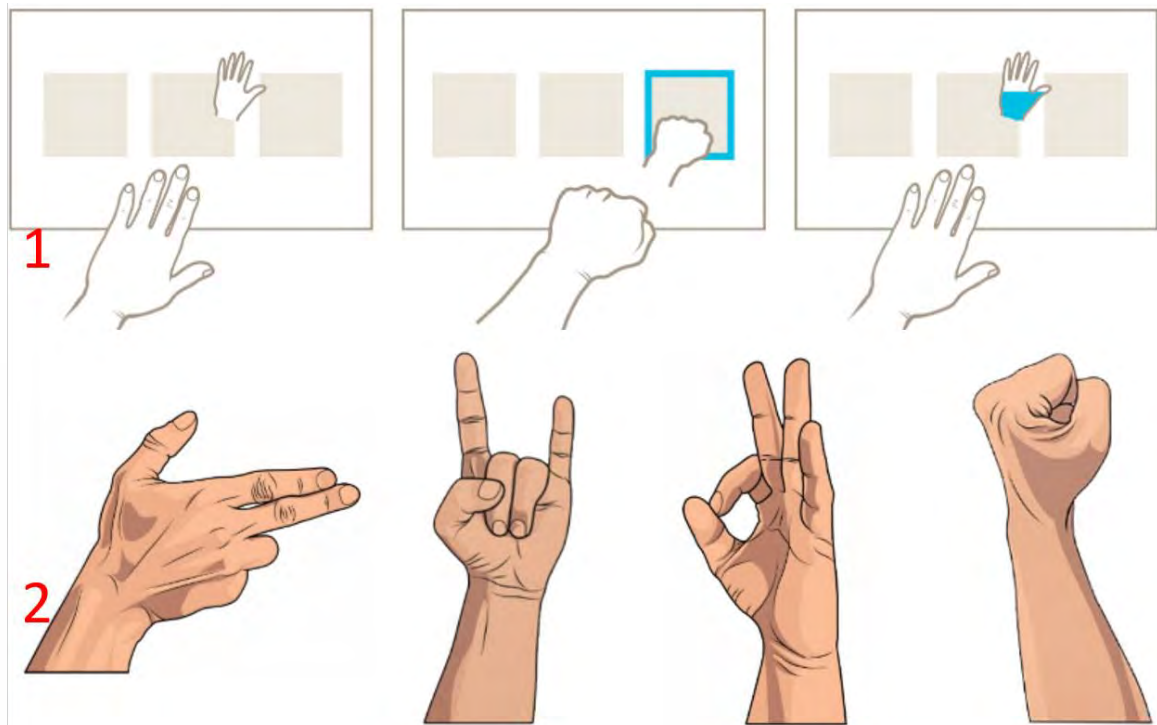


Figura 1. Estrategias de manipulación mediante gestos en la consola Xbox One, fuente: [21]

2.3 TRABAJOS RELACIONADOS

En esta sección se presenta una revisión literaria de iniciativas en realidad virtual que se proponen como soporte a diversos trastornos. Estos trabajos permiten conocer el impacto de la tecnología basada en realidad virtual y las diversas interfaces propuestas para el tratamiento de diversos trastornos y rehabilitación, tal como se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Experiencias de realidad virtual para los trastornos de la atención.

Nombre	Genero	Plataforma	Tratamiento	Interfaz de usuario
Sims	Simulación	PC Xbox PC	Aumenta la capacidad de atención en niños con TDAH [22]	Teclado Joystick
Minecraft	Simulación	PC Xbox PC	Capacidades cognitivas, entrenamiento conductual, habilidades de función ejecutiva para el TDAH [23]	Teclado Joystick
Attentive Eye	Control de la mirada. Juegos de ojos	PC	TDAH: inhibición de la distracción alteraciones en la atención y el control inhibitorio [24]	Dispositivo de seguimiento ocular
Programa de reducción de la conducta	Entrenamiento	PC	Reducir el comportamiento hiperactivo de las extremidades en personas con TDAH	Nintendo Wii Controller

hiperactiva de los miembros activos		[25,26]
GVR	Entrenamiento PC/VR	Mejorar la percepción del tiempo, mejorar la memoria de trabajo de los niños con TDAH [27,28]. Visor de Realidad Virtual
VR Classroom	Entrenamiento SGI Onyx	Deterioros cognitivos y funcionales para la rehabilitación y los déficits de atención [28,29]. HMD, seguimiento de cabeza, manos y piernas de Ascension Systems

Como se puede observar en la Tabla 2, el tipo de trabajos es muy diverso, entre estos se incluye el uso de videojuegos de uso comercial en plataformas tales como Xbox, PlayStation y PC, como el caso de Minecraft que en la actualidad ha tenido un auge por sus diversas aplicaciones en la educación y salud para el tratamiento de problemas de aprendizaje y el desarrollo de habilidades cognitivas y de atención en trastornos como el TDAH. Otro juego de roles y multiplayer es Sims, el cual algunos expertos lo han considerado como una opción para el tratamiento en niños con TDAH ya que promueve el incremento en las habilidades de atención.

Por otro lado, existe otro tipo de propuestas enfocadas principalmente a la atención de problemas específicos de salud y que utilizan interfaces de usuario distintas a las de los videojuegos comunes (teclado, mouse, joystick), estas interfaces están basadas en dispositivos que leen las señales fisiológicas del usuario (sensores, EEG) y otras utilizan sensores para el rastreo de manos, del cuerpo completo y cascos de realidad virtual que ofrecen mayor libertad de movimiento. Por lo tanto, es importante contar con un diseño de

interfaces que sea adecuado al contexto de uso y habilidades del usuario. En la siguiente sección se presenta un modelo para el desarrollo de interfaces naturales para ser incorporadas en entornos de realidad virtual para ser soporte a las terapias en niños con TDAH.



CAPÍTULO 3: MODELO CONCEPTUAL

La realidad virtual se ha caracterizado utilizar una interfaz intuitiva que permite a las personas interactuar con el sistema y sus datos de forma natural [1]. El objetivo es contar con interfaces que minimicen el aprendizaje dentro del entorno virtual pero que también maximicen el rendimiento del usuario siendo capaz de aprender a navegar dentro del entorno virtual [30]. Bajo este enfoque se propone un modelo que considera elementos de diseño para poder definir las interfaces naturales adecuadas dentro de entornos de realidad virtual acorde a las necesidades de terapia de personas con TDAH. Los elementos del modelo propuesto se presentan en la Figura 2.

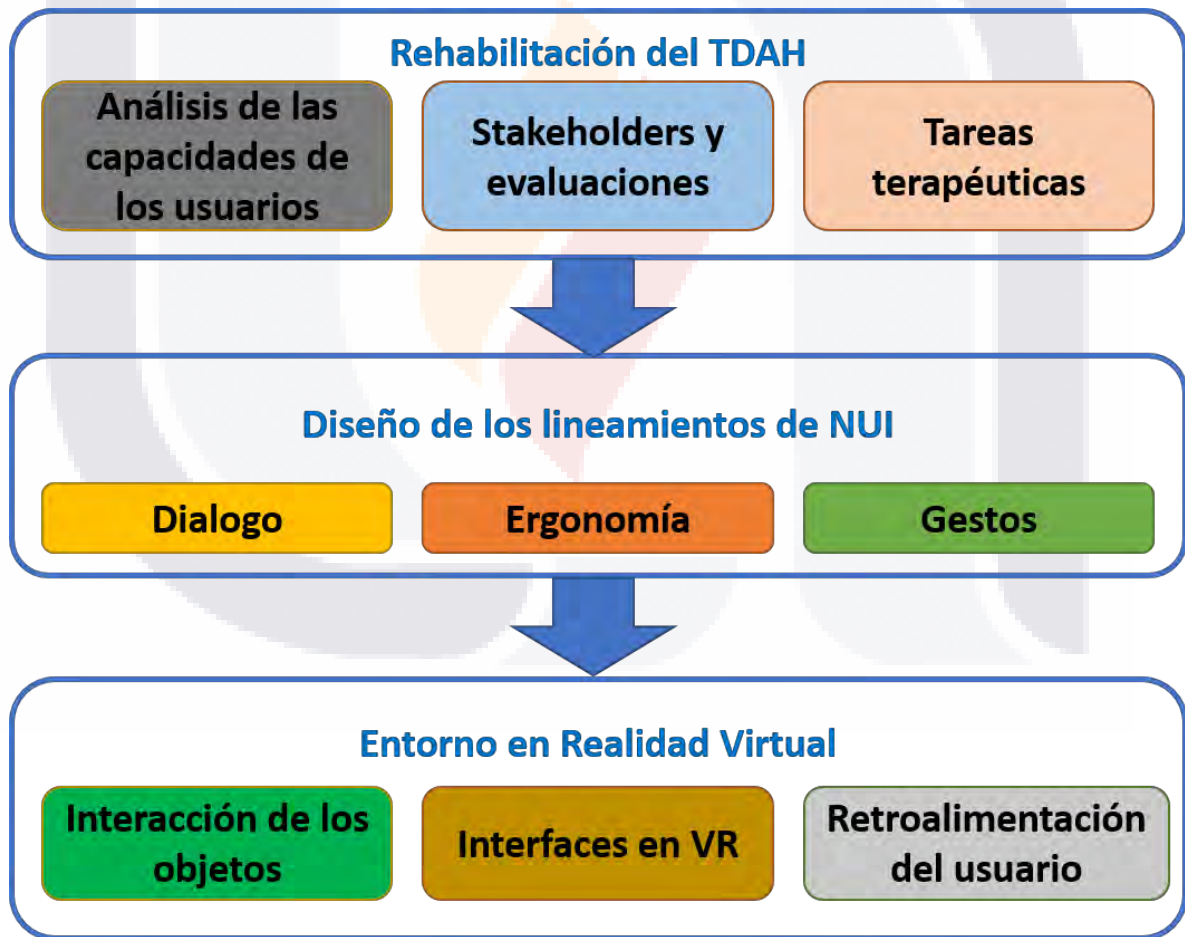


Figura 2. Propuesta de modelo para diseñar NUI en entornos de realidad virtual para el TDAH.

El modelo propuesto se compone de 3 etapas, en las cuales se consideran aspectos de diseño necesarios para establecer el diseño de NUI acorde a las necesidades de terapia del TDAH. A continuación, se describen las etapas del modelo presentado en la Figura 2.

3.1 REHABILITACION DEL TDAH

Esta etapa involucra el conocimiento del contexto en termino de TDAH sobre el cual se van a diseñar las NUI, en esta etapa es importante considerar:

3.1.1 ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES DEL USUARIO

Existen diversos estudios que miden la relación entre niños con TDAH y sus aptitudes intelectuales, de manera general los niños con TDAH no necesariamente presentan una baja capacidad intelectual [31], sin embargo utilizando la escala WISC [32] (Escala Wechsler de Inteligencia para Niños) para valorar la inteligencia y aptitudes intelectuales en niños en el ámbito clínico y psicopedagógico, se encontró una relación entre TDAH y Memoria de Trabajo y Velocidad de Procesamiento con puntajes bajos, siendo las demás áreas con puntajes regulares [33].

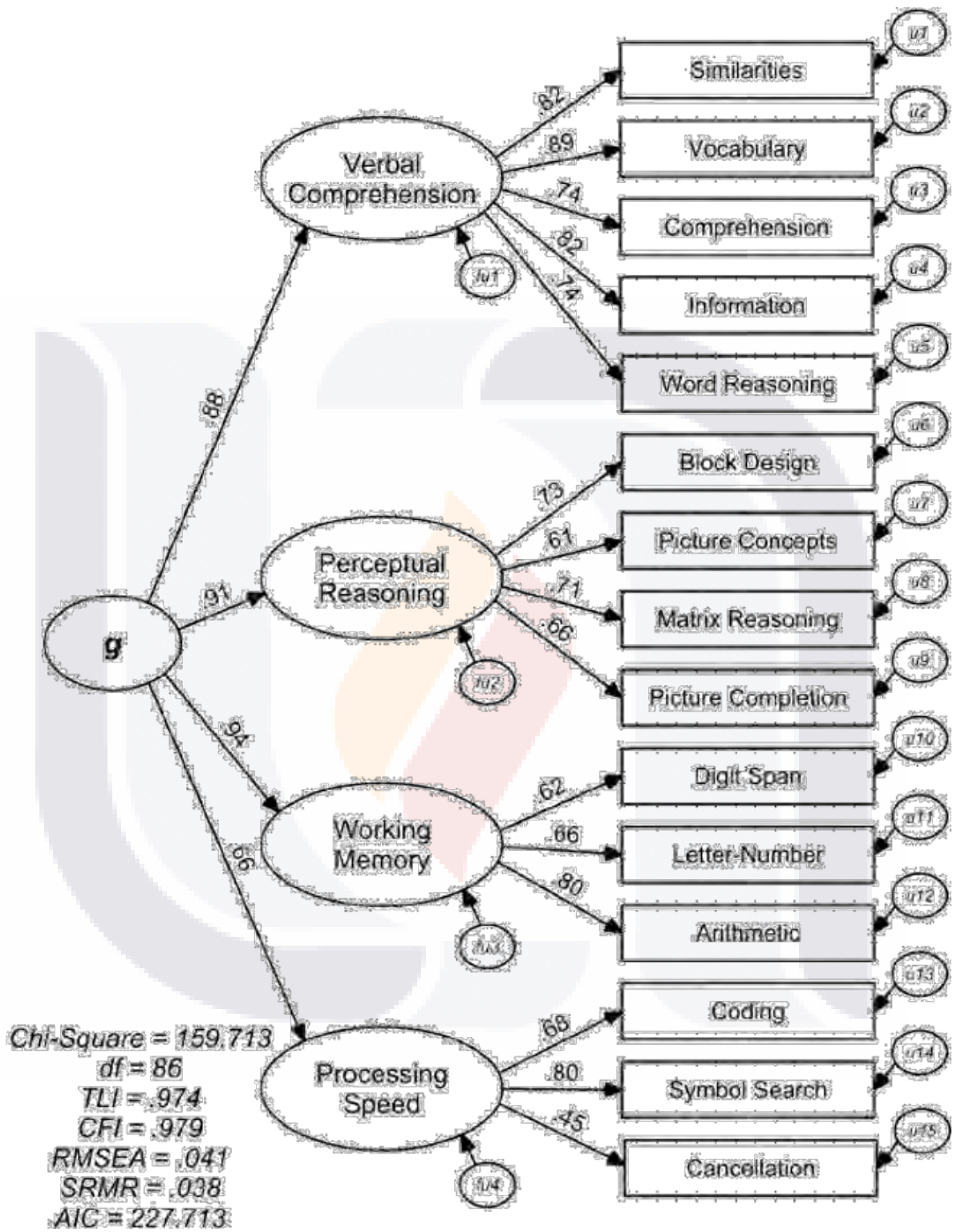


Figura 3. Ejemplo de representación de la Escala Wechsler de Inteligencia para Niños (WISC), fuente: [32].

Por lo que es importante que se cuente con las evaluaciones necesarias para conocer las capacidades del paciente en cuanto a comprender instrucciones, la comprensión de la lectura, problemas de coordinación como puede ser la escritura, cumplir normas y motivación para realizar tareas, etc.

3.1.2 STAKEHOLDERS Y EVALUACIONES

Involucrar en el tratamiento del TDAH, al proceso de diseño de interfaces naturales, a los tecnólogos, psicólogos, pedagogos, familiares, pediatras, terapeutas, etc. El objetivo es identificar las necesidades adecuadas del usuario que pueden ser integradas dentro del proceso terapéutico que lleva a cabo.

3.1.3 TAREAS TERAPEUTICAS

Una vez que se conocen las capacidades del usuario y con base a las evaluaciones y criterios de los stakeholders se define el contexto del entorno virtual y las tareas que serán incorporadas con base al tratamiento definido para el usuario. Estas tareas estarán enfocadas en la atención, concentración, comprensión, seguimiento de normas, etc.

3.2 DISEÑO DE LOS LINEAMIENTOS DE NUI

En esta etapa se realiza el diseño de las NUI con base a los requerimientos e información obtenida sobre el contexto de TDAH a tratar. Los lineamientos que se presentan para diseño de NUI propuestos están basados en trabajos de Regazzoni [34], y que principalmente se enfoca en la definición del entorno virtual y los componentes virtuales de NUI. Incluyendo los diversos modos de interacción y el vocabulario de gestos apropiado. A continuación, se describen los tres grupos base de lineamientos de diseño propuestos en esta sección:

3.2.1 DIALOGO

Este lineamiento considera que el entorno de realidad virtual sea adecuado para una tarea si es compatible con el usuario para que este pueda completarla. Además, la interfaz debe permitir al usuario lo que está sucediendo en cualquier momento, se ajusta y apoya al usuario a aprender el sistema y le da la capacidad de cambiar la interacción y la presentación de la información para cubrir sus necesidades y habilidades individuales.

3.2.2 ERGONOMIA

El diseño debe considerar la mejor usabilidad para el sistema, la interfaz del usuario dentro del entorno de realidad virtual debe ser ergonómica, intuitiva y usable con un mínimo esfuerzo. Para lograrlo, [34] recomienda considerar:

- Indicar al usuario una descripción de los gestos relacionados en las primeras interacciones del entorno de realidad virtual.
- Los objetos interactivos dentro del entorno de realidad virtual deben responder cuando han sido tocados por los movimientos del usuario.
- Una interfaz de usuario debe proporcionar una división clara y específica entre el modo de navegación y el modo de interacción.
- Pensar en cómo usamos los objetos en el mundo real puede ayudarnos a diseñar una interfaz de usuario que sea lo más natural posible.
- Un usuario puede realizar una tarea incluso si se encuentra frente al entorno de realidad virtual por primera vez.

3.2.3 GESTOS

Regazzoni [34] concuerda con que los gestos son la base de la NUI para que los usuarios puedan con el entorno virtual. Es necesario tener en cuenta que las interacciones deber ser de los más naturales e intuitivas posibles, con un número limitado de gestos, y que las posturas no lleven al usuario a la fatiga. Además de presentar los estados que indiquen el inicio y el

termino del gesto. Se busca que los gestos sean fáciles de aprender y memorizar y sean lo más cercano al contexto del usuario. Regazzoni [34] presenta para los gestos dos tipos de clasificación.

La descriptiva, en la que un gesto se describe de acuerdo con su movimiento, sientos estáticos o dinámicos y la semántica, que subdivide los gestos de acuerdo a su objetivo final, por ejemplo, la rotación de la palma o un agarre que representa la misma acción con el objeto virtual en función del contexto de aplicación.

3.3 ENTORNOS DE REALIDAD VIRTUAL

El objetivo de esta etapa es definir los elementos del entorno de realidad virtual, una vez que ya se tienen identificadas las NUI necesarias, el contexto y capacidades del usuario con TDAH. Es importante definir la plataforma adecuada en la que se pondrá en marcha el entorno virtual y los elementos de software y hardware necesarios para su bien funcionamiento.

3.3.1 INTERACCION DE LOS OBJETOS

Los objetos de interacción son aquellos con los que el usuario dentro del entorno interactivo tendrá la capacidad de manipular por medio de los gestos definidos en la etapa anterior. Por lo general estos objetos se acercan a una representación del mundo real o pueden ser representaciones complejas que en la realidad serían difíciles de acceder, por ejemplo, que el usuario pueda manipular el sistema solar, lugares de difícil acceso, objetos delicados, etc. El objetivo es que el usuario con TDAH pueda enfocar su atención y de una forma natural pueda manipular estos objetos para lograr un objetivo.

3.3.2 INTERFACES EN VR

La interfaz dentro del entorno de realidad virtual es una pieza clave que permitirá al usuario navegar por cada una de las partes que los compone. Siguiendo los lineamientos de diseño de NUI, la interfaz debe ser intuitiva, fácil de aprender por el usuario y no debe llevar a la fatiga.

3.3.3 RETROALIMENTACION DEL USUARIO

La retroalimentación del usuario en el entorno de realidad virtual considera las respuestas que recibe el usuario del sistema, entre mejor sean la respuesta, el entorno de realidad virtual será más preciso y enganchara al usuario. Otros aspectos de retroalimentación que se deben considerar una vez que el entorno de realidad virtual es utilizado por el usuario con TDAH son las estrategias para evaluar la experiencia del usuario para medir el impacto que se tienen dentro del contexto del TDAH.

CAPÍTULO 4: DEFINICIÓN NUI DE ENTORNOS DE REALIDAD VIRTUAL PARA NIÑOS CON TDAH

En esta sección se presenta el diseño de NUI bajo el modelo propuesto para entornos de realidad virtual que puedan ser un soporte a las terapias de TDAH en niños que acuden a una institución de salud en México.

4.1 REHABILITACION DEL TDAH

Conforme al modelo de la Figura 2, se inicia con la identificación del contexto de terapia de TDAH. Tal como se puede observar en la Figura 4, los usuarios son niños entre 5 y 6 años (A, B, C y D) los cuales llevan aproximadamente un año acudiendo a terapia. De acuerdo con las evaluaciones de los expertos en salud y terapeutas del DIF, Aguascalientes, México, en ambos casos se presenta un problema de lenguaje como dislexia y dislalia asociado a los problemas de atención e hiperactividad propios del TDAH.



Figura 4. Sesiones de terapia con niños con TDAH, DIF, Aguascalientes, México.

Como se puede observar en la Figura 4, los niños llevan a cabo sesiones en las que se promueven actividades que desarrollen sus habilidades cognitivas, de inatención, impulsividad e hiperactividad, por medio de juegos, material didáctico, interacciones con el terapeuta entre otras.

En conjunto con los especialistas y terapeutas proponen una serie de tareas que pueden ser llevadas a entornos de realidad virtual para que los niños puedan utilizarlas en sus sesiones de terapia.

Tal como se presenta en la Tabla 3 se propone un conjunto de tareas recomendadas por los especialistas en TDAH. Estas actividades en su mayoría están destinadas para atender la inatención, la hiperactividad e impulsividad. En cada tarea se identifican se proponen los gestos necesarios desarrollar la tarea. Por ejemplo, tomar objetos, colocarlos en un lugar específico, soltar objetos, mover objetos, etc. Esto será de utilidad al momento de llevar este diseño a la plataforma de realidad virtual en donde abordará a detalle la definición de estos gestos.

Tabla 3. Propuesta de entornos de realidad virtual para el tratamiento del TDAH en niños que asisten a terapia.

Tarea	Tratamiento	Instrucciones	Gestos
Tarjetas Memorama	Inatención	Selecciona los mismos bloques o cartas.	Agarrar Agarrar Dejar caer Voltear
Máquina tragamonedas	Hiperactividad-impulsividad	4 tiras de imágenes. El usuario tira de la palanca o pulsa un botón para mostrar las imágenes.	Tirar Soltar Pocking
Colocar la figura en su lugar	Atención	Seleccione la figura deseada y arrástrela al espacio correspondiente.	Agarrar Soltar Girar
Caja con objetos	Hiperactividad-impulsividad	Colocar los objetos en diferente orden: -Pequeño a grande -Grande a pequeño -Al azar Una vez que los objetos están dentro, recuerda las figuras y las menciona.	Agarrar liberar Soltar Agarrar

4.2 LINEAMIENTOS DE NUI Y ENTORNOS DE REALIDAD VIRTUAL

Se ha propuesto la plataforma Oculus Quest por su facilidad de uso, portabilidad y diseño ergonómico para ser utilizada por los niños en sus sesiones de terapia de TDAH. Esta plataforma cuenta con un sistema de gestos [35] para la interacción del usuario con el sistema. Tal como se presenta en la Figura 5.

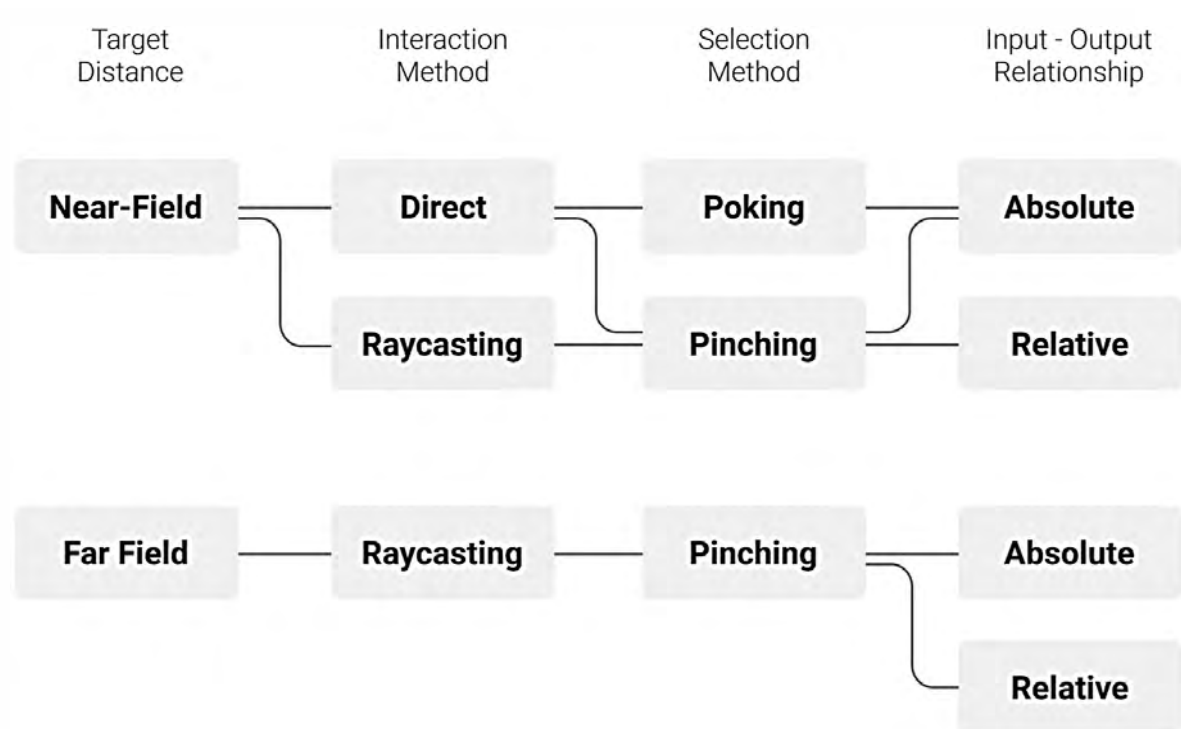


Figura 5. Sistema de gestos de la plataforma Oculus Quest, fuente: [35].

El sistema de gestos de Oculus permite la navegación por medio de gestos mediante el rastreo de manos o por el uso de los controles que simulan unas manos dentro del sistema de realidad virtual. En cuanto a la navegación dentro del sistema esta se puede hacer desde un campo a distancia o cercano, para esto se cuenta con varios métodos de interacción en los que incluye la interacción directa para interactuar con menús en 2D o 3D, el raycasting que puede ser utilizado cerca o a distancia, además se cuenta con métodos de selección como pinching, poking para interactuar con los objetos virtuales, tal como se presentan en el ejemplo de la Figura 6 que presenta la interacción con la interfaz de navegación por medio del rastreo de

mano (Izquierda), por medio del uso de los controles (centro) y utilizando los gestos (pocking) con objetos virtuales (derecha).

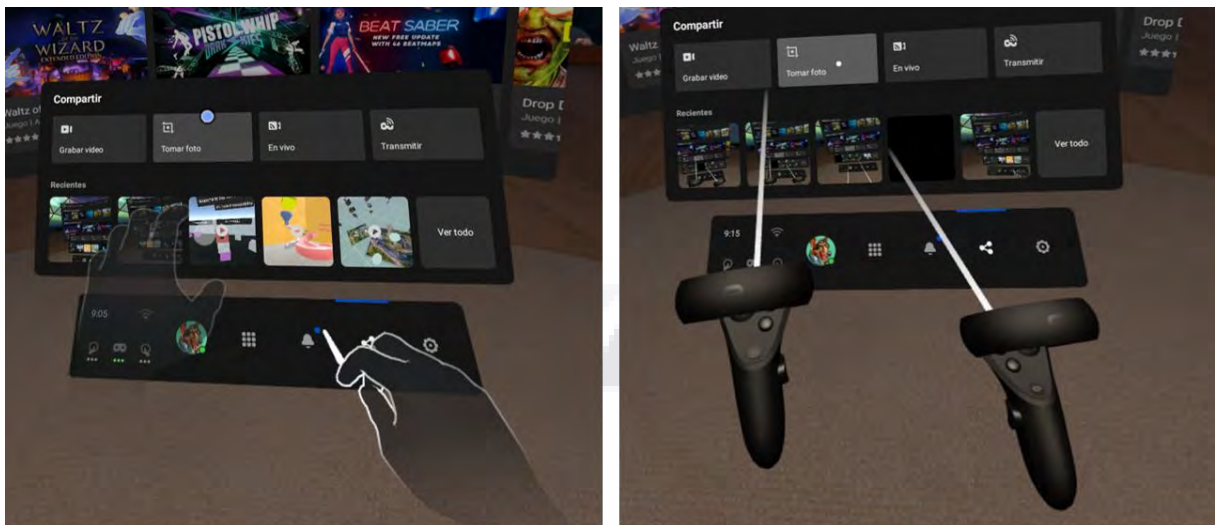


Figura 6. Ejemplos de sistemas de navegación en Oculus Quest.

Bajo este enfoque, se pretende utilizar las ventajas de la plataforma Oculus y el sistema de interacción para incorporar las NUI adecuadas en los entornos de realidad virtual propuestos en la Tabla 3 destinados al contexto del TDAH.

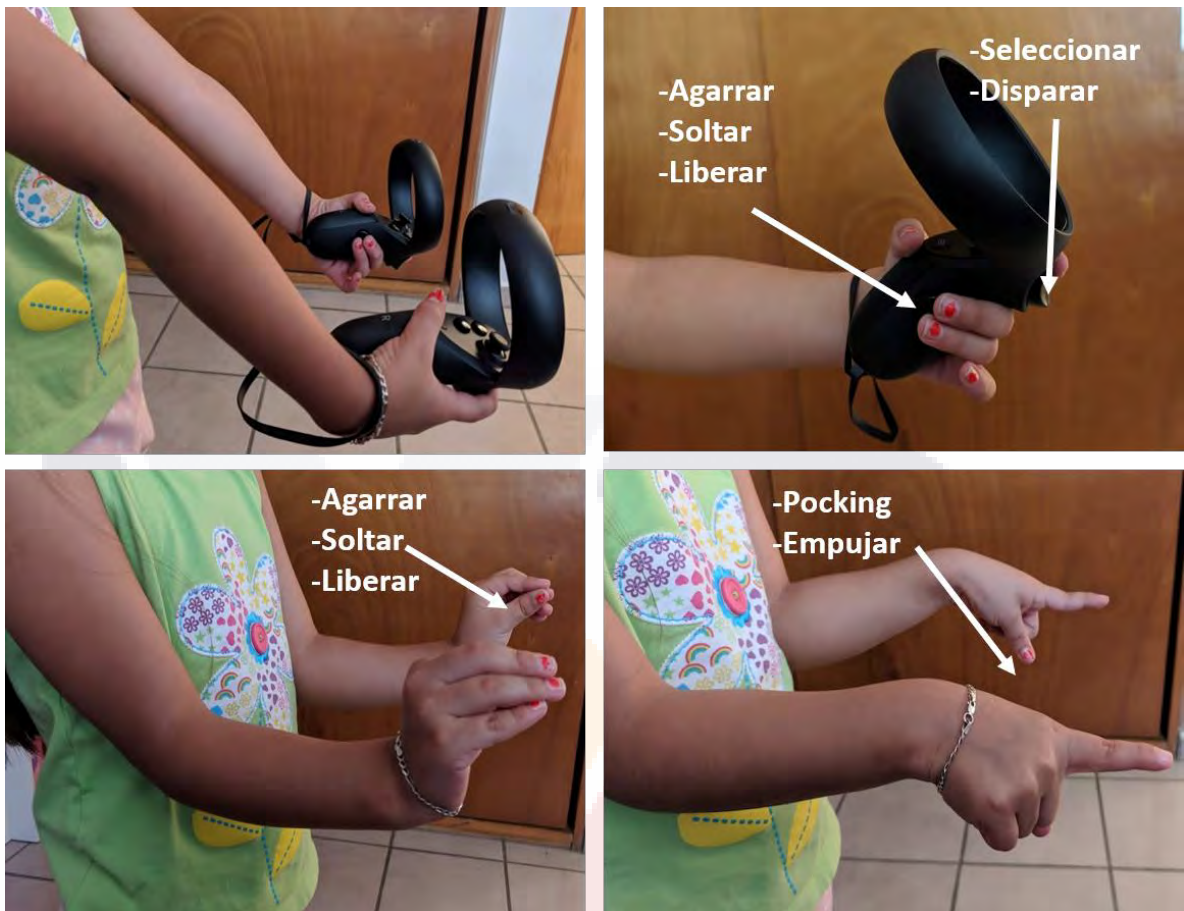


Figura 7. Prueba: niño probando diferentes formas de interactuar con el sistema a través de gestos bajo la plataforma Oculus Quest.

Como se puede observar en la Figura 7 es importante definir la forma en que el niño interactuara con el sistema bajo los lineamientos de diseño de interfaces naturales, que sean adecuadas al usuario para realizar la tarea, la mejor ergonomía y los gestos adecuados. Esto dependerá de las habilidades del niño para que pueda utilizar sus manos o por medio de los controles pueda ejecutar los gestos requeridos para llevar a cabo la tarea dentro definida en su terapia de TDAH.

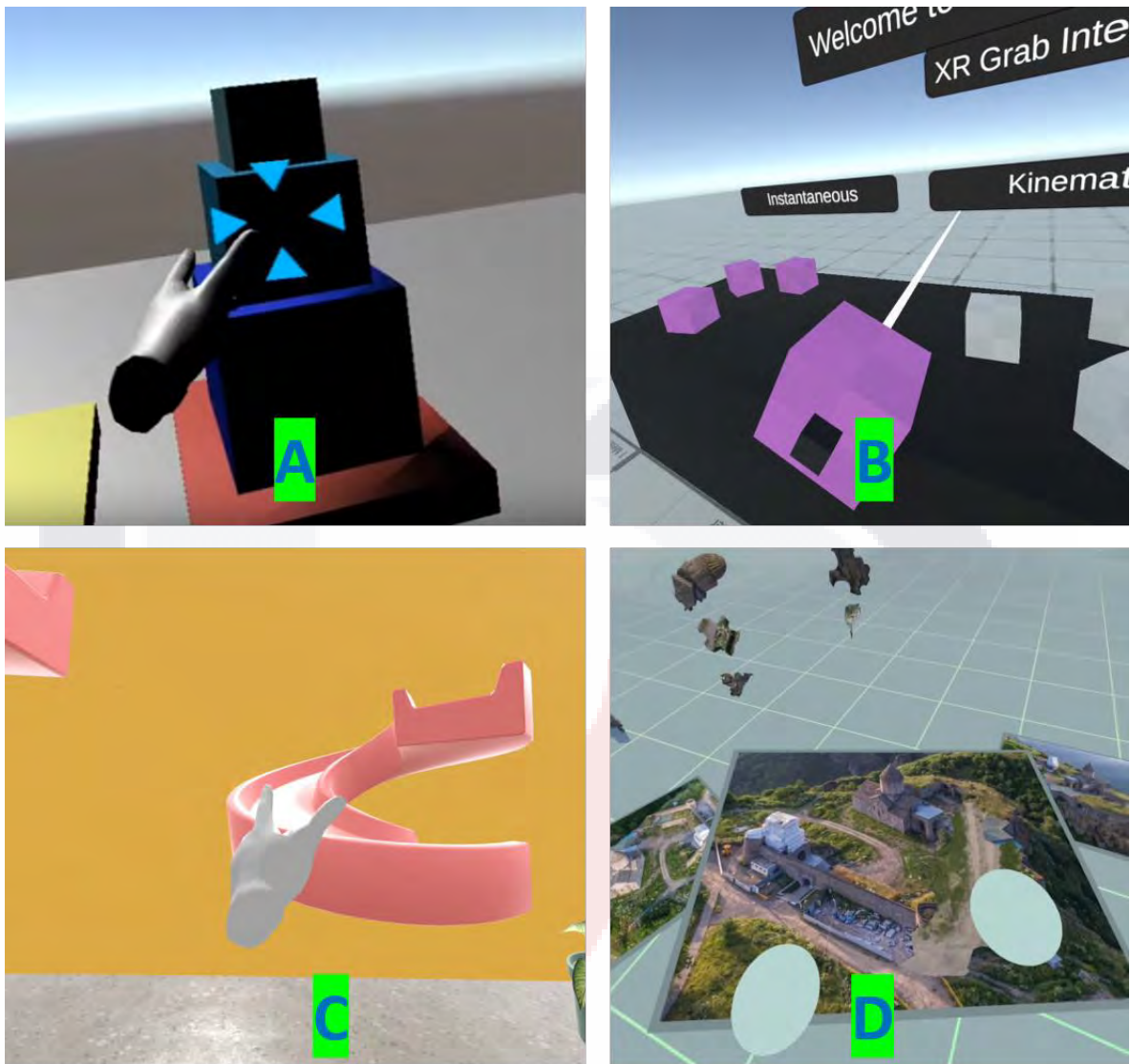


Figura 8. Ejemplos de entornos de realidad virtual con NUI. A: Torres de Hanoi, B: Muestra de interacción XR, C: Juego Puzzle Kit y D: Rompecabezas 3D.

La Figura 8 presenta algunos entornos de realidad virtual en los que el niño interactúa por medio de los gestos, agarrar, apretar, lanzar, soltar, raycasting y pocking. Esta interacción permitirá a los expertos evaluar cómo se desempeñan los niños en las actividades indicadas y obtener retroalimentación para definir que gestos son adecuados y cuales deberán ser eliminados.

CAPITULO 5: CASO DE ESTUDIO

El modelo propuesto se implementó a través de un estudio de caso realizado durante 6 meses por profesores de las Unidades de Apoyo a la Educación Regular (USAER) y un grupo de alumnos de segundo nivel de primaria de la ciudad de Aguascalientes en México. El equipo de la USAER lo conforma un equipo multidisciplinario compuesto por una psicóloga, una maestra de educación especial y una pedagoga.



Figura 9. Ejemplo de laberinto 3D de entorno interactivo utilizado por niños de primaria.

En la Figura 9 se muestra un ejemplo del uso de ambientes interactivos en la intervención con niños con TDAH, un ambiente interactivo llamado Laberinto 3D en niños de primaria presenta al niño interactuando con el controlador Leap Motion para realizar movimientos con el miembro superior para guiar la trayectoria de una esfera en el laberinto, se fomenta esta actividad en el niño y la resolución de problemas.

A continuación, se describe la producción del entorno interactivo en realidad virtual y aumentada llamado Puzzle City en niños de educación primaria en Aguascalientes, México.

Los profesores de USAER se han propuesto aplicar una evaluación inicial a los alumnos de un grupo del segundo nivel de una escuela primaria de la ciudad de Aguascalientes en México. "Jane" fue la única estudiante que se identificó con el síntoma de TDAH con un rescate mínimo de impulsividad. Hasta ese momento, Jane no había accedido a la lecto-escritura, ni había logrado contar del 1 al 9 con material concreto; tenía bajas habilidades de comunicación y tenía baja motivación para estudiar. Entonces se añade un equipo TIC (un analista, un diseñador y un programador) a los profesores de USAER, este nuevo equipo se propone a la familia para ayudar a la necesidad de aprendizaje de la alumna.

La aplicación móvil Puzzle City fue diseñada para ser fácilmente accesible y económica para los profesores y la familia, utiliza la tecnología de realidad virtual basada en Google Cardboard [36,37] y la realidad aumentada que ofrece el SDK Vuforia [38,39].

La ventaja de su implementación es que sólo se requiere un teléfono móvil basado en Android, unos auriculares compatibles con Google Cardboard y unos objetivos, que son códigos que se pueden imprimir en el tamaño deseado. La Figura 10 muestra el equipamiento básico del entorno interactivo Puzzle City.



Figura 10. Elementos tecnológicos para el entorno interactivo Puzzle City.

El uso de la aplicación móvil Puzzle City en niños de educación primaria (como se puede observar en la Figura 11) consiste en que el profesor instala la aplicación en su dispositivo móvil y la coloca en el casco, después coloca y ajusta el casco en la cabeza del niño y le muestra los 9 targets impresos.

El profesor da instrucciones al niño de cómo debe lucir la ciudad y niño debe acomodar los targets acordes a las instrucciones del profesor, el niño debe enfocar su atención en los detalles que contiene cada elemento de la ciudad, como los árboles, los personajes animados, las calles, edificios, etc. Mientras el profesor da retroalimentación al niño. Esta actividad fomenta la capacidad del niño a retener la atención, captar y conceptualizar nuevos conocimientos a través de situaciones de aprendizaje [37].



Figura 11. Aplicación móvil VR/AR Puzzle City para niños con TDAH.

El equipo de TIC en colaboración con la psicóloga ha propuesto el uso de artefactos interactivos con la realidad virtual en las actividades de aprendizaje que debe realizar el alumno con la TDAH. Se ha diseñado una aplicación móvil interactiva para ayudar al alumno a construir e identificar los componentes de una ciudad. Un modelo UML (como se muestra en la Figura 12) especifica la estructura del software y los recursos de realidad virtual que componen la aplicación interactiva Puzzle City.

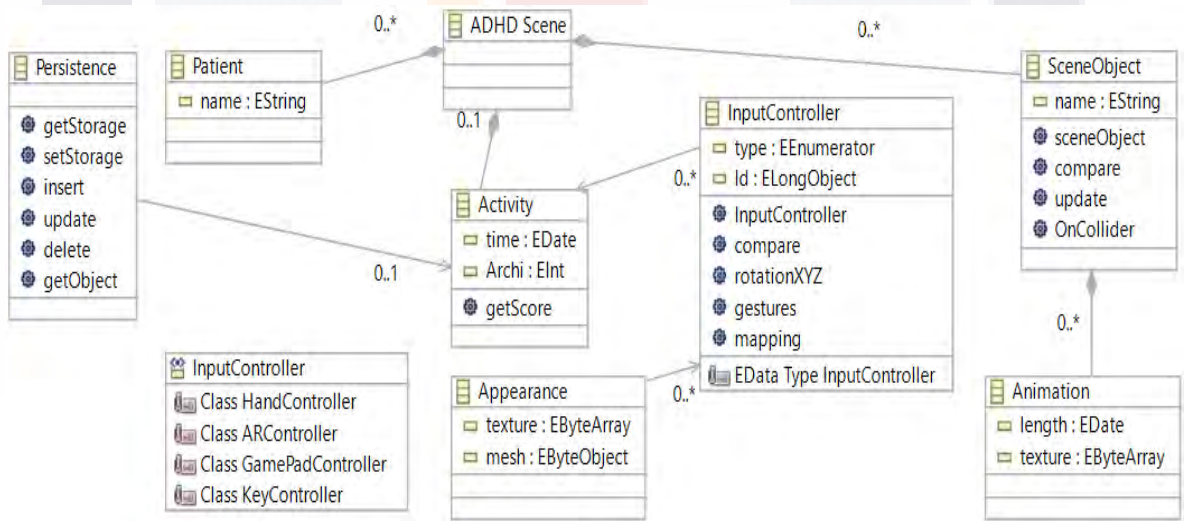


Figura 12. Diagrama UML del diseño del sistema.

Para la generación de código, un conjunto de reglas importantes a mencionar son las que permiten transformar los modelos propuestos en la Figura 13 a un contexto de persistencia de datos, con la posibilidad de mapear el modelo de Clases en Tablas, Atributos en Campos y las Operaciones en Funciones. Es decir, trasladar un modelo de clases que está bajo un metamodelo de diagrama de clases UML para un modelo definido por el usuario utilizando las herramientas EMF, como resultado, obtener un modelo en formato XMI (XML Metadata Interchange) para su posterior codificación. Entre las ventajas que ofrece disponer de modelos derivados de transformaciones en formato XMI [40].

XMI es un lenguaje que permite a los usuarios desarrolladores de software el intercambio de modelos UML, facilitando el intercambio de modelos entre herramientas de modelado y repositorios de metadatos basados en la especificación. Estas ventajas dentro de la producción de entornos interactivos permiten el almacenamiento, adaptación y reutilización de estos modelos en función de los cambios en los tratamientos dictaminados por los expertos sanitarios, o la incorporación de nuevas plataformas para el usuario con TDAH.

```

1  -- @nsURI MetaIN=http://www.eclipse.org/uml2/4.0.0/UML
2  -- @nsURI MetaOut=http://www.eclipse.org/uml2/4.0.0/UML
3
4  module GenerateClassAndPackages;
5  create OUT : MetaOut from IN : MetaIN;
6
7  lazy rule generatePersistence {
8      from
9          sourceClass : MetaIN!Class(
10             not sourceClass.isAbstract
11         )
12     to
13         resultClass : MetaOut!Class(
14             name <- 'DAO' + sourceClass.name,
15             ownedOperation <- insert,
16             ownedOperation <- delete,
17             ownedOperation <- update,
18             package <- thisModule.getPackagePers()
19         ),
20         insert : MetaOut!Operation(
21             name <- 'insert',
22             ownedParameter <- thisModule.getDomain(sourceClass)
23         ),
24         delete : MetaOut!Operation(
25             name <- 'delete',
26             ownedParameter <- thisModule.getDomain(sourceClass)
27         ),
28         update : MetaOut!Operation(
29             name <- 'update',
30             ownedParameter <- thisModule.getDomain(sourceClass)
31         )
32     }

```

```

31     )
32 }
33
34 lazy rule getDomain {
35     from
36         sourceClass : MetaIN!Class
37     to
38         resultado : MetaOut!Parameter (
39             name <- sourceClass.name,
40             type <- sourceClass
41         )
42 }
43
44 unique lazy rule getPackagePers {
45     from
46         modeloOrigen : MetaIN!Model
47     to
48         paquete : MetaOut!Package (
49             name <- 'persistencePackage'
50         )
51 }
52 }
53
54 lazy rule getAttribute{
55     from
56         campoOrigen : MetaIN!Property
57     to
58         campoDestino : MetaOut!Property(
59             name <- campoOrigen.name,
60             type <- campoOrigen.type,
61             lower <- campoOrigen.lower,
62             upper <- campoOrigen.upper
63         )
64 }

```

Figura 13. Reglas de transformación del modelo para los datos de persistencia del entorno interactivo Puzzle City.

La siguiente evaluación de habilidades del desarrollo de Jane estuvo a cargo de la psicóloga, quien mediante la aplicación de las pruebas DSM-V [13], ha confirmado que la alumna ha presentado TDAH. Como primera retroalimentación, se formó un equipo de trabajo entre la comunidad; la psicóloga y la maestra de la USAER. El equipo TIC, incorpora al pediatra y a la madre del alumno, que es, de hecho, la cabeza de su familia.

Las partes interesadas realizan una evaluación del psicólogo, pediatra y profesor y el informe de evaluación, con el fin de conocer e identificar las necesidades educativas especiales que presenta el estudiante y el equipo de las TIC han evaluado el proceso de inserción tecnológica. Además, el equipo TIC ha propuesto un conjunto de aplicaciones para fines específicos (ver Tabla 4), que han sido seleccionadas por los equipos de intervención en función del diagnóstico inicial del alumno y serán configuradas y elegidas para su uso, según su evolución a lo largo del proceso de intervención.

Tabla 4. Propuesta de entornos interactivos de realidad virtual para niños con TDAH en la escuela primaria.

Entorno interactivo propuesto	Tratamiento	Instrucciones
Cubo de Memorama (4-6 piezas, letras o cubos)	Inatención	Elegir (hacer clic o tomar) bloques iguales.
Camino (con pájaros)	Hiperactividad-impulsividad	Elegir del camino sólo mariposas (o sólo los canarios o sólo murciélagos)
Completar casillas (en un tablero virtual)	Inatención	Poner la casilla adecuada en las imágenes del lado derecho, puede ser: Suma y resta (colocar el signo - o +) Completar imagen (figuras geométricas)
Las Vegas	Hiperactividad-	4 tiras de imágenes.

(máquina tragamonedas)	impulsividad	La primera por defecto es fija, las otras tres, el usuario presiona un botón para configurar lo siguiente.
Ordenar la figura en su lugar (plantilla de figuras geométricas, se puede insertar en un cubo)	Inatención	Selecciona la figura que te guste y arrástrala al espacio correspondiente.
Colorea todo (cualquier hoja, figura o lo que sea)	Hiperactividad-impulsividad	Colorea todo sin dejar espacios en blanco.
Encaja objetos (en un cubo con una ranura para poner objetos)	Hiperactividad-impulsividad	Coloca las imágenes en el orden que quieras: de pequeño a grande, de grande a pequeño, revuelto. Y ahora, una vez dentro, recuerda qué figuras eran y menciónalas.

CAPITULO 6: DISCUSIÓN

En esta sección se presenta una recapitulación de los objetivos y la hipótesis planteados en esta investigación. Como primer aspecto el objetivo general de producir interfaces de realidad virtual se pudo comprobar al identificar diversos lineamientos de diseño existentes en la literatura y que además se pueden establecer nuevos de acuerdo con las necesidades de los usuarios con TDAH, ya que las necesidades son muy diferentes de acuerdo con el tipo de usuario con este trastorno. También se pudo comprobar que la interacción es un aspecto fundamental por considerar al momento de diseñar entornos virtuales, ya que involucra que el usuario se capaz de utilizar los entornos en sus actividades terapéuticas y que además puedan ofrecer un factor motivacional que impulse el desarrollo de sus actividades de una mejor manera.

En este sentido siguiendo los objetivos particulares de esta investigación se pudieron identificar los actores involucrados al estar contacto con pacientes, especialistas y todo el personal involucrado en el proceso de seguimiento y tratamiento del TDAH en niños. También se identificaron aquellos artefactos de diseño que en conjunto al método propuesto ayudan a la correcta definición de escenarios en realidad virtual acorde a las necesidades de pacientes y expertos involucrados en el TDAH. En cuanto al objetivo de llevar los escenarios virtuales basados en NUI se cubrió de manera parcial ya que debido a la contingencia COVID-19 solo se realizaron pruebas preliminares y se obtuvieron resultados referenciales que nos mostraron la buena aceptación por este tipo de software interactivo.

En cuanto a las estrategias de evaluación, estas también se vieron limitadas a la situación actual de contingencia, por lo que solo se pudo identificar en la literatura aquellas evaluaciones existentes y realizar un análisis a fondo de ellas para en trabajos futuros se puedan dar las condiciones de realizarlas en grupos de pacientes y expertos.

Como conclusión se puede comprobar la hipótesis de que los entornos de realidad virtual han demostrado ser un soporte a las terapias del TDAH y que considerar lineamientos para el diseño de interfaces naturales dentro de estos entornos es parte fundamental para acoplamiento a las terapias de rehabilitación.

CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este trabajo propone elementos de diseño para la generación de interfaces naturales que puedan ser incorporadas a los entornos de realidad virtual y que puedan ser un soporte a las terapias en niños con trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH). Se propone un modelo que considera las necesidades de terapia de expertos y las capacidades de los usuarios para identificar los componentes y lineamientos de diseño que ayuden a identificar las NUI adecuadas para ser incorporadas a entornos de realidad virtual para las tareas propuestas por los terapeutas en el tratamiento del TDAH.

Como trabajo futuro se tiene el reto producir diversas NUI para ser incorporadas en nuevos entornos de realidad virtual para ser puestos en marcha con niños que acuden a recibir terapia de TDAH en las instituciones de salud en México. Debido a la contingencia COVID-19 como trabajo futuro se pretende:

- Identificar nuevas necesidades para la atención del TDAH en niños.
- Incorporar nuevos perfiles de usuario para contar con una variedad de casos bajo los cuales poner en marcha diversos entornos virtuales. Esto conllevo realizar trabajo de campo con profesores, terapeutas y padres de familia.
- Incorporar nuevos lineamientos para la definición de nuevas interfaces naturales.
- Complementar el método propuesto con nuevos escenarios identificados.

REFERENCIAS

1. Rizzo, A. A.; Buckwalter, J. G.; Neumann, U. Virtual reality and cognitive rehabilitation: A brief review of the future. *The Journal of head trauma rehabilitation* **1997**.
2. Esperón, C. S.; Suárez, A. D. *Manual de diagnóstico y tratamiento del TDAH*; Ed. Médica Panamericana, 2007.
3. N. Moreno-Flage Trastornos del lenguaje. Diagnóstico y tratamiento - Revista de Neurología. *Revista de Neurología* **2013**, *51*, 85–94.
4. Faita, C.; Brondi, R.; Tanca, C.; Carrozzino, M.; Bergamasco, M. Natural user interface to assess social skills in autistic population. In *International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics*; 2017; pp. 144–154.
5. Faita, C.; Brondi, R.; Tanca, C.; Carrozzino, M.; Bergamasco, M. Natural user interface to assess social skills in Autistic population. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* **2017**, *10325 LNCS*, 144–154.
6. Brondi, R.; Alem, L.; Avveduto, G.; Faita, C.; Carrozzino, M.; Tecchia, F.; Bergamasco, M. Evaluating the impact of highly immersive technologies and natural interaction on player engagement and flow experience in games. In *International Conference on Entertainment Computing*; 2015; pp. 169–181.
7. Soledad, C.; González, G. Revisión de la literatura sobre interfaces naturales para el aprendizaje en la etapa infantil. *V Congreso Internacional de Videojuegos y Educacion* **2017**.
8. Sherman, W. R.; Craig, A. B. *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*; Elsevier, 2002.
9. Diego-mendoza, J.; Márquez-domínguez, J. A.; Sabino-moxo, B. A. Desarrollo de una Interfaz Natural de Usuario para Rehabilitación Motriz. **2014**, 3–15.
10. Li, L.; Yu, F.; Shi, D.; Shi, J.; Tian, Z.; Yang, J.; Wang, X.; Jiang, Q. Application of virtual reality technology in clinical medicine. *American journal of translational research* **2017**, *9*, 3867.

11. Vozenilek, J.; Huff, J. S.; Reznek, M.; Gordon, J. A. See one, do one, teach one: advanced technology in medical education. *Academic Emergency Medicine* **2004**, *11*, 1149–1154.
12. de trabajo de la Gu\`via, G. de Práctica Clínica sobre el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) en Niños y Adolescentes. *Gu\`a de Práctica Clínica sobre el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) en niños y adolescentes* **2010**.
13. Association, A. P.; others *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*; American Psychiatric Pub, 2013.
14. de la República - Coordinación de Comunicación Social, S. En México dos millones de personas con trastorno de déficit de atención. *Coordinación de Comunicación Social* 2017.
15. Vaquerizo, J. Evaluación clínica del trastorno por déficit de atención/hiperactividad, modelo de entrevista y controversias. *Revista de neurologia* **2008**, *46*, 37–41.
16. Hernández, P. R.; Gutiérrez, I. C. Plan de tratamiento multimodal del TDAH. Tratamiento psicoeducativo. *Pediatría Integral* **2014**, *18*, 624–633.
17. Hídalgo Vicario, M. I. Situación en España del trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Pediatría Integral*. 2014 [citado 9 Abr 2015]; 18 (9) 2016.
18. Regazzoni, D.; Rizzi, C.; Vitali, A. Virtual reality applications: Guidelines to design natural user interface. *Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference* **2018**, *1B-2018*, 1–7.
19. Zielke, M. A.; Zakhidov, D.; Hardee, G.; Evans, L.; Lenox, S.; Orr, N.; Fino, D.; Mathialagan, G. Developing Virtual Patients with VR/AR for a natural user interface in medical teaching. In *2017 IEEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*; 2017; pp. 1–8.
20. Márquez, A. P. C. La usabilidad en interfaces naturales como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje: estudio de caso para un sistema interactivo de estructuras de datos. *Universidad & Ciencia* **2017**, *6*, 206–220.
21. Chen, X. Xbox One Natural User Interface. *Xiaoji Chen's Design Weblog* 2014.
22. Griebel, T. Self-portrayal in a simulated life: Projecting personality and values in The Sims 2. *Game Studies* **2006**, *6*.

23. Tiitto, M.; Lodder, R. Therapeutic Video Games For Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). **2017**.
24. Craven, M. P.; Groom, M. J. Computer games for user engagement in Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) monitoring and therapy. In *2015 International Conference on Interactive Technologies and Games*; 2015; pp. 34–40.
25. Shih, C. H.; Yeh, J. C.; Shih, C. T.; Chang, M. L. Assisting children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder actively reduces limb hyperactive behavior with a Nintendo Wii Remote Controller through controlling environmental stimulation. *Research in Developmental Disabilities* **2011**, *32*, 1631–1637.
26. Shih, C.-H. Assisting people with attention deficit hyperactivity disorder by actively reducing limb hyperactive behavior with a gyration air mouse through a controlled environmental stimulation. *Research in developmental disabilities* **2011**, *32*, 30–36.
27. Gongsook, P. Time simulator in virtual reality for children with attention deficit hyperactivity disorder. In *International Conference on Entertainment Computing*; 2012; pp. 490–493.
28. Bashiri, A.; Ghazisaeedi, M.; Shahmoradi, L. The opportunities of virtual reality in the rehabilitation of children with attention deficit hyperactivity disorder: a literature review. *Korean journal of pediatrics* **2017**, *60*, 337.
29. Rizzo, A. A.; Buckwalter, J. G.; Bowerly, T.; van der Zaag, C.; Humphrey, L.; Neumann, U.; Chua, C.; Kyriakakis, C.; van Rooyen, A.; Sisemore, D. The virtual classroom: a virtual reality environment for the assessment and rehabilitation of attention deficits. *CyberPsychology & Behavior* **2000**, *3*, 483–499.
30. Aukstakalnis, S.; Blatner, D. *Silicon mirage; the art and science of virtual reality*; Peachpit Press, 1992.
31. Tabares, A. S. G.; Pescador, C. T. H.; Montoya, L. G. Capacidad intelectual en niños, niñas y adolescentes diagnosticados con TDAH. *TEMPUS PSICOLÓGICO* **2019**, *2*, 64–87.
32. Wechsler, D. *Escala Wechsler de inteligencia para niños-IV*; Manual moderno, 2005.

33. Iceta, M. B.; Barceló, M. S. Análisis del patrón de rendimiento de una muestra de niños con TDAH en el WISC-IV. *Revista de Psicología Clínica con Niños y Adolescentes* **2015**, *2*, 121–128.
34. Regazzoni, D.; Rizzi, C.; Vitali, A. Virtual reality applications: guidelines to design natural user interface. In *ASME 2018 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*; 2018.
35. Oculus VR Design Best Practices. *Oculus developers* 2019.
36. Powell, W.; Powell, V.; Brown, P.; Cook, M.; Uddin, J. Getting around in google cardboard--exploring navigation preferences with low-cost mobile VR. In *2016 IEEE 2nd Workshop on Everyday Virtual Reality (WEVR)*; 2016; pp. 5–8.
37. Lee, S. H.; Sergueeva, K.; Catangui, M.; Kandaurova, M. Assessing Google Cardboard virtual reality as a content delivery system in business classrooms. *Journal of Education for Business* **2017**, *92*, 153–160.
38. Boonbrahm, S.; Kaewrat, C.; Boonbrahm, P. Using augmented reality technology in assisting english learning for primary school students. In *International Conference on Learning and Collaboration Technologies*; 2015; pp. 24–32.
39. Xiao, C.; Lifeng, Z. Implementation of mobile augmented reality based on Vuforia and Rawajali. In *2014 IEEE 5th International Conference on Software Engineering and Service Science*; 2014; pp. 912–915.
40. Quintero, J. B.; Anaya, R. MDA y el papel de los modelos en el proceso de desarrollo de software. *Revista EIA* **2007**, 131–146.

ANEXOS

ANEXO A: ACEPTACIÓN DE ARTÍCULOS.

ANEXO B: INTERVENCION EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y DE SALUD.

ANEXO C: ESTANCIA CIMAT UNIDAD ZACATECAS.



ANEXO A: ACEPTACIÓN DE LOS ARTÍCULOS

Reyes, Héctor Cardona, Jaime Muñoz Arteaga, Ivan González Romo, and Miguel Ángel Ortiz Esparza. "Model driven multidisciplinary production of interactive environments." In *Proceedings of the 5th Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques*, pp. 51-52. 2019.



Advantages and Limitations of Developing Physical Rehabilitation Exergames (PREGs) using Leap Motion.....43	Edwin Gamboa, Diana Toro, Serrato Andres and Maria Trujillo
Towards Meaningful Learning with Stimulus Equivalence Activities Adaptation on the aBoard Platform.....47	Robson Fidalgo, Jayr Pereira, Natália Franco and Fábio Giraldo
Model Driven Multidisciplinary Production of Interactive Environments	Héctor Cardona Reyes, Jaime Muñoz-Arteaga, Ivan González Romo and Miguel Ángel Ortiz Esparza.....51
A Formative Instrument to Evaluate User Experience in Virtual Reality Serious Games.....53	Emilio Ormeño, Claudio Alessio, Sergio Ochoa and César Collazos
EDUMAT: Web tool based on gamification for the teaching of elementary operations in primary basic.....58	Leydi Mercedes Vargas, Luis Freddy Muñoz and Evelio Astaiza Hoyo
Educational Software for the Recovery of the Kichwa Language Denominated: SHIMISOFT.....63	Leydi Mercedes Vargas, Luis Freddy Muñoz and Evelio Astaiza Hoyo
Conceptual design of a monitoring system for musculoskeletal rehabilitation processes.....68	Maria Jaramillo González, Luis Felipe García Arias and Néstor Dario Duque Méndez
Model for the development of assistive systems.....73	Manuel Alejandro Pérez Trujillo, Luis Felipe García Arias, Aldemir Vargas Eudor, Néstor Dario Duque Méndez and Éder Peña Quimbaya
Improving cognitive abilities through gestural interaction	Pablo V. Torres-Carrión, Carina S. Gonzalez-Conzález , Cesar Bernal-Bravo and Alfonso Infante-Moro.....78

Model Driven Multidisciplinary Production of Interactive Environments

Héctor Cardona Reyes*
 CONACYT Research fellow, CIMAT
 Zacatecas, México
 hector.cardona@cimat.mx

Jaime Muñoz Arteaga
 Ivan González Romo
 jaime.munoz@edu.uaa.mx
 ivan_glez_romo@outlook.com
 Autonomous University of
 Aguascalientes, Mexico

Miguel Ángel Ortiz Esparza
 Juárez Autonomous University of
 Tabasco
 Tabasco, Mexico
 ing.miguel.o.e@gmail.com

ABSTRACT

This work presents a multidisciplinary interactive environments production model-driven based method for users with different capacity/disability levels, which through virtual reality allows the generation of several digital rehabilitation scenarios using user adaptable devices in addition to know the needs of disabled users.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → HCI theory, concepts and models; HCI design and evaluation methods.

KEYWORDS

Model driven, occupational therapy, interactive environments, disability

ACM Reference Format:

Héctor Cardona Reyes, Jaime Muñoz Arteaga, Ivan González Romo, and Miguel Ángel Ortiz Esparza. 2019. Model Driven Multidisciplinary Production of Interactive Environments. In *Proceedings of REHAB 2019: 5th workshop on ICTS Improving Patients Rehabilitation Research Techniques (REHAB 2019)*. ACM, New York, NY, USA, 2 pages. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3364138.3364151>

1 INTRODUCTION

Disability is one of the biggest problems that society faces today, it affects the way people live and carry out their day-to-day activities. This need to have a greater number of solutions to the problems of disability, especially upper limb problems, this has led to the creation of new approaches that turn their base towards the use of technologies as support, with this aim to obtain objectivity in the treatments performed by patients, without leaving aside that this allows the emergence of a range of therapies available making it necessary to check their validity and reliability [3].

2 PROBLEM OUTLINE

The model-based approach proposed bring with it the following problems: incorporate a multidisciplinary team and those involved

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from [permissions@acm.org](https://permissions.acm.org).
 REHAB 2019, September 11–13, 2019, Popayan, Colombia
 © 2019 Association for Computing Machinery.
 ACM ISBN 978-1-4503-7151-3/19/08...\$15.00
<https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3364138.3364151>

roles such as specialists, designers, analysts, programmers, end users for the process of producing interactive environments also to define the artifacts and models that will serve the process of producing interactive environments, the specify modeling languages or domain specific language (DSL), allow to raise the abstraction levels respect to the use of programming languages and therefore achieve a high degree of automation through transformations of models to code and allow the adaptability of the interactive environments to diverse contexts of the user by means of the reuse of artifacts, services and other elements of the production model.

3 MODELS TRANSFORMATION WITHIN INTERACTIVE ENVIRONMENTS

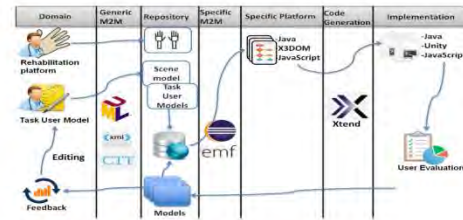


Figure 1: Interactive Environments Models and Transformations Implementation [1, 4].

The central process of MDA is the transformation of models that start from the problem space (CIM) to platform-specific models (PSM), passing through models that describe a solution independent of computing (PIM). Therefore, the transformation of models is considered the central process of MDA. It is an important process for the development of the interactive environments of rehabilitation. Next sections describes every phases of process of Figure 1.

3.1 Domain and Repository

Several models are presented that helps to represent different platforms for the production of interactive environments, some of them are the Leap Motion Controller and the Myo band. Both of them allows the gesture recognition. The Myo band is placed on the forearm allowing the user wirelessly control to perform movements, LeapMotion Controller uses a series of 3D cameras that detect movement in the environment [6]. Based on the requirements determined

Cardona-Reyes, Héctor, María Lorena Barba-Gonzalez, Jaime Muñoz-Arteaga, Ivan Gonzalez-Romo, and Francisco Alvarez-Rodriguez. "Natural Interfaces to Support ADHD in Virtual Reality Environments." In *2020 3rd International Conference of Inclusive Technology and Education (CONTIE)*, pp. 20-27. IEEE, 2020.



Natural Interfaces to Support ADHD in Virtual Reality Environments

Héctor Cardona-Reyes
CONACYT Research fellow
Center for Research in Mathematics
 Zacatecas, Mexico
 hector.cardona@cimat.mx

Maria Lorena Barba-Gonzalez
Center for Research in Mathematics
 Zacatecas, Mexico
 maria.barba@cimat.mx

Jaime Muñoz-Arteaga
dept. Information Systems
Autonomous University of Aguascalientes
 Aguascalientes, Mexico
 jaime.munoz@uaa.edu.mx

Ivan Gonzalez-Romo
Basic Sciences Center
Autonomous University of Aguascalientes
 Aguascalientes, Mexico
 ivan_glez_romo@outlook.com

Francisco Alvarez-Rodriguez
dept. Intelligent Computing
Autonomous University of Aguascalientes
 Aguascalientes, Mexico
 fjalvar.uaa@gmail.com

Abstract—This work proposes a model that allows us to identify and define natural user interfaces according to the needs of therapy specialists and users with Attention Deficit Disorder (ADHD). The design elements for the generation of natural user interfaces that can be incorporated into virtual reality environments are presented to be support for therapies in children with ADHD. The phases of the proposed model include the identification of the needs of the user and experts in terms of ADHD, the identification of the capacities of the user, and the evaluations of the experts involved. Besides, design guidelines are presented as a guide for the correct definition of natural user interfaces for therapy tasks within ADHD. Also, the elements for the generation of virtual reality environments and the platforms and interaction systems available that allow the use of this type of interfaces are identified, in which the proposed natural user interfaces can be incorporated. A case study is presented in which natural interfaces, user tasks are proposed, and technological platforms are identified to be incorporated into virtual reality environments for children with ADHD who receive therapy in a health institution in Mexico. This research allows us to conclude that natural interfaces in virtual reality environments can be a support for therapies in children with ADHD.

Index Terms—virtual reality, natural user interface, adhd, rehabilitation

I. INTRODUCTION

Virtual reality has gone from being a technology used mostly for entertainment and video games, to be a technology that has expanded to diverse ones, such as entertainment, education, military training, physical rehabilitation, and medicine [1], such as presented in Table I by [2], which shows the impact of the areas and tools in which virtual reality has had a significant impact.

In the area of rehabilitation, virtual reality has had a relevant impact, allowing more and more research and applications to help mitigate health problems in the best way. Therapy applied through virtual reality has a functional, concrete, and stimulating context for patients, bringing direct benefit to both the patient and the therapist due to the adaptability of these systems [3].

TABLE I
 FIELDS OF APPLICATION OF VIRTUAL REALITY, SOURCE: [2]

Area	Tools
Medicine	Training simulators Psychological treatments Surgeries
Education	Educational tools Teleducation
Defense	Flight simulators Military Training
Architecture	Virtual tours Reconstruction of historical monuments
Industry	Industrial plant design Technical assistance through augmented reality
Entertainment	Electronic games Virtual facilities

Several researchers agree that virtual reality can be used as learning environments primarily for improved social skills training [4]. According to [4], [5], the combination of virtual reality with the approach of the natural user interface (NUI) can substantially improve social presence and empathy for social interaction in virtual reality experience. Also, take into account that technologies are increasingly present in the daily lives of people, in the case of children, they have access to mobile devices, tablets, game consoles, robots, etc. And according to [6] the ages for the use of these devices are increasingly reduced, allowing them to have access to new forms of interaction and content such as virtual reality and NUI.

In the area of health, this can be used to help mitigate various disorders that occur in people, especially children, since one of the most common in childhood is Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). There are several ways to reduce the symptoms of this disorder such as medication, therapy, training, relaxation sessions, school strategies such as courses, training, among others [7], [8].

This type of therapies or treatments are expensive for most

ANEXO B: INTERVENCION EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y DE SALUD

EJEMPLO DE EXPEDIENTES DE USUARIOS QUE ACUDEN A TERAPIA DE LENGUAJE , DIF AGUASCALIENTES, MEXICO.

¿En que trabaja? Tiene restaurant de mariscos

¿En dónde vives? Nosé

¿Qué haces antes de atravesar una calle? Miro a un lado y otro

¿Por qué los policia se llevan a las personas a la cárcel? xq' son malos

ESQUEMA CORPORAL.

Nariz Pestañas Codo Rodilla Cabeza

Párpado Mano Pie Ojos Boca

Hombro Espalda Frente Talón Nalgá

Barbilla Cuello Pelo Uñas Cejas

Dientes Lengua Dedos Ombligo Estómago

COLORES.

Rojo Azul Negro Amarillo Anaranjado

Café Rosa Verde Blanco Morado

COMPRESION.

1. ¿Qué haces cuando estas cansado (a)? a questo
2. ¿Qué haces cuando tienes hambre? baja a comer
3. Pon el cuaderno sobre la mesa
4. Pon el cuaderno debajo de la mesa
5. Pon el cuaderno frente a ti
6. Pon el cuaderno detrás de ti
7. Ponte de Pie
8. Siéntate en la silla

DEFINICIONES.

¿Qué es una pelota? para jugar para usarlo

¿Qué es un plátano? es una verdura

¿Qué es una casa? para vivir

¿Qué es una tortuga? es un ser vivo q' camina lento

¿Qué es una venganza? si alguien mala es uno se venga.

COMPUESTO DE:

¿De qué está hecha una cuchara? hierro, plata, plastico.

¿De qué está hecho un zapato? de madera hilos

¿De qué está hecha la puerta? madera

¿De qué está hecho el lápiz? madera

¿De qué está hecho el cuaderno? hojas de arbol/papel

CIERRE AUDITIVO DE PALABRAS

1. Zapato.....to
2. Elefante.....te
3. Teléfono.....fo
4. Naranja.....ja
5. Sombrero.....ro
6. Jugue.....te
7. Corazón.....ción
8. Ombligo.....go
9. Hormiga.....ga
10. Gelatina.....na

NARRACIÓN DE UNA SECUENCIA (Acomódalas y platicame que pasó)

Cambia las tarjetas se le indicé a ponerlas bien. Estaban y cuando fue la ocho mal plamba y le pegó en la cabeza.

OBSERVACIÓN DE MEMORIA AUDITIVA.

A) Plato, taza, Cuchara

EJEMPLO DE INTERVENCIONES REALIZADAS EN EL DIF AGUASCALIENTES, MEXICO.





ANEXO C: ESTANCIA CIMAT UNIDAD ZACATECAS.

A CONTINUACION SE PRESENTAN, PARTE DEL MATERIAL DE INVESTIGACION REALIZADO DURANTE LA ESTANCIA DE INVESTIGACION EN EL CIMAT UNIDAD ZACATECAS EN COLABORACION CON EL DR. HECTOR CARDONA Y LA MTRA. MARIA LORENA BARGA GONZALEZ ESPECIALISTA EN PSICÓLOGA Y MAESTRA EN PSICOTERAPIA SISTÉMICA.

ASUNTO: CARTA DE ACEPTACIÓN
Zacatecas, Zacatecas, a 26 de agosto del 2019

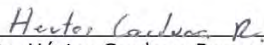
A QUIEN CORRESPONDA
P R E S E N T E

Por medio de la presente me dirijo a Usted para hacer de su conocimiento que el alumno *Ivan Gonzalez Romo*, adscrito a la Maestría en Ciencias con Opciones a la Computación, Matemáticas Aplicadas (PNPC) de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, ha sido **aceptado** para realizar la estancia propuesta en CIMAT unidad Zacatecas.

Así mismo se refleja que la duración prevista de la estancia es de 4 meses, comenzando la misma el día 2 de septiembre 2019, y finalizando el día 2 de diciembre del 2019, y que el objetivo es Avanzar en su trabajo de tesis de maestría "*Diseño de interfaces naturales para la educación inclusiva en personas con déficit de atención*", siendo su tutor en la institución de origen el Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez, su tutor en la institución destino el Dr. Héctor Cardona Reyes y su asesor la Mtra. María Lorena Barba Gonzalez. Por último, es importante aclarar que los gastos de esta estancia corren por cuenta del individuo.

Sin más por el momento me despido de usted, y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial y afectuoso saludo.

ATENTAMENTE



Dr. Héctor Cardona Reyes
Investigador Catedra CONACYT
CIMAT Unidad Zacatecas