

TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE MATEMÁTICA

Enseñanza de la Matemática con Entornos Tecnológicos

SEMINARIO:

**USO DE REALIDAD VIRTUAL, REALIDAD AUMENTADA, IMPRESIÓN 3D Y
OTRAS TECNOLOGÍAS COMO APOYO A NECESIDADES EDUCATIVAS
ESPECIALES: CASO PARTICULAR. REDUCCIÓN DEL DETERIORO
COGNITIVO EN PACIENTES CON CIERTOS NIVELES DE DEMENCIA,
HOSPITAL NACIONAL PSIQUIÁTRICO**

Presentado por

María Josette Zúñiga Morales

Stefannie Vargas Sancho

María Elena Villalobos Acosta

Emanuel Arias Rodríguez

Para optar por el título de Enseñanza de la Matemática con Entornos Tecnológicos con el grado
académico de Licenciatura

Bajo la dirección de Ph.D Jorge Monge Fallas

EM5009: Trabajo Final de Graduación

Primer Semestre

4 de agosto del 2020

Comité calificador

Mag. Randall Blanco Benamburg

Director de la Escuela de Matemática

Lic. Paulo García Delgado

Coordinador MATEC

PhD. Jorge Monge Fallas

Asesor

MSc. Nuria Figueroa Flores

Lector

PhD. Franklin Hernández Castro

Lector

Agradecimientos

En primer lugar queremos agradecer a nuestro tutor Ph.D Jorge Monge Fallas, por su apoyo, su instrucción, la compañía y su exigencia a lo largo de las diferentes etapas del seminario, por confirmar en nuestras ideas y desarrollar con nosotros este proyecto, también a MSc. Alexis Cruz Alvarenga por guiarnos con sus conocimientos y confiar en nuestro trabajo, así como abrirnos las puertas del CID.

Agradezco primeramente a Dios ya que, si él nada hubiese sido posible, además de mis padres y hermano, por apoyarme incondicional durante estos años de estudio universitario, por ser mi todo y motivarme a dar siempre lo mejor de mí, aunque las situaciones fueran complicadas, adicionalmente a mis familiares, amigos, profesores y estudiantes que de muchas maneras contribuyeron al crecimiento personal y profesional, expresaron sus buenos deseos y brindaron palabras de aliento y apoyo.

Emanuel Andrey Arias Rodríguez

Agradezco primero a Dios quien es el que me ha permitido llegar hasta acá, gracias a su sabiduría y fuerza he logrado cumplir mis sueños, y a mi familia que son mi mayor motivación y apoyo para seguir luchando cada día, son mi inspiración. También a mis profesores y amigos que han estado conmigo en todo momento y me han apoyado e inspirado.

Stefannie Paola Vargas Sancho

Agradezco a mis padres, hermanos y hermana, por su paciencia, apoyo y guía incondicional en este camino, por ser mi luz en los momentos de oscuridad, nada de esto sería posible sin ustedes. A mis profesores, amigos, familiares, compañeros y estudiantes que con gran cariño y alegría siempre tuvieron palabras de aliento y apoyo.

María Elena Villalobos Acosta

Agradezco a mis padres y hermana, por su paciencia y apoyo incondicional en este camino, por ser mi motivación e inspiración para dar siempre lo mejor de mí y no desistir a pesar de las dificultades. Nada de esto sería posible sin ustedes. A mis familiares, amigos y estudiantes que con gran cariño siempre tuvieron palabras de aliento y apoyo.

María Josette Zúñiga Morales

Tabla de contenido

1. Introducción	6
1.1. Fundamentación Teórica	9
1.1.1. Definiciones	9
1.2. Deterioro Cognitivo en Personas Adultos Mayores	20
1.3. Las Tecnologías como Apoyo a las NEE.....	22
1.3.1. Tecnologías de la Realidad Virtual	23
1.3.1.1. Teletouch.....	24
1.3.1.2. Tecnología Basada en Gestos	25
1.3.2. Tecnologías de Realidad Aumentada	26
1.3.2.1. PLeiQ. Juguete de Realidad Aumentada para Niños	26
1.3.2.2. Pictogram Room	28
1.3.2.3. EyeRing.....	28
1.3.2.4. E-labora.....	29
1.3.3. Tecnologías de Impresión 3D.....	30
1.3.3.1. 4WindGame	32
1.3.3.2. Dados	33
1.3.3.3. Tablero Gráfico.....	34
1.3.3.4. Geometría Analítica.....	36
1.4. Las Tecnologías y las Nuevas Estrategias Terapéuticas: Un Abanico de Opciones.....	38
1.4.1. Test Virtual del Olvido.....	38
1.4.2. Edificio Virtual	40
1.4.3. Supermercado	41
1.4.4. AssesSim Office	43
1.4.5. Ice Cream Seller Test	45
1.4.6. Realidad Virtual en la Rehabilitación de Capacidades Motoras	47
1.4.7. Apparatus and Stimuli	48
1.4.8. SmartKuber:.....	49
1.4.9. Terapia para Reforzar Ciertos Movimientos	51
1.4.10. Un Juego 3D Parecido Angry Birds	55

1.4.11. Terapia de reminiscencia con impresión 3D	56
1.4.12. Mapas 3D.....	58
1.4.13. Escultura con Lápiz 3D	60
1.4.14. Centro Virtual de Teleasistencia.....	63
1.5. Definición del Problema	64
1.6. Delimitación del Problema.....	66
1.7. Objetivos del seminario.....	68
2. Metodología	69
2.1. Sensibilización	70
2.2. Identificación de Requerimientos.....	73
2.3. Identificación de Tecnologías	76
2.4. Desarrollo de los Prototipos	78
2.4.1. Ubícalo & Ármalo	78
2.4.1.1. Ubícalo.....	80
2.4.1.2. Ármalo	87
2.4.2. ¡Despeja la Mesa! e ¡Introduce la Figura!	94
2.4.2.1. ¡Despeja la Mesa!	95
2.4.2.2. ¡Introduce la Figura!	102
3. Resultados	107
3.1. Validación	109
3.1.1. ¡Introduce la figura!.....	109
3.1.2. ¡Despeja la mesa!.....	113
3.3.3. Ubícalo & Ármalo	120
4. Discusión y Trabajos Futuros	122
4.1. Discusión.....	122
4.2. Trabajos Futuros.....	124
5. Referencias.....	127

1. Introducción

El presente seminario es un trabajo de investigación que se realizó en el Tecnológico de Costa Rica sobre el uso de tecnologías digitales como Realidad Virtual, Realidad Aumentada e Impresión 3D como terapias alternativas a los fármacos para tratar pacientes con deterioro cognitivo (como Alzheimer, Parkinson, etc.), y buscar extrapolar estas herramientas como apoyo a las Necesidades Educativas Especiales.

El 23 de abril de 2018 se dio de manera oficial el cierre de la sección Asilar del Hospital Nacional Psiquiátrico Manuel Antonio Chapuí y Torres. Este cierre formó parte de una de las medidas que se tomaron para asegurar la atención integral a las personas de diversas características neurocognitivas, que se encontraban en situación de abandono en este asilo. Para asegurar una reincorporación integral, segura y adecuada de los pacientes a la sociedad, independientemente de si su nuevo lugar de vivienda sería en casa de familiares o asilos geriátricos, el hospital creó diferentes centros de estimulación para cada grupo de pacientes según sus características.

Gran parte de la población que habitaba en el asilo correspondía a personas adultos mayores, que se encontraban en este lugar debido a diversas condiciones neurocognitivas (en sus diferentes etapas) como Alzheimer, Párkinson y otras demencias.

La idea de desarrollar este proyecto surgió a partir de la solicitud de apoyo que realizó el Hospital Nacional Psiquiátrico Manuel Antonio Chapuí y Torres al Tecnológico de Costa Rica, en contacto con el profesor Franklin Hernández Castro de la Escuela de Diseño Industrial y nuestro director de seminario Jorge Monge Fallas, profesor de la Escuela de Matemáticas, en la elaboración de herramientas digitales funcionales para la estimulación de pacientes en condición de deterioro cognitivo debido a diferentes características (pacientes Alzheimer, Parkinson, y otras afecciones propias del adulto mayor). Estas herramientas serían utilizadas por los pacientes, y el personal del Hospital que formen parte del Centro de Atención Integral para Personas con Deterioro Cognitivo, conocido como CID por sus siglas. Los pacientes asisten a sesiones diariamente de lunes a viernes con el fin de recibir terapias estimulantes (terapia física, ubicación temporal, ubicación espacial, habilidades sociales, etc.) que retrasen en la medida de lo posible los efectos propios de sus condiciones, y les permita mantenerse integrados en la sociedad y valerse por sí mismos, para así, asegurar su calidad de vida y facilitar las labores de sus cuidadores y familiares.

Para el planteamiento de los objetivos del proyecto fue necesario desarrollar una investigación sobre la tecnología y sus diferentes tipos con los que se pueden desarrollar herramientas que apoyen el tratamiento no farmacológico para usuarios con las características de un adulto mayor con deterioro cognitivo. También se buscaron los antecedentes del uso de tecnologías para estimulación en adultos mayores, sus características, funciones, objetivos, etc., con el fin de poder definir las mejores condiciones, herramientas y usos que se le puedan dar a cada tipo de tecnologías y así poder desarrollar aplicaciones de gran utilidad para los tratamientos de estimulación en el CID. Además, se plantea aprovechar la investigación y extrapolar la información y los hallazgos a herramientas de características similares que se puedan utilizar en el ambiente educativo, para estudiantes con Necesidades Educativas Especiales. Como objetivo fundamental se propuso crear un documento que muestre un abanico de opciones que la tecnología podría ofrecer a estas nuevas terapias no farmacológicas, caracterizar las aplicaciones de realidad mixta, realidad virtual, impresión 3D y otras tecnologías que son factibles de desarrollar y contribuyan a disminuir el deterioro cognitivo en paciente con ciertos niveles de demencia, desarrollar una serie de recursos de medios digitales que contribuyan en la estimulación de habilidades en usuarios con deterioro cognitivo.

A partir de los hallazgos de las investigaciones, se realizaron reuniones y visitas al hospital, específicamente al CID, para contextualizar de manera más natural y cercana la población para la que se buscaba desarrollar las aplicaciones de estimulación. Con un panorama más claro y con el apoyo y guía del Terapeuta Geriátrico encargado del CID, MSc. Alexis Cruz Alvarenga, se procedió a desarrollar tres aplicaciones, que tienen por nombre Ubícalo & Ármalo, ¡Despeja la mesa!, e ¡Introduce la figura!, creados utilizando el lenguaje de programación Processing en conjunto con reactIVision y el software de diseño Blender utilizando la extensión Game Engine.

Blender Game Engine y Processing son softwares gratuitos de desarrollo de aplicaciones que permite la creación de ambientes en realidad aumentada, combinando el diseño de objetos de características tridimensionales, con lenguaje de programación, mediante una interfaz de visión tridimensional por medio de una pantalla. Se descarta el desarrollo de herramientas en impresión 3D debido al alto costo de producción, aunado a lo anterior es más práctico utilizar otros medios para el desarrollo de objetos tridimensionales con otros materiales menos costosos y que no requieren el trabajo de diseño. También se descarta el desarrollo prototipos en realidad virtual

debido a la complejidad del software para desarrollar este tipo de aplicaciones que permitan la creación de estos entornos virtuales, además del costo de los dispositivos de hardware necesarios para su implementación (lentes de visión estereoscópica, audífonos, sensores de movimiento, joystick para interacción usuario-aplicación, etc.). Por todo lo mencionado se decidió optar por la elaboración de herramientas de software noble que permitieron desarrollar con la menor cantidad de contratiempos posibles, con el mínimo de costos, aprovechando incluso herramientas ya conocidas.

En este documento también se describe de manera puntual la implementación de dos de los prototipos, ¡Despeja la mesa! e ¡Introduce la figura!, con grupos de pacientes del CID, hallazgos importantes de esta aplicación, la usabilidad específica de cada una de las herramientas, habilidades que se estimulan, condiciones necesarias para llevar a cabo la estimulación, entre otras observaciones importantes, a partir de esta implementación. Cabe destacar, que no se llevó a cabo la implementación del prototipo Ubícalo & Ármalo, ya que por motivos de la emergencia mundial por el COVID-19 y las medidas de seguridad dadas por el Ministerio de Salud, se suspendieron las actividades del CID.

1.1. Fundamentación Teórica

Para dar inicio con el desarrollo de este proyecto fue indispensable definir y caracterizar los conceptos principales que se exponen a lo largo de todo el trabajo, para así generar una idea clara de las herramientas investigadas. Es importante identificar las características que distinguen a cada tipo de tecnología, los elementos que las componen, los dispositivos electrónicos que utilizan, para poder comprender el potencial de cada una y seleccionar el tipo más adecuado para desarrollar las herramientas elaboradas por los estudiantes.

1.1.1. Definiciones

Tecnología

Según la Real Academia Española, RAE (2019), la tecnología se entiende como “conjunto de teorías que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. Conjunto de instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto”.

Es decir, la tecnología corresponde al conjunto innovaciones que se generan a partir de un conocimiento, que generalmente responden a una necesidad. Las tecnologías pueden ser digitales o no digitales. Donde entendemos por tecnologías digitales a todos aquellos productos que involucren el uso de dispositivos electrónicos (por ejemplo; calculadoras, computadoras, tabletas, pantallas, etc.).

Realidad Virtual (RV)

Levis (1997, p. 3), define la realidad virtual como

Una base de datos interactivos capaz de crear una simulación que implique a todos los sentidos, generada por un ordenador, explorable, visualizable y manipulable en “tiempo real” bajo la forma de imágenes y sonidos digitales, dando la sensación de presencia en el entorno informático.

Se distinguen además tres características o fases que puede alcanzar la RV:

1. Pasivo: son todos aquellos entornos RV, en los cuáles el usuario no intercala. Es decir, existe la inmersión (vista, oído, incluso tacto), sin embargo, el usuario no posee control sobre el sistema, no realiza acciones que alteren o modifiquen el escenario y los estímulos, únicamente la recibe.
2. Exploratorio: lo que diferencia esta fase de la anterior es que el usuario puede desplazarse, realizar movimientos que le permitan recorrer el entorno en el que se encuentra. Los ejemplos más típicos son aplicaciones de estructuras arquitectónicas o museos, que permiten realizar recorridos virtuales.
3. Interactivo: en esta etapa del sistema de RV el usuario puede manipular o modificar su entorno, además de explorarlo, mediante acciones puede “dar órdenes” al sistema y este se modifica. Existe una completa interacción entre el sistema y el usuario. Este tipo comúnmente son utilizados como simuladores.

Realidad Aumentada (RA)

Prendes (2015) citando a De Pedro explica la realidad aumentada como

aquella tecnología capaz de complementar la percepción e interacción con el mundo real, brindando al usuario un escenario real aumentado con información adicional generada por ordenador. De este modo, la realidad física se combina con elementos virtuales disponiéndose de una realidad mixta en tiempo real (p. 188).

De igual manera, Prendes (2015) expone “la RA como objetos virtuales o anotaciones que pueden ser superpuestos en el mundo real como si realmente existieran”. (p. 188)

Por otro lado, se afirma que

la realidad aumentada no reemplaza el mundo real por uno virtual, sino al contrario, mantiene el mundo real que ve el usuario complementándolo con información virtual superpuesto al real. El usuario nunca pierde el contacto con el mundo real que tiene al alcance de su vista y al mismo tiempo puede interactuar con la información virtual superpuesta (Basogain et al., 2007, como se citó en Prendes, 2015, p. 188).

La figura 1 ilustra lo explicado por Prendes en el párrafo anterior.

Figura 1

Esquema general del concepto de RA



Nota: Ilustración de la relación usuario, RA y mundo físico. Tomado de *Realidad Aumentada y Periodismo* por Anónimo, 2011.

En fin, se puede comprender que la realidad aumentada es la búsqueda de mezclar el mundo real con otras opciones, ya que, se introducen elementos producidos por computadora en un espacio real, posibles de visualizar gracias a pantallas. Por ejemplo; Pokémon Go (Figura 3) y Snapchat (Figura 2).

Figura 2
Snapchat



Nota: Ilustración de un filtro de la aplicación Snapchat. Tomado de Amazon, 2017.

Figura 3
Pokémon GO



Nota: Imagen del juego Pokémon GO en acción. Tomado de Nieto, 2017.

Realidad Mixta

La realidad mixta (Figura 4) se define como

Fusión del mundo real con el mundo virtual, en donde los objetos físicos y virtuales coexisten, abarca lo mejor de la realidad virtual y la aumentada. La Realidad Mixta salta de la pantalla al visor, así; con la cámara que hay en el visor podemos ver el mundo real con los objetos virtuales (Muñoz, 2017).

Figura 4
Realidad Mixta



Nota: Imagen representado la realidad mixta en acción. Tomado de *Así funciona la "realidad mixta"* por Microsoft,s.f.

Impresión 3D

La impresión 3D nace como un procedimiento para poder colocar materia en aquellos lugares del espacio en donde es necesario para poder crear un objeto con la forma deseada (Sánchez, 2016). Se debe tener en cuenta, que dado el recorrido que tiene la impresión 3D existe más de una técnica de impresión, como también más de un tipo de material (resinas, metales, vidrio, cerámicas o incluso concreto). Ahora, Bordignon et al (2018) explican las diferentes técnicas de la siguiente manera:

Aditiva: Se basan en la superposición de un material, capa a capa, hasta llegar a la forma final de la pieza. Sustractiva: Son las que, a partir de un bloque sólido de material, extraen el exceso para dar forma a la pieza final. Híbridas: Combinan dos o más de estas tecnologías. Por ejemplo, adoptan la adición de capas de material, a las cuales luego se les sustraen las partes inútiles (p.34).

Se debe saber que existe un conjunto de características que distinguen a las tecnologías aditivas y que le confieren ventajas competitivas. Una de ellas es la posibilidad de conseguir piezas cuya complejidad es independiente del costo. Este tipo de fabricación engloba, a su vez, una serie de técnicas que presentaremos a continuación (Bordignon et al. 2018):

- a. Estereolitografía (Fabricación óptica): Su inventor fue Chuck Hull y como explica Sánchez (2016) surge al empleo de resinas fotosensibles. El proceso consta de utilizar una resina fotosensible sobre la que se van colocando patrones de luz de forma que se va formando (capa por capa) la forma deseada al endurecer selectivamente una resina líquida fotosensible.
- b. Sinterizado selectivo por láser: Patentada por Carl Deckard, la técnica “consiste en agrupar partículas de polvo de material por la acción calorífica de un láser” (Sanchez, 2016, p.144). “El modo de generación de las piezas es muy similar al de la estereolitografía, solo que en lugar de una resina se utiliza este polvo como insumo” (Bordignon et al. 2018, p. 37).

Blender¹

Blender es una herramienta gratuita y de código abierta para la creación de objetos y ambientes 3D. Lo anterior, empleando las herramientas de: modelado, aparejo, animación, simulación, renderizado, composición y seguimiento de movimiento, edición de video y canalización de animación 2D.

Processing²

Es un software flexible y un lenguaje para aprender a codificar dentro del contexto de las artes visuales. Así mismo, desde el 2001 Processing ha promovido la alfabetización de software dentro de las artes y la alfabetización visuales dentro de la tecnología (Fry & Reas, 2001).

ReactIVision³

Es un marco de visión de computadora multiplataforma de código abierto para el seguimiento rápido y robusto de marcadores fiduciales unidos a objetos físicos, así como para el seguimiento de dedos multitáctil. Fue diseñado principalmente como un juego de herramientas para el rápido desarrollo de interfaces de usuario tangibles basadas en tablas y superficies interactivas multitáctiles.

¹ <https://www.blender.org/>

² <https://processing.org/>

³ <http://reactivision.sourceforge.net/>

Fiducial

Los fiduciales son una extensión de reacTIVision (Figura 5), estos ayudan a resolver varios problemas de integración entre la visión del mundo real y las imágenes sintéticas que la aumentan. Los fiduciales de patrones y tamaños conocidos pueden servir como anclajes reales de ubicación, orientación y escala. Pueden establecer la identidad de la escena u objetos dentro de la escena. Un ejemplo un poco más complejo, serían múltiples fiduciales, cada uno unido a una pieza individual en un juego de mesa de realidad aumentada.

Figura 5

Fiducial



Nota: Fiducial del programa reacTIVision. Tomada de reacTIVision.

Necesidades Educativas Especiales (NEE)

Ortega (2009) da a entender las necesidades educativas especiales como “aquellas dificultades que presenta un alumno al acceder al currículo que le corresponde por edad”.

Dichas dificultades son superiores al resto de los alumnos, por diversas causas, ya sea, discapacidad (auditiva, visual, motora), trastornos de conducta (déficit atencional, hiperactividad pasiva o activa, etc.), trastornos del aprendizaje (dislexia, discalculia, distografía, etc.), altas capacidades intelectuales (estudiantes superdotados), o por integración tardía en el sistema educativo.

Las medidas aplicadas al ambiente de clase para solventar las diferentes necesidades pueden ser permanentes o temporales, tales como adaptaciones de acceso al currículo o adaptaciones curriculares significativas en varias áreas del currículo.

Terapias no Farmacológicas

Las terapias no farmacológicas se definen como “intervenciones no químicas, teóricamente sustentadas, focalizadas y replicables, realizadas sobre el paciente o el cuidador, y que son potencialmente capaces de obtener beneficios relevantes” (Carballo-García et al., 2013, p.2).

Deterioro Cognitivo

El concepto de deterioro cognitivo (DC) involucra una pérdida o disminución en el rendimiento de por lo menos una de las funciones mentales superiores: memoria, atención, concentración, orientación espacial y temporal, pensamiento abstracto, planificación y ejecución, lenguaje y fluencia verbal, juicio y razonamiento, cálculo, habilidad constructiva y aprendizaje; y supone una baja con respecto al funcionamiento previo de las habilidades y capacidades aprendidas (Muñoz-Pérez & Espinosa-Villaseñor, 2016, p.88).

Muñoz-Pérez y Espinosa-Villaseñor (2016) aclara que podemos clasificar al deterioro cognitivo como leve (DCL) y demencia;

el deterioro cognitivo leve a diferencia de las demencias involucra un déficit en la memoria que puede tener o no alteraciones en otras funciones mentales, pero que no afecta de manera importante el desempeño del paciente en su vida diaria; la demencia está caracterizada por deterioro cognitivo persistente que sí interfiere con las actividades del individuo; tanto personales como laborales y sociales (p. 88).

Memoria procedimental

Según Arreguín-González (2013), la memoria procedimental es aquella que almacena información relacionada a procedimientos y estrategias que permiten interactuar en el medio ambiente, se considera como un sistema de ejecución donde se encuentran las habilidades motoras aprendidas, que nunca se olvidan, como escribir, tocar el piano, andar en bicicleta, anudarse la corbata, abrocharse los botones, manejar, entre otros que se activan de modo automático e inconsciente. Por otro lado, Arreguín-González (2013) menciona que “esta memoria es intencional no deliberada, resultando prácticamente imposible su verbalización o transformación en imágenes y sólo puede activarse ante la demanda de una tarea...”. (p. 148)

Destrezas visomotoras

Salvestrini (2014) explica que las destrezas visomotoras “están relacionadas con la capacidad del individuo de integrar las habilidades de procesamiento de la información visual con el movimiento motor-fino”. Además, la parte más importante en el desarrollo de estas habilidades es la coordinación ojo-mano, por ejemplo, “el coger un objeto grande es un nivel básico, mientras que la escritura es un nivel superior que requiere un buen control de las habilidades visomotoras.” (Salvestrini, 2014)

Orientación manifiesta

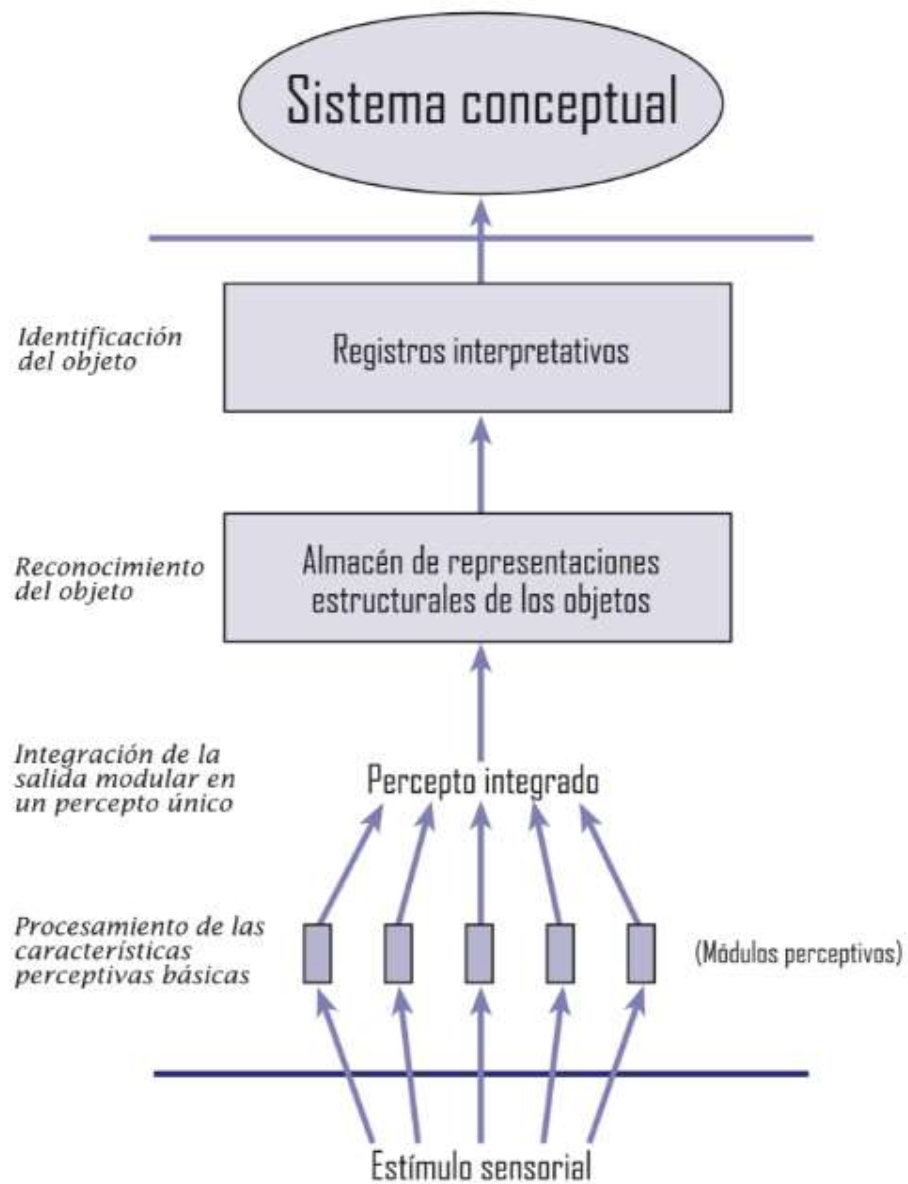
La orientación manifiesta consiste en mover los ojos, la cabeza o el cuerpo hacia los eventos de interés, a fin de optimizar su procesamiento, guía a su vez al sistema de percepción hacia la región del espacio que contiene los estímulos de interés (Benedet, 2002, p.119).

Sistema Perceptivo Gnósico

Es el sistema encargado de recibir estímulos sensoriales, almacenar las características recibidas, interpretarlas y entender el objeto, caracterizando el elemento dentro de un concepto. (Figura 6)

Figura 6

Sistema Perceptivo Gnóstico



Nota: Este esquema leído de abajo hacia arriba muestra el proceso del sistema perceptivo gnóstico. Tomado de *Neuropsicología Cognitiva. Aplicaciones a la clínica y a la investigación Fundamento teórico y metodológico de la Neuropsicología Cognitiva*, por Benedet (2002).

Periodos de atención sostenida

Según Saiz y Moreno (2020) “es la capacidad de cambiar de manera alternante la atención de un estímulo a otro (flexibilidad cognoscitiva).”

Inteligencia cristalizada

Según los especialistas de Cogniland (2014) “Está constituida fundamentalmente por aptitudes relativas a la comprensión verbal, el establecimiento de relaciones semánticas, la evaluación y valorización de la experiencia, el establecimiento de juicios y conclusiones, los conocimientos mecánicos o la orientación espacial”. La inteligencia cristalizada tiene su pico más alto de estimulación durante la etapa de la primera infancia, es decir, desde el nacimiento hasta los 8 años aproximadamente.

Inteligencia fluida

Según los expertos de Cogniland (2014),

Esta capacidad se considera independiente del aprendizaje, la experiencia y la educación. Está básicamente configurada por aptitudes primarias como: inducción, deducción, relaciones y clasificaciones figurativas, amplitud de la memoria asociativa y rapidez intelectual, entre otras. Alcanza su máximo esplendor en los primeros años de la veintena...

Es decir, la inteligencia fluida se puede entender como la capacidad de resolver problemas, reaccionar ante situaciones, lo que popularmente denominamos “sentido común” o desarrollo de pensamiento lógico.

Inteligencia pragmática

Se define como la capacidad de utilizar los conocimientos previos y los estímulos del ambiente para resolver un problema o situación que se le presente en concreto a la persona, es capaz de relacionar con situaciones anteriores, tomar el modelo de solución y adaptarlo específicamente a la circunstancia actual. En síntesis, utilizar de manera lógica y adecuada los aprendizajes obtenidos mediante la experimentación.

Ubicación espacio temporal

Esta destreza se entiende como la capacidad de analizar y comprender la información ambiental e interpretarla como formas, tamaños o distancias.

1.2. Deterioro Cognitivo en Personas Adultos Mayores

El envejecimiento es una realidad innata del ser humano, es un proceso que se desarrolla desde el momento del nacimiento hasta la muerte; ahora,

el envejecimiento trae consigo cambios a nivel fisiológico como biológico, hablamos del peso, talla, visión, audición que son aspectos que van cambiando en las diferentes etapas de la vida; pero también a nivel psicológico. Envejecer no es sinónimo de enfermedad o discapacidad, pero es una etapa de la vida que ha sido cargada de preconceptos sociales que de alguna manera afectan a las personas mayores. (Sosa, 2016, p. 8)

La OMS expone que en la actualidad hay unos 600 millones de personas en el mundo que tienen 60 años o más. Esta cifra se duplicará en 2025 y alcanzará los 2000 millones en 2050. La gran mayoría de las personas mayores vivirán en los países en desarrollo.

Costa Rica no está exento de este crecimiento. Basado en el censo del 2011, el Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica (INEC) proyectaba 316 mil personas adultas mayores para el 2012 y 1 millón para el 2050. Además, se sabe que el deterioro cognitivo en adultos mayores afecta a nivel mundial a unos 50 millones de personas, de las cuales alrededor del 60% viven en países de ingresos bajos y medios. Cada año se registran cerca de 10 millones de nuevos casos deterioro cognitivo en adultos mayores, se conoce que alrededor de 35,6 millones de personas vivían con demencia (un tipo de deterioro cognitivo) en todo el mundo en 2010 (Tak et al., 2015). La OMS, prevé que el número total de adultos mayores con déficit cognitivo alcance los 82 millones en 2030 y 152 millones en 2050. Gran parte de este incremento puede atribuirse al hecho de que en los países de ingresos bajos y medio el número de adultos con discapacidad mental tenderá a aumentar cada vez más.

Lo anterior, da pie al interés en las diversas causas que pueden ocasionar el DC en Adultos Mayores. Sosa (2016) y Arriola et al. (2017) exponen posibles variables en el deterioro cognitivo en adultos mayores, de las cuales se pueden mencionar seis.

La primera y segunda son los factores demográficos y genéticos, con respecto a la tercera Sosa (2016) menciona que la misma naturaleza del ser humano es una variable, ya que, la masa del cerebro disminuye con la edad y debido a la muerte celular el número de neuronas se ve disminuido, lo que contribuye al desarrollo del DC.

Arriola et al. (2017) comentan que los problemas cardiovasculares son la cuarta causa, dado que las personas con diabetes mellitus, altos niveles de glucemia y deficiencia o resistencia a la insulina se han asociado a un incremento en el riesgo de poseer DC en la adultez. Aunque los mecanismos que relacionan los déficits sensoriales con la función cognitiva no están claramente establecidos, todos ellos pueden impactar en la relación de la persona con su entorno, un ejemplo de esto es la asociación entre deterioro del olfato y deterioro cognitivo se puede reflejar en el asentamiento de lesiones específicas en una parte del cerebro, por lo anterior, se tiene los factores sensoriales como la quinta variable.

Sosa (2016) menciona el sexto factor como los estilos de vida, ya que, un metaanálisis de estudios prospectivos ha mostrado que la actividad física, sobre todo la de intensidad moderada, se asocia a un riesgo bajo de declinar en la función cognitiva.

El DC trae consigo consecuencias en la vida del adulto mayor, tales como:

Memoria: Una de las consecuencias más conocidas del DC es la memoria; erróneamente se considera la única consecuencia que puede poseer una persona con un diagnóstico de deterioro cognitivo. Ahora bien, existen varios tipos de pérdida de memoria como bien nos explican Arriola et al. (2017), se encuentra el tipo amnésico (afecta exclusivamente la memoria), tipo amnésico multidominio (alteración de la memoria se acompaña de alteración en otra área cognitiva), tipo no amnésico (alteración de la función ejecutiva, el área visuoespacial o el lenguaje) y tipo no amnésico multidominio (afecta más de un dominio diferente a la memoria).

Atención: Sosa (2016) explica que la atención es importante para el estudio del deterioro cognitivo, ya que es una función que trabaja en la activación y funcionamiento de otros procesos mentales más complejos como la percepción, la memoria o el lenguaje. “Las dificultades de atención junto con la pérdida de memoria en el adulto mayor son un indicio de deterioro cognitivo.” (Sánchez y Pérez, 2008, como se citó en Sosa, 2016, p.15)

Además, “la atención es importante porque su función es seleccionar elementos que se encuentran almacenados en nuestra memoria, para realizar la operación necesaria en ese momento” (Sosa, 2016, p. 15). Por ejemplo, entre todos los movimientos que el cuerpo puede realizar, solo seleccionamos aquellos que nos permiten tomar el objeto deseado. “Toda actividad mental tiene un grado de selectividad” (Luria, 1986, como se citó en Sosa, 2016, p. 15).

Velocidad de Procesamiento: El DC afecta la capacidad de procesar información de manera automática, esa capacidad incluye la selección rápida de estímulos.

Estigma: El estigma puede definirse como “cualquier atributo, rasgo o comportamiento de un individuo que genera devaluación y exclusión social” (Mascayano et al., 2015, p.189)

Mascayano et al. (2015) comenta que el estigma se considera en dos dimensiones principales:

1. Desconocimiento: La población desconoce detalles respecto a la demencia, particularmente su pronóstico y manejo terapéutico. De igual manera, la información con la que se cuenta suele ser errónea, fomentando los estereotipos hacia las personas con demencia.
2. Prejuicio y discriminación: Esta dimensión abarca reacciones afectivas de miedo, ansiedad y evitación que presentan usualmente las personas de la comunidad que no están familiarizadas con la enfermedad. Cuando las personas con demencia y sus entornos de apoyo son conscientes de aquellas reacciones, es posible que internalicen su condición de devaluación social, generándose “auto estigma”, atrayendo consecuencias en su calidad de vida.

1.3. Las Tecnologías como Apoyo a las NEE

Las NEE son una realidad presente en las aulas; una de las metas de los docentes es saber equilibrar el currículum con las necesidades educativas especiales del discente y las necesidades del resto del grupo de estudiantes de manera paralela. Por lo anterior, se presenta un abanico de propuestas estudiadas para facilitar la atención de las NEE en las aulas y buscar mejorar y optimizar las clases, según las particularidades de cada individuo. Las propuestas se exponen una a una a continuación, mencionando detalles básicos de cada herramienta, y para continuar con el esquema de trabajo se destacan las herramientas para NEE que hacen uso de las tecnologías de RV, RA e Impresión 3D.

1.3.1. Tecnologías de la Realidad Virtual

La realidad virtual es una herramienta cuyo máximo potencial ha sido explotado en la industria del entretenimiento. Su desarrollo se ha enfocado en la creación de video juegos, cine, recorridos o paseos virtuales a través de museos o diversas exposiciones de arte. En su mayoría su desarrollo se enfoca en herramientas pasivas o exploratorias. Las herramientas interactivas requieren de entornos físicos más elaborados y controlados, dispositivos electrónicos de mayor calidad y mayor eficiencia, que permitan al usuario desenvolverse en un entorno virtual que no sea predecible, sino que más bien cumpla funciones adaptativas según el usuario manipule la herramienta y envíe órdenes, sin embargo, herramientas y dispositivos con esta características van tomando más fuerza en el campo de los video juegos (algunas consolas incluyen el uso de lentes RV, guantes, tobilleras, entre otros sensores de lectura de movimiento, incluso signos vitales).

La realidad virtual como herramienta en el campo de la educación no ha tenido un desarrollo tan fuerte como en el campo de las tecnologías para el entretenimiento. Algunos sistemas educativos han incorporado metodologías que involucren el desarrollo de habilidades en tecnologías digitales, enfocados en comunicación, exploración, investigación, modelación, etc. Sin embargo, las tecnologías no han revolucionado aún los sistemas de enseñanza como tal, se utilizan como herramientas ajenas al proceso educativo y que en algunos casos favorezca y agilice la comunicación, la investigación, pero no la forma de visualizar el conocimiento.

Con las características de la RV podrían explotarse actividades que requieran habilidades viso espaciales, maneras distintas de percibir un mismo objeto, simuladores de situaciones en tiempo real que obliguen al estudiante a resolver utilizando sus conocimientos, etc.

La digitalización del mundo es un hecho y una realidad, principalmente para las generaciones más nuevas, ya la tecnología y los medios digitales forman parte de su entorno y está normalizado su uso, y adquieren habilidades digitales desde muy temprana edad por toda la estimulación que reciben de estas herramientas y la facilidad para tener acceso a ellas. Si unimos esto a la idea de juego (metodologías lúdicas) podemos estimular el deseo de aprender de una manera diferente.

La dificultad de la incorporación de estos medios a la educación se enfoca en la disposición que tengan los docentes en informarse y actualizarse en estos conocimientos para así aplicarlos

como recursos de clase. Por otro lado, tenemos también el poco mercado de producción de aplicaciones de RV enfocadas en educación como tal.

Por este motivo, se refleja una escasez en la cantidad de herramientas realmente útiles en educación, asociadas al uso de RV. A continuación, se describen brevemente algunas herramientas encontradas.

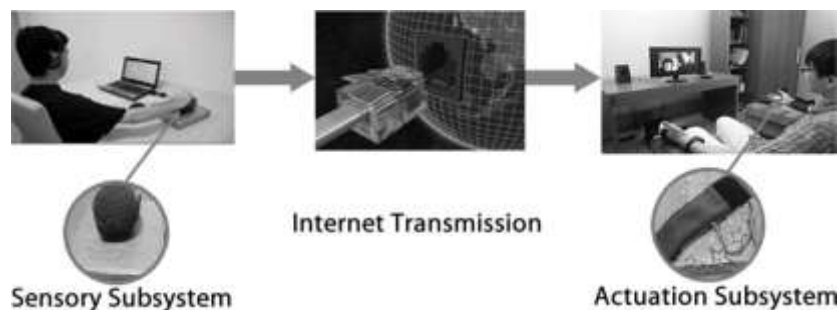
1.3.1.1. Teletouch

Empleado en estudiantes con discapacidad visual. Esta herramienta utiliza una pantalla de y una sonda. Además, Teletouch (Figura 7) es un

sistema de comunicación para modelar las texturas y durezas, transmitir información sobre los colores o las condiciones de iluminación, y comunicar esos resultados a un "joystick", se utiliza el llamado lenguaje de modelos en realidad virtual (VRML), en estos casos a medida que el usuario mueve el "joystick" y va llegando al borde de una superficie en Realidad Virtual, un motor aumenta la resistencia para crear la impresión de una superficie real. De este modo, las personas con dificultades visuales pueden recorrer textos largos siempre que existan señales táctiles que les indiquen cuáles son las zonas más interesantes y los recorridos especiales a desarrollar, en un futuro, y haciendo táctil las palabras "calientes" en los hipertextos e hipermedia (Cabero, 2000, p.4).

Figura 7

Sistema Teletouch



Nota: Sistema Teletouch, formado por un pequeño sistema sensorial (izquierda), que recibe y lee los datos de presión y temperatura de la mano del usuario. Los datos se decodifican y mediante la red se transmiten y se expresan en el sistema de actuación como vibraciones, sensaciones térmicas entre otros estímulos (derecha).

Tomada de Computer Society.

1.3.1.2. Tecnología Basada en Gestos

Según De Castro (2012) “en los últimos años los sistemas de juego han incorporado cada vez más la tecnología basada en gestos, Xbox Kinect y Nintendo Wii reconocen e interpretan patrones y conductas en movimientos motores del cuerpo, así como en expresiones faciales” (p. 12). La Universidad de Oregón desarrolló un proyecto llamado EyeMusic (Figura 8), haciendo uso de este tipo de tecnología comúnmente utilizada en la industria del entretenimiento, enfocándolo así al uso propiamente educativo.

EyeMusic es un proyecto sobre tecnología basada en gestos, creado por la Universidad de Oregón,

utiliza sensores de rastreo de los ojos que, conectados a entornos de representación multimedia, sirven para componer producciones musicales digitales y arte interactivo basado en los movimientos de los ojos de los usuarios cuando dirigen la mirada hacia una localización física (Johnson et al. 2012, p.7).

Figura 8
EyeMusic



Nota: La foto de arriba muestra a Anthony Hornof (uno de los encargados del proyecto) practicando EyeMusic v1.0 unos días antes de interpretar la pieza en NIME 2007 (Nuevas interfaces para la expresión musical) en la ciudad de Nueva York. Tomado de *EyeMusic* por Hornof, A., Rogers, T., Halverson, T., Stolet, J. & Sato, L. (2008)

1.3.2. Tecnologías de Realidad Aumentada

Como parte de las habilidades que se necesita desarrollar en los estudiantes, se encuentra la visualización espacial. Por ejemplo, en matemáticas al estudiar geometría espacial, los estudiantes deben extender sus conocimientos en geometría plana a objetos tridimensionales. En ocasiones se trabaja esta habilidad utilizando modelos 3D que puedan manipular, sin embargo, no siempre se cuenta con los medios, y es necesario utilizar la perspectiva del dibujo bidimensional para realizar las representaciones de estos objetos. Por lo que es indispensable que los estudiantes desarrollen la capacidad de poder visualizar características tridimensionales de los objetos a partir de ambientes bidimensionales.

Por lo anterior, se puede afirmar que “el pensamiento espacial es esencial para el pensamiento científico y se utiliza para representar y manipular información en el aprendizaje y en la resolución de problemas” (Gardner, 1983, citado por Giraldo 2014, p.18). Los entornos de RA ofrecen a los usuarios la capacidad de interactuar con objetos virtuales de una manera natural mediante la manipulación de objetos reales.

1.3.2.1. PLeiQ. Juguete de Realidad Aumentada para Niños

PLeiQ es un juguete para niños en edad preescolar, entre los 3 y 7 años, que estimula las múltiples inteligencias, tales como: lingüística, lógica-matemática, artística, espacial, entre otras; y monitorea su desarrollo cognitivo.

Este proyecto creado por emprendedores venezolanos aprovecha las características de la realidad aumentada, combinando experiencias del mundo físico y el digital con objetivos didácticos. Además, posee un cubo de ocho bloques con letras, números y símbolos especiales, que junto a una aplicación móvil, le permiten al niño disfrutar de un conjunto de 48 experiencias de aprendizaje, inspiradas en la Teoría de las Inteligencias Múltiples de Howard Gardner, donde se combinan elementos multimedia y animaciones 3D, que son activadas dependiendo del orden y la disposición que el usuario les da a los cubos mientras juega (Figura 9 y 10).

Figura 9
Uso de aplicación



Nota: Juego de RA para niños. Tomada de *PleiQ: juguete de realidad aumentada para niños* por Serradas, 2017.

Figura 10
Ejemplo de aplicación



Nota: Uso de diferentes marcadores para aprender las letras del abecedario. Tomada de *PleiQ: juguete de realidad aumentada para niños* por Serradas, 2017.

Actualmente, los juegos de PLEiQ están disponibles en inglés, español y portugués. Permite colaborar en personas con:

1. Discapacidad visual: al ser una aplicación que tiene muchos colores, que presenta las letras en tamaño grande y buscan que aprendan diferentes palabras, favorece a fortalecer esta discapacidad.

2. Deficiencia auditiva: el juego trae sonido para que repitan todas las palabras, así como sonidos para retroalimentar, ya sea un gane o una pérdida.
3. Deficiencia intelectual: permite buscar relaciones entre las letras y las palabras.

1.3.2.2. Pictogram Room

Moralejo et al. (2014), explica el Pictogram Room (Figura 11) como;

Es un proyecto que involucra una habitación de realidad aumentada para enseñar a comprender los pictogramas que permiten la comunicación a personas con trastornos del espectro del autismo, entre otros. El proyecto plantea que, con la ayuda de la RA, se posibilita el uso de pictogramas superpuestos sobre objetos reales, y esto, es beneficioso para ayudar a visualizar la conexión entre imagen real y pictograma en tiempo real (p. 10).

Figura 11

Actividad con Pictogram Room



Nota: Actividad señalando diferentes objetos. Tomada de Fundación Orange.

1.3.2.3. EyeRing

Moralejo et al. (2014), explica el EyeRing como;

una creación del MIT Media Lab. Se trata de un anillo de realidad aumentada equipado con una pequeña cámara, un procesador, conectividad Bluetooth y retroalimentación auditiva,

a través de un dispositivo portátil, que podría ayudar a las personas con dificultades visuales a identificar objetos y leer texto. Aunque también, podría funcionar como ayuda de navegación o traducción para cualquier persona, y en el entrenamiento para enseñar a leer a los niños. Un ejemplo de su utilización en el ámbito de la discapacidad es cuando una persona no puede ver correctamente lo que tiene enfrente, entonces puede hacer uso del EyeRing, el cual le comunicará mediante un dispositivo móvil lo que la cámara ha captado, agregando información sonora a la escena capturada. (Moralejo et al., 2014, p. 10). (Figura 12)

Figura 12

Ejemplo EyeRing



Nota: En la imagen se muestra distintos usos de EyeRing. Tomada de Roy Shilkrot.

1.3.2.4. E-labora

Este es otro proyecto basado en realidad aumentada, Moralejo et al. (2014) comenta sobre algunas de las características de E-labora (Figura 13);

Proyecto que incorpora la realidad aumentada y la tecnología 3G en actividades de entrenamiento y formación profesional. Lo anterior, pretende mejorar la integración de las personas con discapacidad intelectual en el lugar de trabajo, creando un entorno que mejore la seguridad, estabilidad emocional, capacidad de comunicación, autodeterminación y participación del usuario. Por ejemplo, algunas aplicaciones incluyen una herramienta de navegación e información en el entorno de trabajo y una guía fácil sobre cómo utilizar equipos como una impresora (p. 10).

Figura 13

E-labora



Nota: Ejemplo al solicitar ayuda para una impresora. Tomado de Digital AV Magazine.

1.3.3. Tecnologías de Impresión 3D

Hay que tener en cuenta que hace algunos años no se relacionaba la impresión 3D y la educación, esto se debía a que las impresoras 3D no tenían un ámbito de aplicación muy amplio. Tobías et al. (2018) aclaran que este hecho se debía a dos principales factores, su alto coste y su poca aplicabilidad debido a que se trataba de una tecnología muy novedosa y poco desarrollada.

En el año 2020, la impresión 3D es una tecnología completamente distinta, ya que posee un gran campo de aplicación y, además, este sigue en crecimiento, lo cual conlleva que los costes vayan siendo cada vez más asequibles.

En el campo educativo, las impresoras 3D son una herramienta por desarrollar, ya que cuenta con la ventaja de poder utilizarse como recurso educativo en multitud de asignaturas y áreas, Varas et al. (2017) muestran algunos ejemplos de la impresión 3D en diversos campos tales como:

- a. Matemáticas: diseñar, imprimir y calcular objetos 3D.
- b. Geografía: mapas con relieves.
- c. Arte: crear e imprimir objetos.
- d. Ciencias Naturales: imprimir modelo de células.
- e. Música: imprimir instrumentos tales como, flautas, triángulos, etc.

Además, la impresión 3D posibilita el trabajo en conjunto entre diferentes materias, tales como proyectos de arte en clases de matemática o física, de igual forma proyectos de física con matemáticas, otra de las ventajas de la impresión 3D es que al ser objetos tangibles atraen la atención de los estudiantes que no les termina de gustar la materia y ayuda a los discentes que poseen alguna necesidad educativa.

Villagra et al. (2017) aclaran cinco puntos del porqué la tecnología de impresión 3D en la educación es importante:

1. Ayuda a los profesores: al poder visualizar en 3D conceptos que son difíciles de ilustrar de otra forma, y les permite generar más interés mostrándole a los alumnos objetos reales.
2. Posibilita producir diseños que son imposibles de construir: Los alumnos ya no están más limitados a la hora de diseñar y pensar nuevos objetos.
3. Alienta y mejora el aprender haciendo y abre una ruta al diseño iterativo: los estudiantes pueden diseñar partes en 3D, imprimirlas, testearlas, evaluarlas y, si no funcionan, trabajar con ellas de nuevo. Esto incrementa la innovación en los diseños producidos.
4. Permite clases interactivas y fomenta el trabajo en equipo y el diseño colaborativo, permitiendo realizar trabajos en conjunto con otras materias o especialidades.
5. Está fuertemente vinculado con el aprendizaje personal y las habilidades de pensamiento (p.1248).

Buehler et al. (2016) explica que la impresión 3D en las necesidades educativas especiales no ha sido una herramienta muy utilizada, sin embargo, Varas et al. (2017) comenta que hay precedentes de la utilización de la impresión 3D en escuelas especiales en Europa, donde se atendieron discentes con discapacidades cognitivas, motoras, visuales, sordera y retos múltiples.

Uno de los ejemplos que explican Buehler et al. (2016) de la impresión 3D en la educación de un estudiante con una discapacidad visual, es donde un profesor de historia descarga un modelo de código abierto de la tumba de un faraón y posee un diorama de plástico duradero, que es específico para el contenido y puede ser manejado, ayudando a los estudiantes con discapacidades visuales y aprendices táctiles.

Villagra et al. (2017) comentan que la utilización de las impresoras 3D ayudaría de gran manera a los estudiantes diagnosticados con Trastorno de Déficit Atencional con Hiperactividad (TDAH) severo, ya que, los discentes al ver resultados rápidos y tangibles en sus clases mantienen

el interés en la lección. Además, la posibilidad de hacer diseños más complejos hace que los estudiantes se involucren mucho más y estén incentivados a seguir creando.

Tobías et al. (2018) exponen que la impresión 3D ayuda a estudiantes con NEE o sin ellas a aprender de forma significativa y fomentar el desarrollo competencial mientras trabajan de forma colaborativa o cooperativa con sus compañeros. Además, Varas et al. (2017) comentan que la impresión 3D llega a “dar soporte a las actividades de enseñanza-aprendizaje que buscan el desarrollo de capacidades y habilidades en los estudiantes, de manera que los medios disponibles sean utilizados como una vía para adquirir conocimiento e interpretar la información adquirida”. (p. 293)

Buehler et al. (2016) desglosan la contribución de la impresión 3D en la educación especial:

1. Apoyo en el compromiso de CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en una población históricamente desatendida.
2. Creación de materiales curriculares.
3. Creación de tecnología de asistencia.

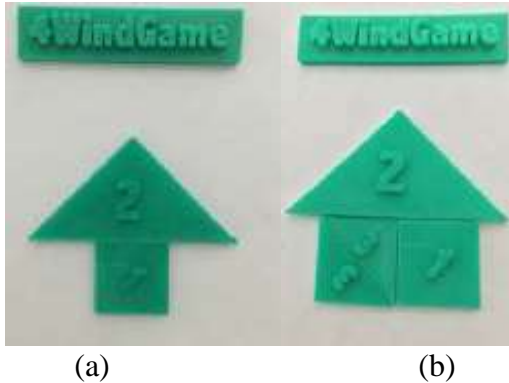
A continuación, se presentan implementaciones de la impresión 3D en las NEE:

1.3.3.1. 4WindGame

Esta propuesta nace del juego de mesa “4WindGame” creado por De Castro, Brussa, Sartorio, Vaquero & Tedini (2016), el cual se creó para ayudar al planteamiento de una escuela para atraer a los alumnos hacia el estudio de las matemáticas. De Castro et al. (2016) nos explican que el objetivo es “acercar a sus alumnos un juego que facilite la enseñanza e introducción a conceptos sobre geometría”. (p. 441)

El juego de mesa 4WindGame (Figura 14) “consiste en utilizar piezas geométricas básicas para formar otras figuras reconocibles, obteniendo un puntaje por la suma de los valores de cada pieza” (p. 441) (Es una combinación del Tangrama y el Scrabble). Lo anterior da pie a que los estudiantes posean un ganador. Además, el juego puede cambiar de acuerdo con las ideas del docente, de igual manera, el profesor puede adaptar el juego para ayudar a estudiantes que presente alguna necesidad educativa.

Figura 14
Construcción casas



Nota: Actividad inicial, (a) busca que mediante dos figuras logren crear una tercera, (b) busca que mediante múltiples figuras logren crear otra figura. Tomada de *4WindGame: Un juego de Armado de Piezas Asistido con una impresora 3D* por De Castro et al., 2019

El 4WindGame es una herramienta que se puede utilizar para estudiantes con NEE Motora, Trastorno Específico del Aprendizaje, Trastorno por Déficit de Atención, Discapacidad Intelectual y Trastorno de Espectro Autista.

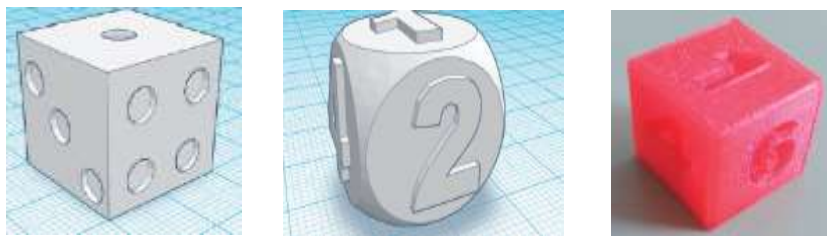
1.3.3.2. Dados

En el año 2017 Beltrán-Pellicer se plantea una propuesta didáctica en el área de probabilidad en los primeros años de secundaria, donde el objetivo principal es “evidenciar y corregir intuiciones primarias erróneas y sesgos en el razonamiento probabilístico” (p. 99), a la vez que se proporcione un punto de apoyo para la negociación de los significados frecuencial y clásico de la probabilidad.

Beltrán-Pellicer en su propuesta didáctica incentiva a los alumnos a crear dos tipos de dados (el dado tradicional y un dado creado al gusto de ellos), lo anterior dio pie a que los estudiantes sin saberlo crearon dados cargados y uno de sus objetivos era que distinguieron las diferencias que se presentan en los resultados en un dado equiprobable a un dado cargado (Figura 15).

Figura 15

Distintos tipos de dados



(a)

(b)

(c)

Nota: Dados creados por los estudiantes, se puede observar que la ilustración (a) muestra un dado tradicional y las figuras (b) (c) ilustran dados cargados. Tomado de *Modelado e impresión 3D como recurso didáctico en el aprendizaje de la probabilidad* por Beltrán-Pellicer, 2017.

La idea central de la propuesta es realizar diferentes figuras donde un dado se encuentre cargado y el otro sea equiprobable, ya que, esto ayudaría en la comprensión del tema de la probabilidad y el cómo afecta el resultado un objeto cargado.

La idea de Beltrán-Pellicer es una herramienta que se puede utilizar para estudiantes con necesidades educativas motoras, Trastorno Específico del Aprendizaje o Trastorno por Déficit de Atención.

1.3.3.3. Tablero Gráfico

La siguiente propuesta fue presentada por Véliz y Rodríguez en el año 2016, la cual se basa en el tema de funciones el cual es impartido en cursos de matemáticas en los diferentes niveles de enseñanza. Véliz y Rodríguez en su artículo “Un dispositivo para hacer Matemática con los dedos” comentan “el caso de las personas con discapacidad visual, donde la escritura y la lectura de una función matemática se pueden hacer mediante notación matemática Braille” (Della Barca, 2000, Fernández del Campo, 2004, citado por Véliz y Rodríguez, 2016, p. 1); sin embargo, esta práctica no llega a brindar un acceso directo a las cualidades geométricas de las funciones, además,

la carencia de recursos apropiados para la representación gráfica de funciones que sean accesibles a las personas con discapacidad visual desfavorece en ellas la interpretación

significativa del objeto matemático en estudio, lo que reduce la posibilidad del aprendizaje en igualdad de oportunidades (Véliz & Rodríguez 2016, p. 1).

Como bien sabemos los recursos tradicionales en nuestras aulas para una representación gráfica son: pizarrón, papel, proyectores, y láminas, los cuales facilitan la visualización de una función para su análisis y descripción.

Véliz y Rodríguez (2016) desarrollan con técnicas de impresión 3D tablero que simboliza un plano cartesiano junto a piezas que representan funciones exactas, las que colocadas sobre el tablero quedan en sobre relieve para la inspección táctil. Además de su uso en el aula, con el que un docente ciego puede seguir las clases a la par de alumnos videntes, el dispositivo también es una herramienta útil para la práctica y para la evaluación. “La intención es proveer a una persona con discapacidad visual un recurso que respete las convenciones gráfico-geométricas de un sistema cartesiano, y que le permita aprenderlas valiéndose por sí misma mediante el uso del tacto”. (Véliz & Rodríguez 2016, p. 2)

El tablero desarrollado por Véliz y Rodríguez (2016) “cuenta con una matriz cuadrada de orificios que sirve de referencia para la ubicación de las coordenadas del sistema cartesiano” (p.3) (Figura 15). En esos mismos orificios se encastran las piezas intercambiables que representan funciones matemáticas, además, “el tablero posee la bondad de facilitar una rápida identificación de elementos matemáticos convencionales, como ejes ortogonales y escalas. Esto es posible a través de un conjunto de marcadores extendidos y localizados” (Véliz & Rodríguez 2016, p. 3); cuenta además con un soporte que ayuda a que el usuario tenga las manos vacías y que facilita la definición de las orientaciones tales como “hacia arriba” y “hacia abajo”. Véliz y Rodríguez (2016) explican que;

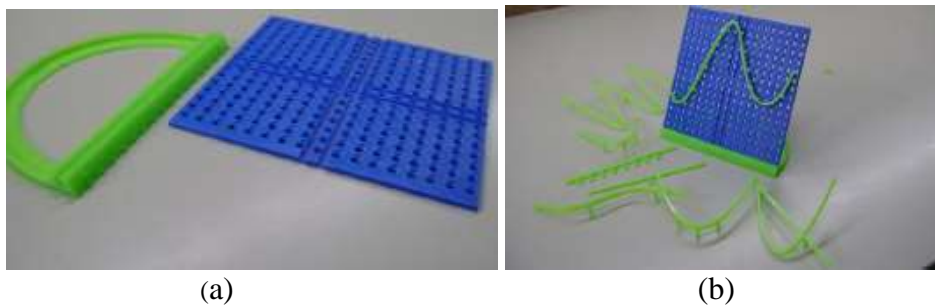
el conjunto de piezas intercambiables incluye: líneas rectas, parábolas, hipérbolas, polinomios cúbicos, funciones seno, coseno y tangente (como ejemplos de curvas abiertas); un ejemplo de intersección parábola-recta; circunferencias de distintos radios y elipses de distintas excentricidades (como ejemplos de curvas cerradas, que también sirven para describir órbitas planetarias, por ejemplo) (p. 4) (Figura 16).

La herramienta de Véliz y Rodríguez se encuentra pensada para una discapacidad visual, también se puede utilizar en estudiantes con discapacidad Motora, Trastorno Específico del

Aprendizaje, Trastorno por Déficit de Atención, Discapacidad Intelectual o Trastorno de Espectro Autista.

Figura 15

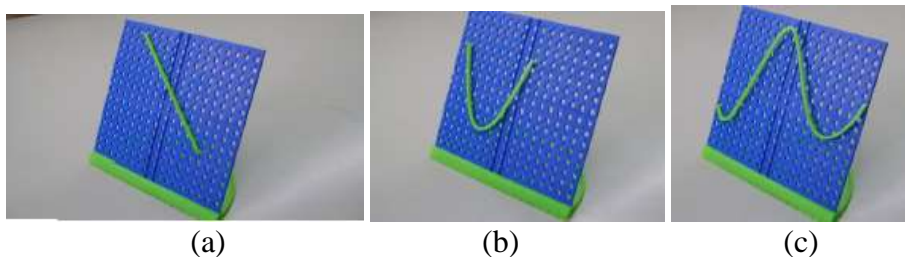
Tablero impreso en 3D



Nota: Imagen de las partes desarrolladas en la propuesta. En la ilustración (a) se observa la base y el tablero; en la imagen (b) demuestra las distintas funciones desarrolladas. Tomado de *Un dispositivo para hacer matemática con los dedos* por Véliz y Rodríguez, 2016.

Figura 16

Funciones colocadas en el tablero



Nota: Imagen de algunas de las funciones colocadas en el tablero. En la ilustración (a) se observa la función lineal; en la imagen (b) demuestra la función cuadrática, y en la ilustración (c) se observa la función cúbica. Tomado de *Un dispositivo para hacer matemática con los dedos* por Véliz y Rodríguez, 2016.

1.3.3.4. Geometría Analítica

Moreno en el año 2017 presenta distintas unidades didácticas basadas en la utilización de la impresora 3D como apoyo a las NEE de los estudiantes en distintas materias, específicamente, en el área de la Matemáticas, Moreno propone modelar los sólidos (completos e incompletos) y sus elementos, además, de polígonos regulares e irregulares con distintas medidas entre sí (Figura 17), ya que, serían una gran ayuda visual y táctil en el estudio de figuras sólidas (cubo, esfera, pirámides...) y sus elementos, además del cálculo de áreas de figuras regulares e irregulares.

Lo anterior, ayudaría a los estudiantes que presenten las siguientes NEE:

1. Motora.
2. Trastorno Específico del Aprendizaje.
3. Trastorno por Déficit de Atención.
4. Discapacidad Intelectual.
5. Trastorno de Espectro Autista.
6. Déficit visual.

Figura 17
Cuerpos Sólidos



Nota: En la imagen se observa distintas formas de las figuras geométricas realizadas mediante la impresión 3D. Tomado de *Impresión 3D para la enseñanza de la geometría en 5° de Primaria* por Moreno, 2016.

1.4. Las Tecnologías y las Nuevas Estrategias Terapéuticas: Un Abanico de Opciones

En este apartado se mencionan algunas herramientas o terapias relacionadas a la realidad virtual, realidad aumentada e impresión 3D que contribuyen a la estimulación de personas con demencias, con el fin de mejorar o generar ciertas habilidades que han perdido debido a su deterioro cognitivo, ya sea este deterioro propio de su condición de salud o debido a la poca estimulación que recibe el paciente.

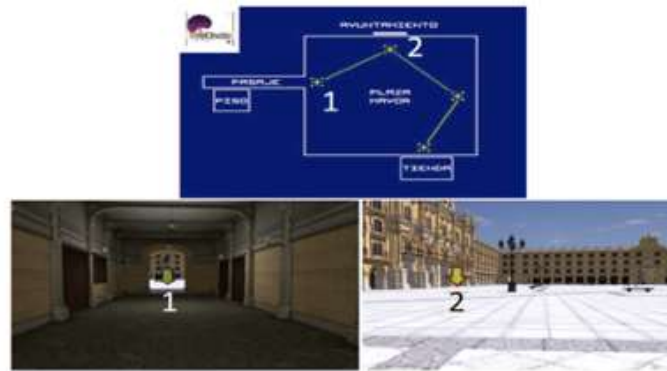
1.4.1. Test Virtual del Olvido

Esta herramienta desarrollada Arroyo-Anlló et al., en 2011., como parte de un proceso de introducción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para mejorar la intervención en personas con demencias, como parte de las técnicas más avanzadas para facilitar la recodificación y el acondicionamiento del entorno para el aprendizaje de nueva información (recuperación espaciada, aprendizaje de errores, procedimentalización de tareas específicas, etc.).

El test virtual del olvido presenta al paciente el ambiente de la Plaza Mayor de Salamanca, en España y un supuesto apartamento donde el paciente habita, donde el usuario puede interactuar en situaciones simuladas que representen acciones cotizadas o típicas, donde desempeñe tareas que fortalezcan habilidades necesarias y a la vez se puedan evaluar estas interacciones verbales y espaciales (Figura 18). La herramienta está ambientada en esta plaza por el contexto del lugar donde habita el usuario. El fin principal de la herramienta es trabajar con el usuario tareas simples que necesita “aprender”, como por ejemplo el trayecto de algún punto específico hasta su casa y viceversa. Una vez que el usuario sea capaz de cumplir la tarea con el simulador, es decir que desarrolle la habilidad, se procede a utilizarlo en su contexto real. Incluso permite desplazamientos más cortos, como la movilización entre habitaciones de su lugar de vivienda.

Figura 18

Test virtual del olvido



Nota: En esta figura se observan tres ambientes diferentes de la aplicación. La figura de arriba muestra el mapa con la ruta que el usuario debe seguir para cumplir con el cometido, las dos escenas de abajo forman parte del ambiente de la plaza que el usuario debe recorrer. Tomado de *Técnicas de rehabilitación neuropsicológica en demencias: hacia la ciber- rehabilitación neuropsicológica* por Arrollo-Anlló et al., 2012.

Los materiales necesarios para esta herramienta son un salón o habitación de ambiente controlado (espacio suficiente para el movimiento del usuario), lentes o casco de visión estereoscópica, dispositivos de sonido (entrada y salida), joystick (o guantes para RV) para selección e interacción con el ambiente virtual.

Además, hay que aclarar que las habilidades/destrezas estimuladas en los pacientes son las siguientes:

1. De trabajo: Acudir al trabajo con regularidad, Llegar al trabajo a la hora. Ir directamente a una zona de trabajo. Llegar puntualmente. Volver al trabajo después de un descanso. Localizar zonas específicas en el trabajo. Guardar el material en su sitio. Seguir instrucciones de una tarea. Realiza una tarea conforme a instrucciones determinadas.
2. De la vida personal: Obedecer las normas.
3. De la comunidad: Caminar por una acera llena de gente. Localizar una casa en el vecindario. Localizar un lugar conocido. Caminar por zonas llenas de gente. Llegar a un destino a pocas manzanas de casa. Localizar oficinas y salas concretas dentro de un edificio. Sortear obstáculos.
4. Del hogar: Llevar los zapatos al zapatero. Llevar la ropa a la tintorería.

1.4.2. Edificio Virtual

En este tipo de herramienta el usuario se ve obligado a utilizar las pistas que le otorgue el entorno en el que se encuentra para así poder desplazarse, debe seleccionar entre puertas que poseen diferente color, forma, número de ventanas y mirillas, etc. Al igual que con el test de clasificación de tarjetas, el usuario debe ir cambiando la estrategia, buscando diferentes métodos, pues luego de cierta cantidad de aciertos cambia la forma de juego (Figura 19). Similar se encuentra una aplicación denominada LFAM (Look For A Match, por sus siglas en inglés).

Figura 19

Test de calificación de tarjetas de Wisconsin



Nota: En la imagen se muestra a una paciente realizando el Test de Calificación de Tarjetas de Wisconsin, en el cual se basa la aplicación Edificio Virtual. Tomada de Stimulus.

Se debe aclarar que los materiales necesarios para desarrollar esta herramienta se encuentran los lentes o casco para RV y un joystick para sección. Además, entre las habilidades que se estimulan están las siguientes:

1. De trabajo: Seleccionar trabajos que correspondan a sus habilidades. Localizar zonas específicas en el trabajo. Respetar las normas en el trabajo. Seguir las instrucciones de una tarea. Realizar una tarea que conlleva varios pasos. Obtener el material necesario para realizar una tarea.

2. De la vida personal: Realizar tareas estructuradas en dos pasos. Seguir instrucciones. Obedecer las normas. Colocarse las prendas en el orden correcto. Seguir las instrucciones antes de tomar una medicina.
3. De la comunidad: Abrir y cerrar puertas con varios mecanismos de apertura. Localizar oficinas y salas concretas dentro de un edificio. Localizar la puerta de embarque. Utilizar un mapa como guía. Localizar departamentos dentro de unos grandes almacenes. Obedecer las normas de circulación mientras se conduce. Seleccionar una actividad.
4. Del hogar: Preparar la bolsa del almuerzo. Reciclar papel, latas y vidrio. Escoger una actividad predilecta. Completar un modelo en miniatura o un puzzle.

1.4.3. Supermercado

En este caso consiste en cincuenta productos diferentes colocados en 4 estantes, el entorno posee además dos refrigeradores con puerta de cristal para observar el interior (Figura 20). El usuario utiliza un casco de realidad virtual que sigue los movimientos de su cabeza y con la ayuda de un joystick realiza el resto de los movimientos.

Ha habido también otras experiencias que han combinado funciones de evaluación, entrenamiento y rehabilitación, como son el Virtual Store, el Virtual Action Planning Supermarket, el Virtual Mall y el Virtual Library Test. Además, existe una versión en realidad virtual del test de recados múltiples (Multiple Errand Test), llamado V-MET, que con diferentes aproximaciones ha tratado de reproducir tareas de supermercado para evaluar el funcionamiento ejecutivo (Climent-Martínez et al., 2014, p. 470-471).

Figura 20
Supermercado



Nota: En la figura se aprecian diferentes escenas y etapas del supermercado virtual (recorrer un pasillo, tomar un producto, abrir puertas de anaqueles, pagar los productos y tener contacto con la cajera). Tomado de Journal of Medical Internet Research, 2015.

En particular, los materiales necesarios para la App “Supermarket”, son una habitación o espacio designado para el libre desplazamiento del usuario sin ningún riesgo, lentes o casco para RV, dispositivos de sonido (salida) y joystick o guante de RV para selección de objetos.

A continuación, se presentan las destrezas estimuladas en los usuarios que utilizan la aplicación:

1. De trabajo: Localizar zonas específicas en el trabajo. Respetar las instrucciones del encargado. Seguir las instrucciones de una tarea. Realizar una tarea que conlleva varios pasos. Obtener el material necesario para realizar una tarea. Detectar defectos o diferencias en sus materiales. Continuar trabajando, aunque existan distracciones.
2. De la vida personal: Coger objetos. Realizar tareas estructuradas en dos pasos. Seguir instrucciones.
3. De la comunidad: Abrir y cerrar puertas con varios mecanismos de apertura. Realizar una tarea ahora o más tarde. Llevar las bolsas de la compra. Pagar un

artículo en la caja. Localizar departamentos dentro de unos grandes almacenes. Adquirir comida y bebida. Identificar el precio y características de artículos. Seleccionar artículos envasados herméticamente cerrados. Realizar la compra más acertada.

4. Del hogar: Trasladar objetos frágiles. Realizar actividades tranquilas en solitario.

1.4.4. AssesSim Office

Consiste en un test de evaluación cognitiva (Figura 21).

Fue desarrollado para completar el trabajo existente y capturar elementos de las funciones ejecutivas no recogidos por los entornos virtuales existentes hasta la fecha. El test Asses-Sim Office evalúa el rendimiento en tareas de atención selectiva y dividida, resolución de problemas complejos, memoria de trabajo y memoria prospectiva (Climent-Martínez et al., 2014, p.471).

Se muestra al usuario una serie de tareas realistas que colaboren con la evaluación cognitiva, estas tareas poseen distintos niveles de dificultad, con toma de decisiones dando prioridades a tareas, basándose en reglas. También se mide el tiempo de reacción y de respuesta del usuario. Algunas de las tareas que se proponen son responder a correos electrónicos, tomar decisiones de compras de bienes, recoger materiales de impresoras, colocarlos en archivos, entre otras actividades.

Figura 21
AssesSim Office



Nota: Entorno virtual de la oficina de AssesSim Office. Tomado de Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas mediante realidad virtual por Climent-Martínez et al., 2014.

Entre los materiales necesarios para esta herramienta, se encuentran los lentes de visión estereoscópica y dispositivo de audio (salida) o casco de RV, habitación totalmente equipada con ambiente tridimensional (impresoras, papel, escritorio, PC, silla, etc.), guantes de RV para interacción con el ambiente virtual.

Algunas de las destrezas estimuladas:

1. De trabajo: Ir directamente a una zona de trabajo. Respetar las instrucciones del encargado. Pedir material de trabajo. Respetar las normas en el trabajo. Seguir las instrucciones de una tarea. Guardar el material en su sitio. Realizar una tarea que conlleva varios pasos. Obtener el material necesario para realizar una tarea. Dar término a una tarea o trabajo. Moverse con precaución por los puestos de trabajo. Guardar el material y herramientas en el lugar apropiado.
2. De la vida personal: Responder a preguntas.
3. De la comunidad: Anotar fechas significativas en su agenda o calendario. Anotar compromisos en un calendario. Hacer la lista de la compra. Planificar las compras en relación con un presupuesto. Firmar un contrato. Sortear obstáculos. Seleccionar una actividad. Realizar una actividad en solitario. Contestar al teléfono. Anotar los números de teléfono que se utilizan con frecuencia. Responder de forma adecuada a llamadas comerciales. Obtener información por teléfono.

4. Del hogar: Guardar las cosas en su sitio. Vaciar una papelera.

1.4.5. Ice Cream Seller Test

Consiste en una herramienta de evaluación multitareas, ambienta en una heladería, donde el usuario toma el papel de vendedor en su primer día de trabajo. El usuario recibe una serie de instrucciones iniciales con el fin de que aprenda el uso de la herramienta y además indicaciones sobre su función específica dentro de su papel de vendedor:

El paciente llevará unas gafas de realidad virtual con un sensor de movimiento que permitirán al usuario ver a su alrededor moviendo la cabeza. Por otra parte, un brazo virtual permitirá al usuario interactuar con los objetos localizados en el entorno 3D de una forma similar a como lo haría en un entorno real. Con esto se busca aumentar el realismo del test, así como la sensación de inmersión y presencia en el entorno virtual (Climent-Martínez, et al., 2014, p. 472).

Una vez iniciado el test como tal, a la tienda de helados ingresarán 4 compradores (se repite 14 veces con diferentes condiciones), entre las actividades del usuario se encuentran: dar el turno correctamente, según el orden de llegada de las personas, atender las indicaciones generales que el jefe le dio inicialmente, atender las solicitudes de los clientes correctamente. Durante el proceso habrá distractores y a partir de la octava interacción con clientes habrá variables que aumenten el nivel de dificultad, como los ingredientes del helado por ejemplo (Figura 22).

Los criterios de evaluación de esta herramienta corresponden a: Planificación, Aprendizaje y Memoria de trabajo, Tiempo y velocidad de procesamiento, Atención, Flexibilidad cognitiva.

Figura 22
Ice Cream Seller Test



Nota: Entorno virtual de la heladería de Ice Cream Seller Test. Tomado de *Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas mediante realidad virtual* por Climent-Martínez et al., 2014.

Entre los materiales necesarios para utilizar esta aplicación, se encuentran las gafas de RV con sensor de movimiento, dispositivo de audio (salida) y guantes de realidad virtual que permitan interactuar.

A continuación, se presentan las habilidades estimuladas por la App:

1. De trabajo: Ir directamente a una zona de trabajo. Respetar las instrucciones del encargado. Respetar las normas en el trabajo. Aumentar el rendimiento cuando el trabajo lo requiere. Obtener el material necesario para realizar una tarea. Dar término a una tarea o trabajo. Continuar trabajando, aunque existan distracciones. Moverse con precaución por los puestos de trabajo.
2. De la vida personal: Mirar a otras personas. Observar los movimientos de los demás. Coger objetos. Seguir instrucciones. Obedecer las normas. Elegir el cubierto adecuado. Servir comida de una fuente.

3. De la comunidad: Mirar a alguien que está hablando. Relacionarse con gente de diferentes características. Realizar una tarea ahora o más tarde. Seleccionar artículos envasados herméticamente cerrados. Permanecer con un grupo de gente.
4. Del hogar: Abrir y cerrar recipientes de plástico. Preparar un bocadillo. Servir la comida. Sacar los alimentos del congelador.

1.4.6. Realidad Virtual en la Rehabilitación de Capacidades Motoras

Mediante un juego se propone al paciente realizar diferentes actividades que requieran movimientos específicos. Se le plantean metas al usuario, y mediante una retroalimentación se le indica si lo ha realizado de manera correcta o no. Los ejercicios propuestos son adaptables y configurables según la capacidad del usuario, los objetivos que se busca conseguir, nivel de dificultad, así como el ambiente o entorno que el paciente observa, de modo que su atención y concentración se enfoque en el ejercicio propuesto, además que se sienta motivado por alcanzar el objetivo propuesto (Figura 23).

Figura 23

Rehabilitación de capacidades con RV



Nota: Imagen con fines ilustrativos de terapia de habilidades físicas mediante tratamiento con realidad virtual. Tomado de Indra intègre des outils de collaboration dans le système de réhabilitation virtuelle Theyra por DigitalMagazine, s.f.

Con estas funciones y características encontramos algunas aplicaciones como BioTrak, Kinect, el uso del Nintendo Wii para actividades de movimiento y la evaluación mediante la precisión del uso de los controles. También otros videojuegos como G.A.L.A.X.Y (juego de viaje

en la galaxia) y ASIS (juego de pesca), en ambos el usuario debe esquivar obstáculos, atrapar objetos indicados, entre otro tipo de actividades de movimiento, concentración, análisis, plantear estrategia, etc.

Materiales necesarios para esta herramienta: lentes de realidad virtual, pantalla que le permita al cuidador visualizar el movimiento que debe realizar el paciente y el movimiento realizado por el mismo, sensores de movimiento en diferentes partes del cuerpo (manos, muñeca, codo, pies, tobillos, rodillas, cadera, cabeza, etc.). También son útiles controles de videojuegos interactivos como el Wii, por ejemplo.

Además, la herramienta estimula las habilidades:

1. De trabajo: Corregir la forma de realizar una tarea.
2. De la vida personal: Observar los movimientos de los demás. Estirar los brazos para tocar a personas conocidas. Seguir instrucciones. Obedecer las normas.
3. De la comunidad: Mirar a alguien que está hablando. Habilidades de movilidad. Llevar las bolsas de la compra. Hacer ejercicio semanalmente. Ir solo a pasar el día a algún lugar.
4. Del hogar: Abrir y cerrar recipientes de plástico. Abrir y cerrar tapas o tapones de rosca, tarros y botellas. Mezclar ingredientes con una cuchara. Actividades del mantenimiento del hogar.

1.4.7. Apparatus and Stimuli

Esta herramienta de realidad virtual cuyo nombre en español es Aparatos y Estímulos, consiste en un entorno que posee una habitación muy sencilla, colores muy sólidos y opacos, en la cual se encuentra únicamente una roca, una planta y una flecha que apunta siempre hacia el norte (Figura 24). En una primera intervención se muestra al usuario, la planta en una posición específica, luego se aparta al usuario de la herramienta virtual y se le solicita reproducir, en un mapa físico (papel) la posición exacta de la planta. En otra intervención se realiza un ejercicio similar, solo que en este caso se le solicita al usuario reproducir la ubicación dentro de la misma herramienta virtual (se presenta la misma habitación, pero completamente vacía). Y en otra

intervención se solicita al usuario desplazar un objeto hasta una posición específica indicada utilizando como puntos de referencia la planta o la roca o cualquier objeto dentro de la habitación.

Figura 24

Apparatus and Stimuli



Nota: Entorno virtual de Apparatus and Stimuli, se aprecian los tres elementos presentes en la simulación.

Tomado de *Detecting early egocentric and allocentric impairments deficits in Alzheimer's disease: an experimental study with virtual reality* por Serino et al., 2015.

Materiales necesarios para esta herramienta: Ordenador, lentes de realidad virtual, joystick para interacción con el ambiente virtual.

Algunas de las habilidades estimuladas:

1. De trabajo: Seguir las instrucciones de una tarea.
2. De la vida personal: memoria espacial.
3. De la comunidad: Localizar una casa en el vecindario. Localizar lugares conocidos. Localizar oficinas y salas concretas dentro de un edificio. Utilizar un mapa como guía.
4. Del hogar: Indicar cuál es su ropa. Poner la mesa.

1.4.8. SmartKuber:

Creado por Konstantinos Boletsis, en su tesis Doctoral. SmartKuber es un juego para la detección cognitiva, desarrollado en la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología (Noruega).

SmartKuber une el mundo real y el digital, mediante el uso de la tecnología de Realidad Aumentada para guiar al usuario a través del juego e identificar el contenido del juego de cubos. El objetivo es manipular objetos reales, es decir, los cubos, como entrada del juego y usar la tableta como salida. Además; consta de 5 minijuegos que, junto con la técnica de interacción implementada, abordan diversas funciones cognitivas: cambio de tareas, inhibición de la respuesta,

memoria de trabajo, recuperación de caras, procesamiento de información y razonamiento cuantitativo.

El juego se basa en la tecnología de RA Tangible y presenta al jugador sentado en una oficina, jugando la App en una tableta PC manipulando los cubos RA, que se colocan en el escritorio, usando ambas manos. El sistema consta de 9 cubos, una tableta PC y una base de soporte. (Figura 25)

Figura 25

SmartKuber

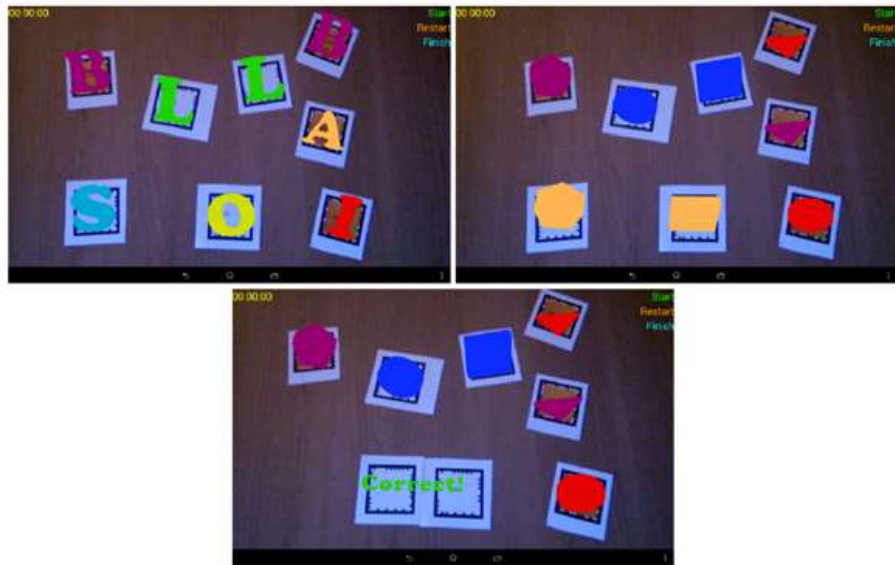


Nota: Usuario utilizando Smartkuber, se aprecian los dos elementos principales en su uso. Tomado de *Augmented Reality Serious Gaming for Cognitive Health. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in Computer Science* por Boletsis, 2016.

La primera actividad de SmartKuber es un juego de palabras, que entrena el razonamiento lógico, donde el jugador usa 9 letras (mostradas como modelos 3D en los cubos) para formar tantas palabras como sea posible en 5 minutos. La segunda actividad es un juego veloz que combina formas, entrena la inhibición de respuestas y el procesamiento de la información, el usuario debe emparejar formas simples (cubo, esfera y otros) de diferentes colores lo más rápido posible. El primer juego favorece una interacción más centrada y tranquila, mientras que el segundo juego favorece los movimientos rápidos. Cada juego posee cuatro niveles (Figura 26).

Figura 26

Actividades de SmartKuber



Nota: El juego de palabras (arriba a la izquierda), el juego de velocidad / juego de formas (arriba a la derecha) y un mensaje de éxito (abajo) durante la etapa de prueba del juego. Tomado de *wAugmented Reality Serious Gaming for Cognitive Health. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in Computer Science* por Boletsis, 2016.

Algunos objetivos para alcanzar con esta propuesta son:

1. Manipular objetos con las manos.
2. Formar palabras conocidas.
3. Agrupar figuras y colores.
4. Seguir instrucciones.

1.4.9. Terapia para Reforzar Ciertos Movimientos

Se puede diseñar una aplicación en la que mediante RA deba hacer movimientos como la de coger algunos objetos y colocarlos en otro lugar, o movimientos como dar un paso adelante o hacia atrás.

Terapiam es un sistema desarrollado por Fundación Magtel y la División de I+D+i de Magtel para trabajar la reeducación del equilibrio y de la marcha en personas que, por motivos biomecánicos o neurofisiológicos, carecen de plena autonomía física para

mantenerse erguidos. Su función principal es simular sesiones de terapia física en un contexto interactivo creado con técnicas de realidad aumentada (Fundación Magtel, 2017).

Según Terapiam; esta tecnología sirve para rehabilitar a personas con movilidad reducida. Se trabajan tanto la parte motriz como cognitiva mediante actividades lúdicas y divertidas. Está basada en personas con enfermedades neurológicas o trastornos de movimientos y puede usarse desde niños de 6 años hasta personas mayores. A nivel motor se trabaja aspectos de equilibrio, tanto estáticos como dinámicos y coordinación.

Figura 27

Actividad Terapiam



Nota: Esta actividad permite de una manera diferente ayudar a la movilidad de brazos y piernas. Tomado de *Proyecto Terapiam* por Fundación Magtel, 2017.

En la actividad mostrada en la figura 27, el usuario debe seleccionar de entre todos los objetos el de color diferente, se puede seleccionar haciendo movimientos ya sea con las manos o los pies.

Figura 28
Actividad Terapiam



Nota: Persona usando una de las actividades de terapiam. Tomado de Proyecto Terapiam por Fundación Magtel, 2017.

En la figura 28 se muestra la manera en la que se puede utilizar esta aplicación, además, sirve como ejemplo para una nueva terapia no farmacológica. Es una computadora y una cámara en la que reconoce al usuario y desde cierta distancia le permite moverse y hacer las actividades.

Otra de las posibles actividades tal y como se mencionaba al inicio de este apartado, es el colocar ciertos objetos en donde corresponda, esto permite reforzar tanto lo motor al hacer los movimientos y lo cognitivo al tener que identificar las figuras (Figura 29).

Figura 29
Actividad Terapiam



Nota: El usuario debe relacionar el objeto con la figura que la represente. Tomado de *Proyecto Terapiam* por Fundación Magtel, 2017.

Destrezas para reforzar con dicha propuesta: Seguir instrucciones, identificar colores, identificar distintas figuras, realizar movimientos como; estirar las manos, estirar los pies, agacharse, simular tomar un objeto y moverlo de lugar.

El cumplir estos objetivos le permite al usuario, mejorar o reforzar destrezas aplicadas en el hogar, destrezas de la vida personal y destrezas laborales, algunas de estas son las explicadas por Gilman et al. (2002) en Currículum de destrezas adaptativas (ALSC) (2002):

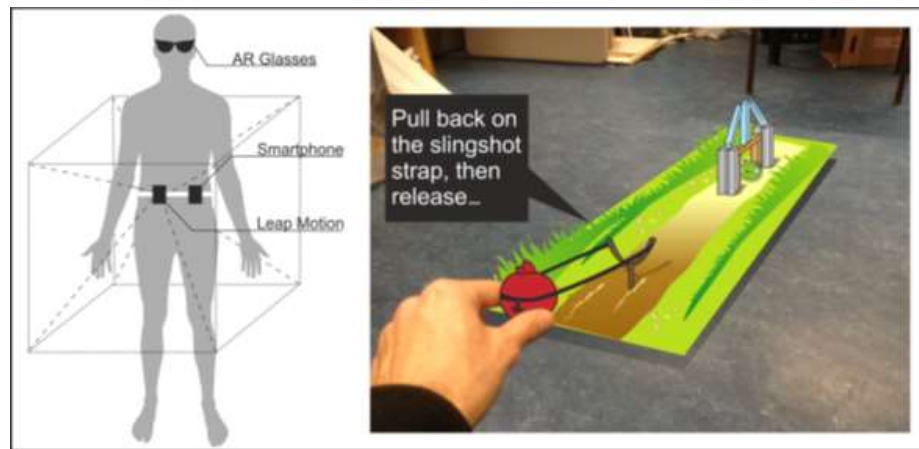
- A. Indicar cuál es su ropa, distinguiéndola de la de otras personas, esto le permitirá guardar la ropa de forma adecuada. Lo mínimo que se espera en esta destreza es que indique cuál es su ropa y distingue cuál es su ropa de la de los demás.
- B. Guardar el calzado. Pone las botas y los zapatos en las baldas o armarios dispuestos para tal fin.
- C. Separar la ropa blanca de la de color, esto sirve para hacer varios montones para lavar la ropa.
- D. Recoger desperdicios del suelo, realizar tareas de limpieza de manera espontánea. La idea es que recoge desperdicios dispersos y los tira a la basura.
- E. Guardar las cosas en su sitio. Recoge los objetos que no deben estar en el sucio y los guarda.
- F. Seguir instrucciones para completar una maqueta o modelo. Sigue las instrucciones hasta finalizar una maqueta o modelo.
- G. Hacer ejercicio para mantenerse en forma. Participa con regularidad en una o más actividades físicas de esparcimiento en casa.

Al ser esta una propuesta para reforzar movimientos puede favorecer en muchas actividades cotidianas que involucren, mover objetos de un lugar a otros, tomar algo del suelo, seguir instrucciones, entre otras.

1.4.10. Un Juego 3D Parecido Angry Birds

A modo de ejemplo, una descripción de una técnica de interacción basada en la arquitectura propuesta se presenta en el lado izquierdo de la figura 30. En esta figura, visualizamos el uso experimental de los dispositivos de gafas AR (como Google Project Glass), como un dispositivo de salida, el Leap Motion (o un dispositivo similar a Leap Motion) como un dispositivo de entrada basado en gestos y un teléfono inteligente como la unidad principal de procesamiento. El Leap Motion crea un espacio de interacción de 1 metro cúbico frente a la cintura de los usuarios, para que el usuario pueda interactuar y manipular los elementos del juego que aparecen en la pantalla / gafas AR. Las gafas Leap Motion y AR están conectadas a un teléfono inteligente donde se instalan el juego y el software de los dispositivos. El Leap Motion y el teléfono inteligente se colocan en el cinturón del usuario, permitiendo un movimiento continuo y creando un espacio de interacción centrado en el usuario. Esta combinación requiere un cinturón y un par de lentes, los cuales son objetos familiares para la mayoría de las personas mayores.

Figura 30
Juego en 3D parecido con Angry Birds



Nota: En el lado izquierdo de la ilustración se observa la colocación de los dispositivos en una figura de silueta; en el lado derecho de la ilustración se presenta una maqueta de la interacción a través de la vista de las gafas AR. Tomado *Augmented Reality Serious Gaming for Cognitive Health. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in Computer Science* por Boletsis, 2016.

La arquitectura propuesta favorece principalmente los videojuegos que tienen que ver con la manipulación de un objeto digital (es decir, Angry Birds, Worms, Wii Sports, Jenga et al.). Por lo tanto, Boletsis presenta una maqueta de un juego 3D como Angry Birds, como se ve a través de la vista de gafas RA de un jugador anciano (Figura 30). La vista del jugador define la posición del terreno del juego, el jugador puede moverse por el terreno explorando los objetos del juego, puede obtener instrucciones sobre las acciones del juego que deben realizar y, potencialmente en el modo multijugador, podría ver al avatar de un oponente remoto como el otro jugador se mueve alrededor del terreno.

Algunos objetivos por alcanzar son mover las manos sosteniendo algo, apuntar a un objeto en específico. El cumplir estos objetivos le permite al usuario, mejorar o reforzar destrezas aplicadas en el hogar, destrezas de la vida personal y destrezas laborales, algunas de estas son las explicadas por Gilman et al. en Currículum de destrezas adaptativas (ALSC) (2002):

1. Abrir y cerrar ventanas. Cierra las ventanas por completo. No rompe los cristales. Es decir, tener cuidado con lo que se esté manipulando en el momento.
2. Seguir instrucciones. Sigue las indicaciones dadas por una persona responsable a la que conoce.

1.4.11. Terapia de reminiscencia con impresión 3D

Para poder entender esta propuesta debemos definir de forma clara que implica la terapia de reminiscencia (TR), la TR involucra la incitación de recuerdos pasados, típicamente con artefactos como fotografías antiguas o música que son familiares e importantes para las personas con pérdida de memoria. (Garlinghouse et al., 2017)

La idea central de esta propuesta es reemplazar las fotografías por objetos en 3D que ofrecen una estimulación robusta de la memoria y oportunidades de interacción a través de una experiencia sensorial táctil, sin embargo, no sirve cualquier objeto en 3D, ya que como nos explican Garlinghouse et al. (2017) se debe conversar con los cuidadores y doctores para poder determinar qué objetos son ideales para cada paciente. A continuación, se observa la figura 31, con los diferentes objetos impresos en 3D para la TR.

Figura 31
Objetos 3D para la TR



Nota: Figuras realizadas en impresión 3D para los pacientes del estudio para las sesiones de reminiscencia. Tomado de *Creating objects with 3D printers to stimulate reminiscence in memory loss: A mixed-method feasibility study* por Garlinghouse et al., 2017.

Además, algunas de las destrezas que busca fomentar esta propuesta son:

1. Jugar con objetos.
2. Unirse a actividades en las que participan otras personas.
3. Compartir cosas con los demás.
4. Expresar sus sentimientos.
5. Ofrecer apoyo y comprensión.
6. Hablar sobre sus estados de ánimo.
7. Mantener una conversación.
8. Invitar a otros a que participen en una actividad.

El cumplir estos objetivos le permite al usuario, mejorar destrezas aplicadas en la vida personal (más específicamente la socialización) y la comunidad, ya que, como comentan Gilman et al. (2002) el socializar es un proceso de adquisición de destrezas que permitirán a la persona

relacionarse de forma satisfactoria con los demás de acuerdo con sus expectativas. Ahora se debe tener en cuenta que el grado de dominio de habilidades sociales será en muchos casos responsable de la calidad y estilo de vida de la persona con discapacidades, y de las oportunidades que se le presenten. Además, el desarrollar destrezas sociales a las personas con discapacidades, influye también en la adquisición de destrezas para el cuidado personal (ya que la enseñanza de las mismas precisa de cooperación). Y dado que la comunicación es parte inherente de la socialización, el desarrollo de destrezas de lenguaje receptivo y la utilización de expresiones sencillas de tipo verbal, gestual o signado constituyen componentes fundamentales de todas las unidades.

1.4.12. Mapas 3D

Un síntoma común asociado con pacientes con deficiencia cognitiva es una pérdida parcial o total de la cognición espacial, la cual se compone de procesos cognitivos que incluyen reconocimiento de hitos o búsqueda de caminos, percepción de profundidad, navegación y orientación (Reese, 2016).

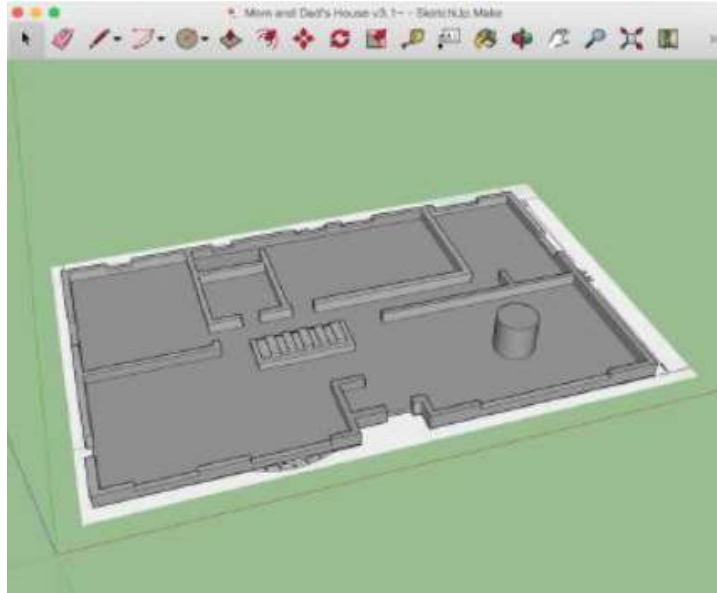
Lo anterior ha dado pie que distintos autores investiguen nuevos métodos cartográficos que puedan tener la capacidad de minimizar los efectos de la pérdida de la cognición espacial en los pacientes. Reese en el 2016 dedicó su seminario al desarrollo de mapas 3D para ayudar a personas que padecen de la enfermedad de Alzheimer (EA).

Además, Reese (2016) menciona a Passini et al., los cuales realizaron investigaciones similares a otras tareas de búsqueda de caminos realizadas en pacientes con EA, además, de analizar como la búsqueda de caminos afecta a la calidad de vida de una persona. En la investigación de Passini et al. se tomó nota del fenómeno llamado “puesta del sol”, una de las características principales es el desvío sin rumbo, así como una dificultad más pronunciada en la búsqueda de caminos, por lo que, los mapas 3D ayudarían con la anomalía.

A continuación, se presentan propuestas de mapas 3D, basados en el plano de una casa diseñada y construida en el siglo XX. (Figura 32 y 33)

Figura 32

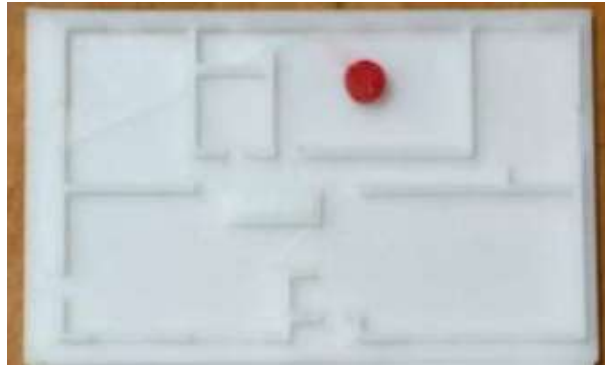
Propuesta para indicar “Usted está aquí”



Nota: Plano de una casa con un punto de referencia, el cual indica donde se encuentra el individuo. Tomado de *Potentials of 3D map printing for individuals with Alzheimer's Disease* por Reese, 2016.

Figura 33

Modelo Impreso



Nota: Modelo impreso en 3D del plano de una casa con un punto de referencia, el cual indica donde se encuentra el individuo. Tomado de *Potentials of 3D map printing for individuals with Alzheimer's Disease* por Reese, 2016.

Por otro lado, algunas de las destrezas que busca fomentar esta propuesta son:

1. Localizar lugares conocidos.
2. Localizar oficinas y salas concretas dentro de un edificio.
3. Utilizar un mapa como guía.

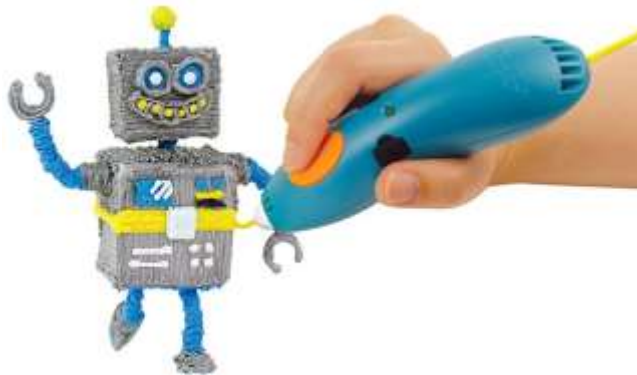
El cumplir estos objetivos le permite al usuario, mejorar destrezas aplicadas en la comunidad (más específicamente en el área de movilización y viajes), ya que, como nos comentan Gilman et al. (2002) el aprender tales destrezas, son necesarias para poder desenvolverse con seguridad e independencia dentro de los entornos de su pueblo o ciudad, desde el vecindario en el que se vive hasta lugares más alejados que requieren el uso de medios de transporte.

1.4.13. Escultura con Lápiz 3D

La siguiente propuesta está basada en la realización de esculturas mediante el lápiz 3Doodler Star (Figura 34), donde el lápiz 3Doodler Star es una pluma de impresión 3D a mano, ideal para cualquiera que comience con la impresión 3D y los lápices 3D. Emplea un filamento llamado “Ego Plastic”. “Es biodegradable y requiere una temperatura de extrusión mucho más baja que los filamentos tradicionales como el PLA o el ABS”. (Contreras, 2020)

Figura 34

Lapiz 3Doodler Star



Nota: Ilustración del lápiz 3D recomendado por los autores. Tomado de *Top 15 de lápices 3D para niños, aficionados y artistas* por Contreras, 2020.

La propuesta está pensada en que el compromiso con las artes ofrece una oportunidad para que la imaginación de las personas se convierta en expresiones creativas, emocionales e intelectuales. Además, se debe tener en cuenta que hay estudios basados en la evidencia que muestran cómo diferentes tipos de procesos artísticos muestran impactos positivos en la salud y el bienestar (Chauhan, 2018).

Como bien es sabido, la deficiencia cognitiva es una condición que tiene un gran impacto en el pensamiento, la comunicación, el comportamiento, el juicio y la capacidad de realizar ciertas tareas que también pueden causar dificultades viso-perceptivas.

Chauhan (2018) nos comenta los diferentes proyectos, que se encuentran basados en la idea de que el arte causa un gran impacto en los adultos mayores que padecen algún tipo de deficiencia cognitiva, algunos de los proyectos comentados en el artículo son:

1. Meet me at MoMA (NY, 2007-2014): Su objetivo de hacer que los programas relacionados con el arte y el arte sean accesibles para las personas con demencia y sus cuidadores.
2. Dulwich Picture Gallery y Nottingham Contemporary (2014): Su objetivo era demostrar el impacto positivo del arte en la calidad de vida y un aumento en las interacciones sociales con los participantes y cuidadores del grupo. El estudio confirmó la aceptación de los participantes de nuevas habilidades y conocimientos, niveles mejorados de compromiso cognitivo en ambas actividades, junto con la reminiscencia y la mejora de la memoria.
3. Dementia and sculpturemaking: Exploring artistic responses of people with dementia base de nuestra propuesta Terapia de Esculturas, en el artículo se nos habla del estudio realizado por Learning Lab, Beaney House of Art and Knowledge en Canterbury, desde noviembre de 2015 hasta mayo de 2016, y el cual exploró una gama dinámica de procesos de fabricación de esculturas, tales como: galería de visitas y manejo de objetos, hacer escultura utilizando arcilla, realización de esculturas en papel maché, realización de esculturas utilizando la pluma 3Doodler, realización de esculturas virtuales utilizando tableta Android, realización de esculturas digitales.

Chauhan (2018) comenta que un hallazgo interesante de la sesión del lápiz 3Doodler fue que todos los participantes lo tomaron como un desafío y nadie se negó a intentarlo, además, queda destacar que todos lograron crear sus esculturas sobre diferentes temas, ya que, se obtuvieron esculturas de mascotas, familiares y escenas náuticas (Figura 35).

Figura 35

Realización de esculturas con el 3Doodler



Nota: Participantes del estudio de Chauhan realizando estructuras con lápices 3D. Tomado de *Dementia and sculpture-making: Exploring artistic responses of people with dementia* por Chauhan, 2018.

De igual manera, Chauhan (2018) explica al finalizar su artículo que el estudio evidencia una mejora en diferentes campos de los pacientes, tales como:

1. Ideas e imaginación.
2. Materialidad.
3. Compromiso con el proceso.
4. Reminiscencia.
5. Autoconocimiento.
6. Bienestar personal.
7. Cocreación.

Por lo que, la lista anterior serán destrezas para desarrollar en los pacientes del HP, además, de las destrezas descritas por Gilman et al. (2002):

- A. Participar en actividades de grupo.
- B. Completar un modelo en miniatura o un puzzle.
- C. Realizar actividades tranquilas en solitario.

Gilman et al. (2002) explican que, tener acceso a nuevas actividades y animar a elegir y desarrollar aquellas que el paciente prefiera (en esta propuesta sería el objeto a dibujar/imprimir) ponen en juego diversos niveles de destreza, temas y gustos, todo esto ayuda a la selección de objetivos que se correspondan con las preferencias de los pacientes, lo que posibilita el desarrollo de destrezas motrices de los pacientes de acuerdo a la dificultad del objeto elegido (se debe pensar en el movimiento de muñeca-mano).

1.4.14. Centro Virtual de Teleasistencia

Este centro virtual desarrolló una herramienta que diagnostica en línea y rehabilitación neuropsicológica (no activa actualmente). La finalidad de la herramienta es que el usuario y sus familiares/cuidadores, desde la comodidad de su casa (Figura 36), realice actividades como tratamiento, comunicación, formación, gestión e investigación, todo esto a través de sus televisores inteligentes y la adaptación de dispositivos móviles adicionales (multidispositivo). (Arroyo-Anlló et al., 2012)

Materiales necesarios para esta herramienta: Smart TV, acceso a internet, dispositivos adicionales de interacción y selección (joystick, controles, dispositivos de sonido)

Figura 36

Centro virtual de Teleasistencia



Nota: Usuario realizando el test virtual. Tomada de Agencia Iberoamericana para la difusión para la ciencia y la tecnología.

1.5. Definición del Problema

El Hospital Nacional Psiquiátrico Manuel Antonio Chapuí y Torres fue fundado el 4 de mayo de 1890, después de más de 20 de años de discusión sobre temas referentes a la demencia. En ese momento era el único hospital en Centro América con esas características, tuvo que pasar 128 años para que se fundara el Centro de Atención para Personas con Deterioro Cognitivo (CID) un 18 de febrero de 2018, dirigido a personas con diagnósticos afines a síndromes demenciales, deterioro neurocognitivo y trastornos neuroconductuales, el plan piloto inició con 11 adultos mayores con diferentes tipos de demencia.

En la actualidad, se atienden 20 adultos en el CID, los cuales se distribuyen en dos grupos (turno de la mañana y turno de la tarde), de diez personas cada grupo. Deben cumplir un tiempo de rehabilitación equivalente a doscientas horas en total, una vez cumplido este tiempo, al paciente se le da de alta, manteniendo únicamente sus citas de rutina, medicación, entre otras atenciones.

Cabe aclarar que, ambas sesiones tienen una duración de cuatro horas aproximadamente. De igual manera, cuentan con una rutina estricta, empezando siempre con la estimulación espaciotemporal involucrándolos en una conversación en conjunto, realizando preguntas de rutina

(nombre completo, fecha, edad, si saben en dónde están, por qué están ahí, y cómo se sienten física y emocionalmente). Después, se procede a realizar una pequeña conversación acerca de alguna situación de interés nacional o mundial (noticias más importantes del día o la semana). Luego, se procede a realizar estimulación física en los pacientes con algún objetivo específico (equilibrio, capacidad prensil, agilidad, coordinación, fortalecimiento muscular, etc.). Al finalizar esta estimulación se procede a realizar alguna actividad que implique a los pacientes aprender algo, o reforzar algún conocimiento (aseo personal, cuidados y actividades del hogar, manualidades, uso de laboratorio de máquinas, proyector interactivo, juegos, colorear, etc.); y es en este punto donde se pretende utilizar las herramientas desarrolladas en este trabajo. Finalizan las sesiones con espacio para merienda y que los pacientes compartan entre ellos.

Dicho centro no cuenta con el recurso económico, ni conocimiento tecnológico para afrontar estas nuevas terapias no farmacológicas, esto no quiere decir que el hospital no posea herramientas para los tratamientos contra el avance del deterioro cognitivo de sus pacientes, ya que, los encargados del área desarrollan herramientas físicas de forma artesanal como apoyo en las sesiones de terapia (Figura 37), además, utilizan dispositivos tecnológicos, cuyo fin principal no se centra en la estimulación de pacientes con deterioro cognitivo, tales como; Nintendo Wii, robot a control remoto, pruebas con realidad virtual, proyector interactivo, entre otros dispositivos adecuándolos a las necesidades de los pacientes.

Figura 37
Herramientas utilizadas en el hospital



Nota: Herramienta desarrollada por los terapeutas del CID

Ante este contexto, el problema principal que enfrenta el CID es la carencia de recursos económicos, la disponibilidad de tecnologías apropiadas y la falta de aplicaciones que se ajusten a los requerimientos y necesidades de esta población.

Esta investigación permite atender y contribuir con la generación de estrategias tecnológicas que apoyen a una población creciente en nuestro país, la cual se encuentra en una posición de vulnerabilidad innegable, y que en los próximos años se espera un aumento de esta.

1.6. Delimitación del Problema

En 1990 en la ciudad de Caracas, Venezuela, la Organización Mundial de la Salud (OMS), establece una Declaración para la garantía y el ejercicio de los Derechos particulares de las personas con enfermedad mental. Esta Declaración promueve “la independencia y autonomía de las personas con enfermedad mental que se consideraba que encontraban separadas de la sociedad a través de asilos o manicomios” (Caja Costarricense del Seguro Social [CCSS], 2020).

La CCSS (2020) detalla que en 1991 el hospital contaba con 1140 camas habilitadas para internamientos y una población de 864 personas internadas (421 hombres y 443 mujeres), una gran parte de esta población residía de forma permanente en este hospital. Tras la convención de esta declaración, el hospital tomó la decisión de reinventarse durante los próximos 30 años y realizar cambios significativos a nivel de procedimientos y metodologías de atención, enfocando sus procesos y tratamientos hacia la rehabilitación y posteriormente la reinserción de esta población a la sociedad. Uno de los primeros cambios fue clasificar y separar la población, para poder atenderlas de acuerdo con su nivel de funcionamiento y sus necesidades. También los internamientos se transformaron en internamientos de larga y corta estancia, las cuales se recomendaban según las necesidades del paciente.

En el año 2018, se cierra definitivamente el área asilar del hospital, y el número de camas disponibles para internamientos se reduce a 555, y utilizándose únicamente para pacientes con condiciones muy agudas, desde adolescentes hasta adultos mayores.

Actualmente el Hospital Nacional Psiquiátrico es considerado un centro de alta especialización en Psiquiatría, teniendo un papel trascendental en el Sistema Nacional de Salud

para el manejo de situaciones de alta complejidad que requieren de períodos de internamiento variados según el tipo de patología que presenta el paciente.

Adicional a todos estos cambios el hospital “crea diferentes clínicas especializadas en el manejo de la Patología Dual, Psicosis Refractaria, Psicosis por primera vez, Manejo de Síndromes Demenciales y Autismo”, (CCSS, 2020) para así poder atender a los pacientes según sus características y necesidades, apoyando con programas de rehabilitación.

Por otra parte, el hospital ha desarrollado un componente de Psiquiatría Comunitaria, con el fin de divulgar información, eliminar mitos sobre las personas neuro diversas, formar a profesionales de diferentes áreas, como profesores, cuidadores, empleadores, personal de salud no especializados en esta área, entre otros, con el fin de abarcar una buena parte de la población y así facilitar la reincorporación de los pacientes a la sociedad de manera segura, equitativa y sabiendo responder a las necesidades de esta población de manera adecuada.

Este seminario se enfocó en apoyar específicamente a la clínica encargada del manejo de síndrome demenciales mencionada anteriormente, el CID, creando prototipos que se ajusten a las necesidades y características de los pacientes. Es decir, de manipulación sencilla, que no requirieran periodos extensos de uso y que involucren materiales de bajo costo.

Dados estas características solicitadas por el hospital, se tomó la decisión de no diseñar herramientas que involucren el uso de tecnologías de impresión 3D y realidad virtual. Originalmente se pretendía general cuatro prototipos independientes, sin embargo, por las características de dos de las cuatro herramientas, se decidió fusionarlas, por lo que el producto final consiste en tres prototipos, Ubícalo & Ármalo es el resultado de esta fusión.

Para el diseño de los prototipos se utilizaron el software Processing, reacTIVision (fiduciales) y Blender Game, los cuales se eligieron ya que eran conocidos previamente y se ajustaban adecuadamente al diseño de herramientas con las características solicitadas.

1.7. Objetivos del seminario

Objetivo general del seminario

Desarrollar una propuesta con estrategias tecnológicas que contribuyan a disminuir el deterioro cognitivo en pacientes con ciertos niveles de demencia.

Objetivos Específicos

1. Crear un documento que muestre un abanico de opciones que la tecnología podría ofrecer a estas nuevas terapias no farmacológicas.
2. Caracterizar aplicaciones que contribuyan a disminuir el deterioro cognitivo en pacientes con ciertos niveles de demencia.
3. Desarrollar prototipos que contribuyan a disminuir el deterioro cognitivo en pacientes con ciertos niveles de demencia.
4. Redactar al menos dos artículos científicos que reflejan el trabajo realizado en el seminario.

2. Metodología

En la búsqueda del cumplimiento de los objetivos, la metodología se dividió en cuatro áreas de interés, con fin de facilitar la investigación y unificar toda la información. Las cuatro etapas se enumeran a continuación:

1. Sensibilización.
2. Identificación de los requerimientos.
3. Identificación de tecnologías.
4. Desarrollo de prototipos.

La etapa de sensibilización consistió en entender a la población, es decir, conocer las características y sus necesidades. A partir de lo anterior se trabajó en la segunda área denominada, identificación de requerimientos la cual permitió formalización de los aspectos necesarios a desarrollar en los prototipos. Una vez teniendo claro el panorama de las habilidades se procedió a la etapa de identificación de tecnologías, cuya función fue investigar sobre diferentes herramientas para así identificar y seleccionar los softwares que permitieron cumplir con los requerimientos, dando así paso a la última fase, el desarrollo de los prototipos.

2.1. Sensibilización

En esta primera etapa se realizaron una serie de reuniones y capacitaciones para generar una sensibilización en los investigadores sobre la población adulto mayor y el deterioro cognitivo asociado a demencias, además de una sensibilización de las necesidades educativas que se presentan en los adultos mayores, jóvenes y adolescentes.

Al ser necesario conocer la realidad del país con respecto al tema de demencia, se realizó una primera reunión el 28 de junio de 2018 en el Hospital Nacional Psiquiátrico Manuel Antonio Chapuí y Torres (Figura 38), guiada por el especialista en geriatría y deterioro cognitivo, MSc. Alexis Cruz Alvarenga el cual brindó un pequeño recorrido a las instalaciones del Hospital, en específico en el Centro de atención Integral para personas con Deterioro cognitivo CID. En esta reunión se identificó el equipo tecnológico disponible en el hospital, así como el reconocimiento de las necesidades de esta población y su ambiente de trabajo.

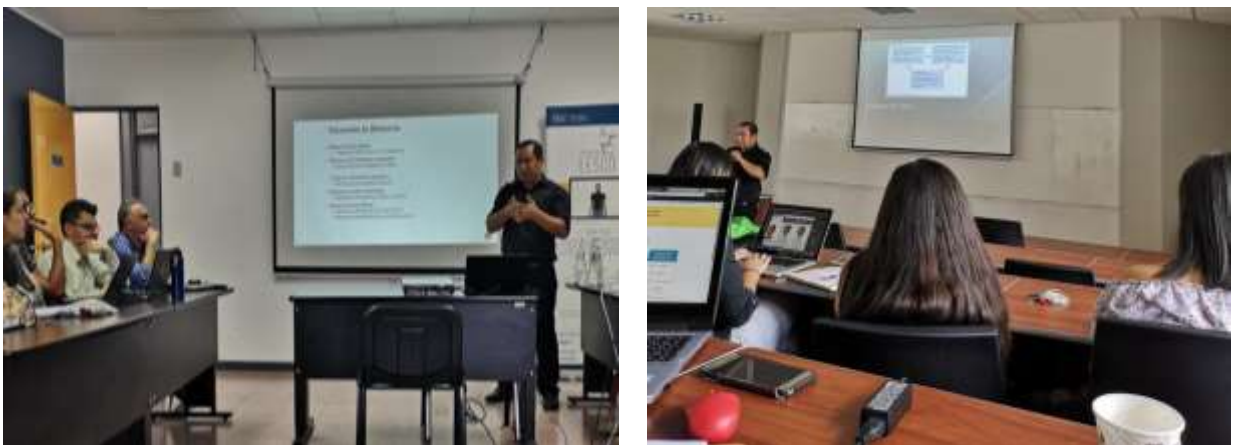
Figura 38
Visita al Hospital Psiquiátrico



Nota: Explicación sobre la dinámica de trabajo en el CID.

Se participó en un taller que tuvo una duración de 2 días, este se llevó a cabo los días 13 y 14 de agosto de 2018, cuyo objetivo consistió en contextualizar la problemática y aclarar términos relacionados a la demencia y el autismo, estadísticas y necesidades de la población, dicho taller fue impartido en el Tecnológico de Costa Rica (Figura 39).

Figura 39
Participación en taller sobre demencias y autismo



Nota: exposición por parte de MSc. Alexis Cruz Alvarenga en el taller, donde explica sobre las diferentes demencias y deterioro cognitivo.

Como parte de la búsqueda de nuevas herramientas que ayuden a pacientes con deterioro cognitivo se participó en la conferencia “Personas adultas mayores y tecnología: alternativas para implementar intervenciones que promuevan procesos de envejecimiento saludable” impartida por la Dra. María Dolores Castro Rojas, psicóloga graduada del Departamento de Comunicación y Psicología, Universidad de Aalborg, Dinamarca, dicha conferencia se realizó el día 16 de octubre de 2018, en el edificio de ciencias sociales de la Universidad de Costa Rica (Figura 40).

Figura 40

Conferencia: Personas adultas mayores y tecnología

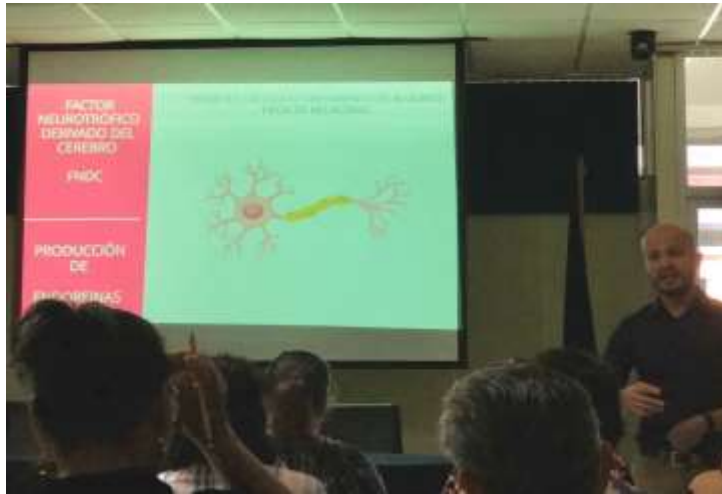


Nota: Doctora María Dolores Castro en su presentación sobre adultos mayores y tecnología.

Por último, la fundación costarricense para la atención a personas adultas mayores con Alzheimer y otras demencias, en conjunto con el Instituto Tecnológico de Costa Rica, organizó una charla el 8 de marzo de 2019, llamada “Terapias no farmacológicas: Importancia del ejercicio en la prevención del deterioro cognitivo. Terapia ocupacional enfocada en el uso positivo y efectivo de la independencia en el desempeño de las actividades de la vida diaria” (Figura 41).

Figura 41

Charla sobre terapias no farmacológicas.



Nota: Presentación sobre terapias no farmacológicas en la prevención del deterioro cognitivo.

2.2. Identificación de Requerimientos

Como se mencionó anteriormente, a partir de la etapa de sensibilización se establecieron reuniones con las que se logró identificar los aspectos necesarios para desarrollar los prototipos. y además se estableció un proceso continuo de retroalimentación con los especialistas del área de tecnología y el deterioro cognitivo.

Una de estas reuniones se realizó el 5 de febrero de 2019 por parte de los estudiantes del seminario en conjunto con Dr. Jorge Monge Fallas y Dr. Franklin Hernández Castro, los cuales son profesores del Instituto Tecnológico de Costa Rica, además en la reunión participó MSc. Alexis Cruz Alvarenga (Figura 42), se brindó un abanico de opciones tecnológicas para terapias no farmacológicas como tratamiento alternativo para el DC. En esta misma reunión se expuso un abanico de herramientas físicas y tecnológicas que apoyan a los procesos de enseñanza - aprendizaje para estudiantes con NEE.

Figura 42
Reunión Virtual



Nota: Reunión para la exposición de un abanico de herramientas.

A partir de las visitas al Hospital Nacional Psiquiátrico Manuel Antonio Chapuí y Torres y reuniones con el MSc. Alexis Cruz Alvarenga se contextualizaron las necesidades del CID y sus pacientes, por lo que se definen requerimientos que deben cumplir los prototipos a nivel terapéutico, estético y de usabilidad.

Por las características de los usuarios, los prototipos debían cumplir ciertos requisitos estéticos y de usabilidad, tales como el uso de colores primarios, pasteles, sólidos, no brillantes, texturas simples, patrones sencillos, movimientos continuos y pausados, sonidos suaves para la retroalimentación, imágenes claras que destaquen la figura principal, iluminación, uso adecuado de sombras y luces, de modo que dé la percepción de profundidad y ubicación, dinamismo, atractiva a los usuarios, uso de pocos botones y marcadores que faciliten la manipulación.

En la siguiente lista se detallan los requerimientos terapéuticos que debían cumplir los prototipos:

1. Crear actividades que contengan estímulos visuales claros y específicos de una situación que ayuden al usuario a ubicarse y a comprender el contexto del entorno.
2. La creación de campos semánticos mediante estímulos auditivos.
3. Planear actividades que estimulen la percepción visual y a partir de esto ejecutar movimientos o calcular tamaños, formas, distancias, etc.

4. Debe incluir estímulos visuales y auditivos que haga entender al usuario si está desarrollando una tarea de manera adecuada o no.
5. Actividades que no requieran periodos de atención muy largos.
6. Se requiera alternar las tareas de modo que, a pesar de que haya variaciones en el estímulo, el usuario comprenda que se le solicita realizar una misma acción.
7. Se requiere que los prototipos estimulen en el paciente los conocimientos previos procedimentales y que le permitan reaccionar ante los estímulos.
8. Es importante que los prototipos permitan a los pacientes categorizar la información.
9. Es indispensable que los usuarios puedan actuar de manera adecuada a los estímulos visuales, respondiendo con movimientos.
10. Se requiere que el usuario realice tareas utilizando el método de la resolución de problemas (planificación, ejecución y análisis de resultados).
11. Actividades basadas en aprendizajes, cuya metodología sea de prueba y error.
12. Utilizar los conocimientos previos y los estímulos del ambiente para resolver un problema o una situación, relacionándolo con situaciones anteriores.
13. Los prototipos deben incluir imágenes, texturas, colores adecuados que faciliten la caracterización semántica y la funcionalidad el objeto.
14. Desarrollar actividades que estimulen en el paciente la necesidad de plantear una estrategia y lograr ejecutarla para resolver una situación.
15. Actividades que requieran interacción del usuario con el prototipo y con su cuidador u otros usuarios.
16. Utilizar imágenes que resalten aspectos característicos de un objeto de modo que se le facilite al usuario identificarlo.
17. Plantear actividades que se apoyen en los campos semánticos del usuario, con el fin de maximizar la estimulación (por ejemplo, el recuerdo de una mascota).

A partir de los requerimientos ya planteados se procura que los prototipos cumplan con la mayor cantidad posible de características para así asegurar un uso óptimo de las herramientas y procurar un ambiente de estimulación apropiado.

2.3. Identificación de Tecnologías

Para cumplir con el objetivo de desarrollar aplicaciones o herramientas digitales como terapias alternativas no farmacológicas en el tratamiento de personas con demencias, se desarrolla una amplia investigación en diferentes tipos de aplicaciones ya existentes con el objetivo de estimular en personas con deterioro cognitivo. A partir de estas herramientas se seleccionan algunas, con el objetivo de replicar en cierta medida su uso y objetivos. Inicialmente se tomó la decisión de utilizar Processing, un lenguaje de programación y entorno de desarrollo integrado, de características similares a Java. Se escogió debido a que era un lenguaje de programación ya conocido por los integrantes del seminario y además sus características permitían el desarrollo de aplicaciones con las características de interacción, dinamismo e interfaz que se buscaban generar.

Durante este proceso se mantuvieron reuniones con especialistas en el uso de software de desarrollo de la escuela de Diseño Industrial del Tecnológico, el Ing. David Segura Solís y el Dr. Franklin Hernández Castro, como apoyo para la elaboración de un código eficiente y consejos sobre la interfaz para tener un ambiente virtual de calidad. Todo esto bajo las recomendaciones del especialista en geriatría y deterioro cognitivo, MSc. Alexis Cruz Alvarenga.

El 6 de marzo de 2019, se mantuvo una reunión con el Dr. Franklin Hernández Castro para apoyar en problemas de desarrollo del código con Processing. De este proceso se presentan serias dificultades con el desarrollo de dos de las cuatro aplicaciones en las que se trabajó, por lo que se tomó la decisión, por recomendación del Dr. Jorge Monge Fallas, de cambiar el software de desarrollo Processing por Blender. Este software no era totalmente ajeno. Permite la creación de entornos virtuales más complejos de manera más práctica y simple, posee características específicas para el desarrollo de aplicaciones, juegos, cortometrajes, etc. Explorando Blender se obtuvieron resultados más cercanos a lo que se buscaba desarrollar, además de la practicidad de la programación utilizando el ambiente Blender Game y la buena calidad y posibilidad de plasticidad de la interfaz. Por lo que dos de las aplicaciones se desarrollaron utilizando Blender Game (Figura 43).

Figura 43

Blender Game

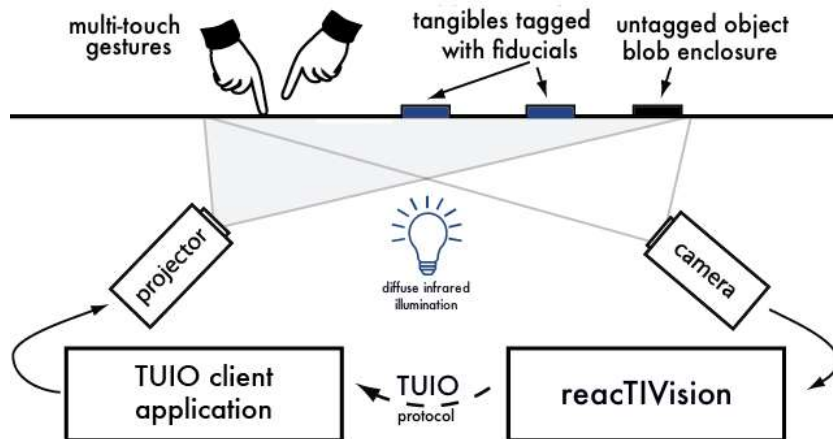


Nota: Ambiente inicial de Blender Game Logic.

Los otros dos prototipos fueron realizados por medio de Processing que permitió la programación de la interfaz, además, el software reactIVision cumple la función de activar la cámara del dispositivo en el cual está instalado el prototipo, realiza la lectura de los fiduciales y permite la interacción de estos con TUIO, biblioteca de Processing.

Figura 44

Arquitectura



Nota: Arquitectura base para el uso del software reactIVision y la biblioteca TUIO de Processing. Tomada de reactIVision.

Para el óptimo funcionamiento de los softwares mencionados en el párrafo anterior, el creador de reactIVision, sugiere la utilización de una superficie transparente donde se ubicarían los fiduciales o el multi-touch para facilitar su uso, ya que, un proyector y una cámara estarían en la parte inferior de la superficie, dando luz y registrando los movimientos realizados (Figura 44). Se debe aclarar que se recomienda que los fiduciales se encuentren impresos en una base de un objeto, ya sea un cubo o cilindro, para ayudar al agarre y desplazamiento sobre la superficie transparente.

Cabe destacar la importancia de los fiduciales en los prototipos, ya que como se comentó en la sección 1.1.1. permiten la conexión entre el mundo real y el mundo virtual con los patrones que poseen, lo que ratificó la creación de prototipos en RA. Además, al poseer reactIVision una biblioteca de más de 100 patrones de fiducial, habilitó la posibilidad de actividades con múltiples fiduciales para el óptimo cumplimiento de los requerimientos mencionados en la sección 2.2.

2.4. Desarrollo de los Prototipos

Uno de los objetivos que se buscaba alcanzar en este trabajo, era poder caracterizar las aplicaciones que son factibles de desarrollar y contribuyan a disminuir el deterioro cognitivo en pacientes con ciertos niveles de demencia. En esta sección se explica el proceso de desarrollo que se llevó a cabo para obtener cada uno de los prototipos, teniendo en cuenta que cada una de las modificaciones del prototipo se realizaron en función de cumplir con algunos de los requerimientos identificados en la sección 2.2.

Después de las etapas de sensibilización, identificación de requerimientos e identificación de tecnologías, se desarrollaron las primeras propuestas de los prototipos en sus respectivas tecnologías. En esta etapa se dieron una serie de reuniones con el fin de retroalimentar el proceso e ir moldeando hasta obtener el prototipo final cumpliendo requerimientos específicos para cada uno, que se detallan a continuación.

2.4.1. Ubícalo & Ármalo

La aplicación Smartkuber comentada en la sección 1.4.7. se tomó como idea base del prototipo Ubícalo & Ármalo. La principal razón fue porque encuentra la unión del mundo real y el digital, lo anterior, es posible gracias al uso de la tecnología de Realidad Aumentada para guiar

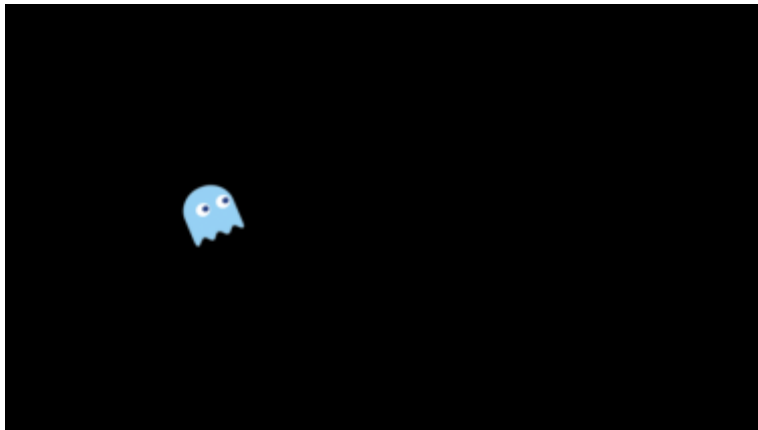
al usuario a través del juego e identificar el contenido del set cubos. Aunque, Ubícalo & Ármalo utiliza la realidad aumentada, no se hace de la misma manera, ya que Smartkuber usa la tableta como salida y este prototipo usa la proyección sobre una superficie.

La segunda razón fue que permite la manipulación de objetos reales, es decir, los cubos, ya que el maniobrar objetos favorece en el desarrollo de la habilidad motora fina.

A partir de estas razones se diseñó un prototipo donde su objetivo era poder ubicar correctamente la imagen principal en la esquina que se le indicaba al usuario, sin embargo, al presentar el primer avance (Figura 45) el asesor solicitó el cambio del color de fondo por colores pasteles ya que estos mejoran la atención del usuario, además delimitar el espacio donde se debe ubicar la imagen asociada al fiducial, esto para ayudar al usuario a ubicarse y desplazarse adecuadamente en la interfaz del prototipo, pidió agregar una retroalimentación visual que consistió en cambiar el color del espacio delimitado como punto de llegada, para que el usuario identificara si realizó correctamente o no el nivel. Como última observación, se solicitó separar en dos prototipos distintos, Ubícalo, un juego de posición y Ármalo un juego de rompecabezas, esto con el objetivo de tener más actividades para los usuarios.

Figura 45

Ubícalo & Ármalo



Nota: Primer avance del prototipo.

2.4.1.1. Ubícalo

Este prototipo fue desarrollado por María Elena Villalobos Acosta, por medio del software Processing (vers. 3.5.3) y reacTIVision (vers. 1.5.1), el prototipo tiene de entrada el fiducial que está asociado a la imagen principal, y de salida la proyección en una superficie, similar a como se explicó en el apartado 2.3.

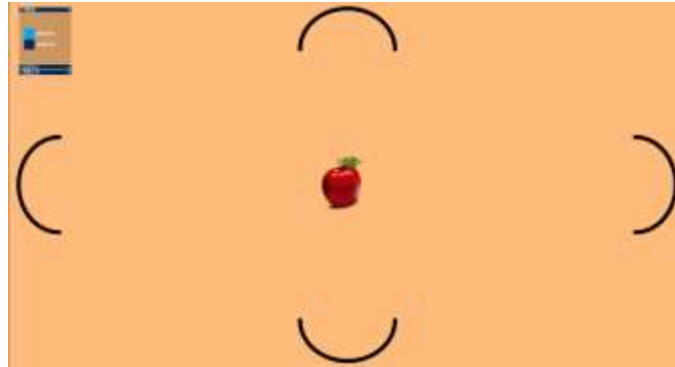
Ubícalo es un juego de posición que consta de dos actividades: en una de ellas el cuidador le indica al jugador a donde debe desplazar la imagen principal y en la otra el usuario debe observar las características de la imagen principal y asociarlo con una de las cuatro opciones que se le presentan. Para que el usuario se movilice a través de la interfaz tiene que usar un fiducial que se encuentra impreso en una de las caras de un cubo, el cual está sobre una superficie transparente, con el objetivo de desarrollar la motora fina y visoespacial del jugador.

Este tipo de actividades permite estimular en el paciente habilidades como: orientación, el mantenimiento de focos de atención, la estimulación visual y categorizar atributos de los objetos en el ambiente.

Atendiendo las observaciones dadas por el MSc. Alexis Cruz Alvarenga mencionadas en el apartado 2.4.1. se presentó como segunda modificación un juego donde al usuario se le enseña la imagen principal representada por objetos de la vida cotidiana, tales como, botellas, manzanas, naranjas; y el jugador debe de movilizar con el fiducial la imagen al espacio delimitado por el círculo indicado por el cuidador, si logra cumplir la instrucción, dicho círculo cambia de color, como se muestra en la figura 46.

Figura 46

Ubícalo



Nota: Segundo avance del prototipo.

Sin embargo, como parte del proceso de retroalimentación con los especialistas se solicitó el cambio de las áreas delimitadas por imágenes claras y sencillas, donde una de ellas pudiera asociarse con la imagen principal, por ejemplo, una manzana como imagen principal y una canasta con fruta como una de las ilustraciones de referencia (Figura 47). Este cambio se dio para asociar las imágenes mediante los campos semánticos.

Figura 47

Ubícalo



Nota: versión final aprobada por el asesor y el especialista.

El prototipo cuenta con un menú principal ubicado en la esquina superior izquierda, donde se puede elegir entre dos actividades: Parejas y Cajas (Figura 48). Ambos juegos constan de ilustraciones ubicadas en los bordes de la pantalla y la figura principal, la cual se desplaza por la interfaz de acuerdo con movimiento realizado por el paciente mediante el fiducial. (Figura 49)

Figura 48

Menú de Ubícalo

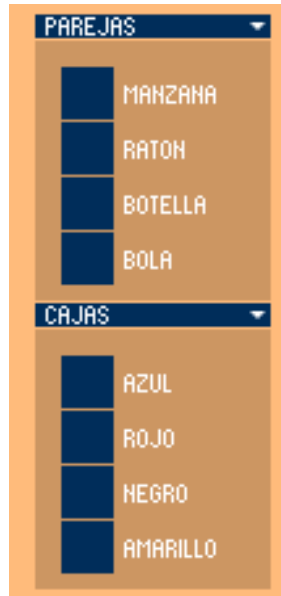


Figura 49

Interfaz Ubícalo



Nota: El número 1 indica el menú de Ubícalo, la imagen principal está asociada al número 2 y los números 3 señalan las ilustraciones ubicadas en los bordes de la pantalla.

La diversidad de juegos surge a partir de la recomendación del MSc. Alexis Cruz Alvarenga y la necesidad de actividades variadas para el estímulo neuronal de los usuarios al presentar actividades semejantes, pero con diferencias notables.

La principal diferencia entre ambas actividades radica en el nivel de dificultad, ya que, en la actividad Parejas necesita de la interpretación semántica del usuario para poder cumplir el objetivo, mientras, en la actividad Cajas recibe indicaciones y guía del cuidador. Lo anterior, estimula habilidades como la categorización de la información para la interpretación, coordinación ojo-mano, sintetizar la información del ambiente (estímulos visuales).

Si el jugador logra completar el objetivo recibirá una imagen de aprobación (Figura 50) y además el sonido de campanas, por otro lado, si el usuario no logra asociar con la imagen correcta aparece un estímulo visual negativo (Figura 50) y un sonido de bocina.

Figura 50

Estímulos visuales



Nota: A la izquierda es el estímulo visual positivo y a la derecha es el estímulo visual negativo.

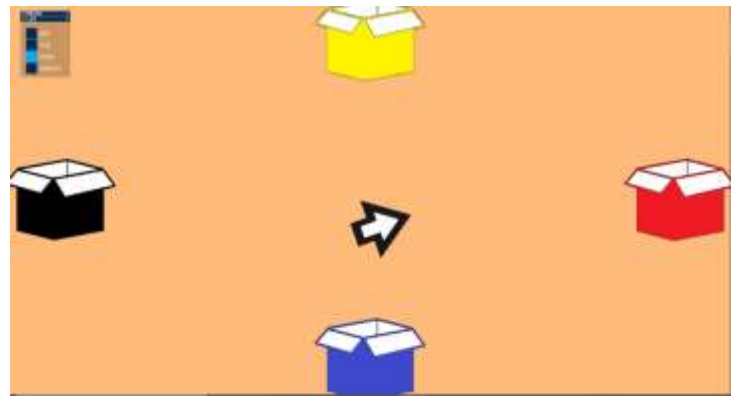
A continuación, se presentan dos guiones gráficos, donde se explica el funcionamiento de Ubícalo desde la vista del usuario, el primero describe la actividad Cajas y el segundo el juego Parejas:

1.



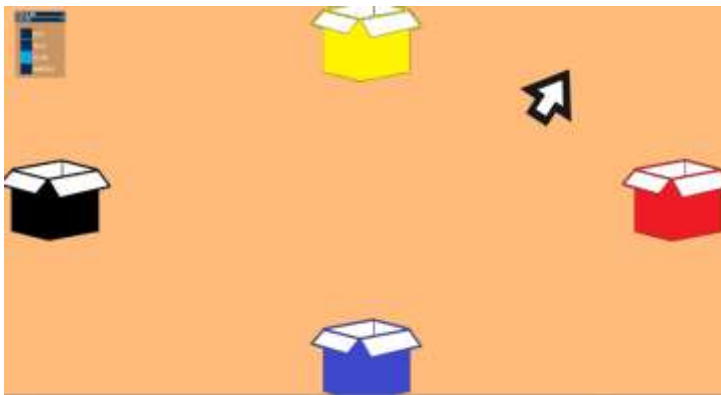
Pantalla inicial de Ubícalo, en la esquina superior izquierda se encuentra el menú y en la esquina inferior derecha se observa la figura principal (mano), la cual se desplaza por medio del fiducial asociado.

2.



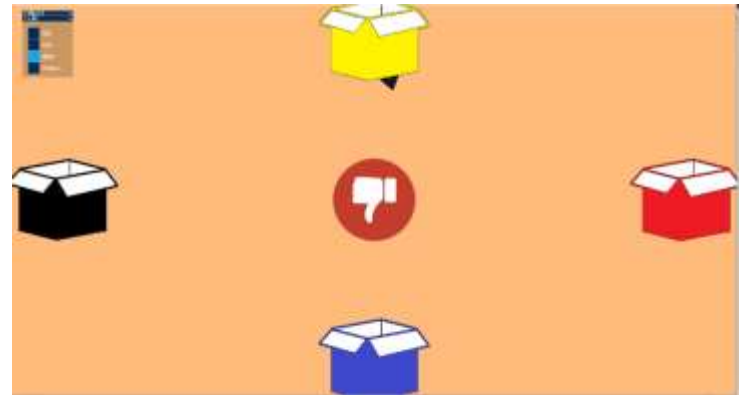
El cuidador escoge la opción Cajas (específicamente Negro), en la interfaz aparecen en los cuatro bordes de la pantalla cuatro cajas de distinto color y la figura principal cambia a una flecha. Él debe indicarle al usuario a que caja ubicar la flecha.

3.



El usuario desplaza y rota la imagen principal para llegar al objetivo indicado por el cuidador.

4.



El jugador se ubica en la caja de color equivocado, por lo que le aparece en el centro de la pantalla un estímulo visual negativo y un sonido de bocina.

5.



El jugador se ubica correctamente en la caja indicada por el cuidador, por lo que le aparece en el centro de la pantalla un estímulo visual positivo y un sonido de campanas.

1.


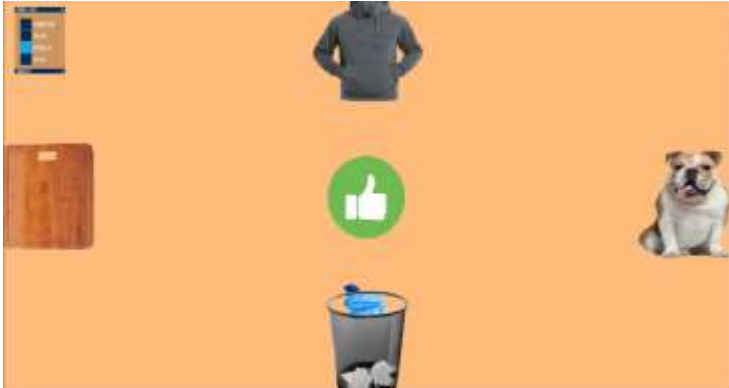


Pantalla inicial de Ubícalo, en la esquina superior izquierda se encuentra el menú y en la esquina inferior derecha se observa la figura principal (mano), la cual se desplaza por medio del fiducial asociado.

2.



El cuidador escoge la opción Parejas (específicamente Botella), en la interfaz aparecen en los cuatro bordes de la pantalla cuatro imágenes diferentes y la figura principal cambia a una botella usada y arrugada.

<p>3.</p> 	<p>4.</p> 
<p>El usuario desplaza y rota la imagen principal para llegar a la ilustración que se asocia apropiadamente con esta.</p>	<p>El jugador asocia y se ubica en la figura equivocada, por lo que le aparece en el centro de la pantalla un estímulo visual negativo y un sonido de bocina.</p>
<p>5.</p> 	
<p>El jugador asocia y ubica correctamente la imagen principal, por lo que le aparece en el centro de la pantalla un estímulo visual positivo y un sonido de campanas.</p>	

Las habilidades que estimula Ubícalo en los jugadores son: el sistema perceptivo gnóstico, dado que el paciente hace la categorización de la información para el procesamiento de esta, es decir, identifica si es un ratón o una manzana lo que está observando. De igual manera, activa la memoria procedimental, ya que, como lo explica el MSc. Alexis Cruz Alvarenga al ver una imagen determinada, por ejemplo el ratón, el usuario puede reaccionar con miedo en caso de fobias o

recuerdos negativos, en estos casos se aprecia una reacción motora ya sea de la mano, gestos faciales, impulso de correr, gritar, llorar, etc.

Las destrezas visomotoras, esto se da en el momento en el que la persona debe rotar la imagen principal a la dirección dada por el cuidador, otras capacidades fomentadas son la resolución de problemas, tareas puntuales, la ubicación espacio temporal, los estímulos auditivos y las habilidades sociales, dado que se presenta una interacción social con la persona que monitorea, al solicitar ayuda y plantear preguntas, como también en la canalización de emociones, al desarrollar la paciencia, perseverancia, manejo de la angustia y el dominio de la ira cuando mantiene la frustración controlada debido al nivel de dificultad de la aplicación y las diferentes tareas que debe desempeñar al mismo tiempo para poder alcanzar el objetivo.

Para finalizar, el prototipo estimula los periodos de atención sostenida, ya que al poseer diferentes imágenes permite desarrollarla, de igual manera aviva la atención alternante, dado que al tratarse esta atención de lo que puedo ver y cómo se orienta visualmente a partir de esa información, y de qué manera se interpretan los elementos que me rodean y asignarles una característica semántica, identificando la función que cumplen cada uno de los elementos en ese entorno. También, fomenta la función práxica ideatoria e ideomotora, pues las habilidades práxicas ideatorias consisten en planear movimientos, idear la acción que necesita realizar para alcanzar un objetivo y las habilidades práxicas ideomotoras consisten en planear los movimientos requeridos para realizar la acción planeada en la parte ideatoria. Es decir, la primera planea una acción y la otra planea todos los movimientos necesarios para ejecutar la tarea deseada, lo anterior está asociado a la coordinación entre ojo-mano-acción.

2.4.1.2. Ármalo

Este prototipo fue desarrollo por Stefannie Vargas Sancho, por medio del software Processing (vers. 3.5.3) y reacTIVision (vers. 1.5.1), el prototipo tiene de entrada los fiduciales que están asociados a las piezas del rompecabezas, y de salida la imagen proyectada en una superficie, similar a como se explicó en la sección 2.3.

Ármalo es un juego de rompecabezas el cual, mediante la ayuda de un proyector, se le muestra al usuario una imagen completa de lo que debe alcanzar con el movimiento de los fiduciales, estos marcadores se manipulan con sus propias manos. Es importante aclarar que la

posición inicial de los fiduciales debe estar fuera del alcance de la cámara, al mover los marcadores y colocarlos dentro del foco de lectura de códigos se desarma la imagen con posiciones aleatorias, lo que da inicio al juego.

Como se mencionó anteriormente, el juego del rompecabezas surge a partir de la recomendación de los especialistas del CID. Este tipo de actividades permite estimular en el paciente habilidades como: creación de campos semánticos, estimulación visual y la memoria.

Para un segundo avance se presentó un rompecabezas de seis piezas, que consistió en un paisaje costero de un faro (figura 51), dichas piezas tenían la forma tradicional de un rompecabezas, sin embargo, por recomendación, se modificaron a piezas con cortes rectos (figura 52).

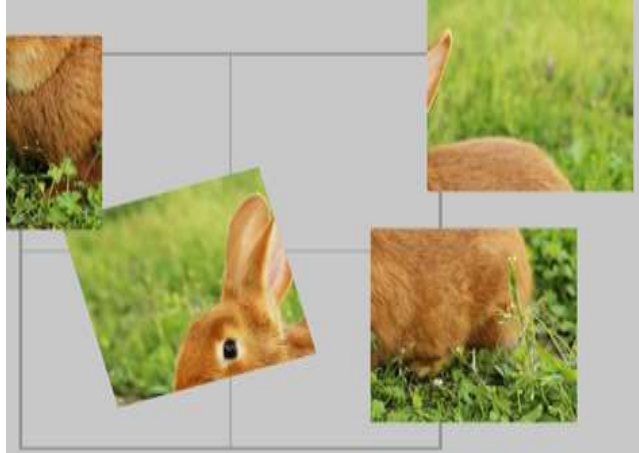
Figura 51

Primer rompecabezas



Figura 52

Rompecabezas con cortes rectos



En la siguiente revisión del prototipo, se sugiere modificar las imágenes con el fin de ayudar al proceso de reminiscencia en los pacientes, ya que inicialmente las imágenes fueron seleccionadas al azar (Figura 53), pero lo conveniente fue elegir imágenes que fueran claras, con pocos elementos distractores, con colores sólidos, donde resalte la figura principal del rompecabezas, además de buscar imágenes que tengan relación con paisajes y animales típicos costarricenses.

Figura 53

Versiones anteriores

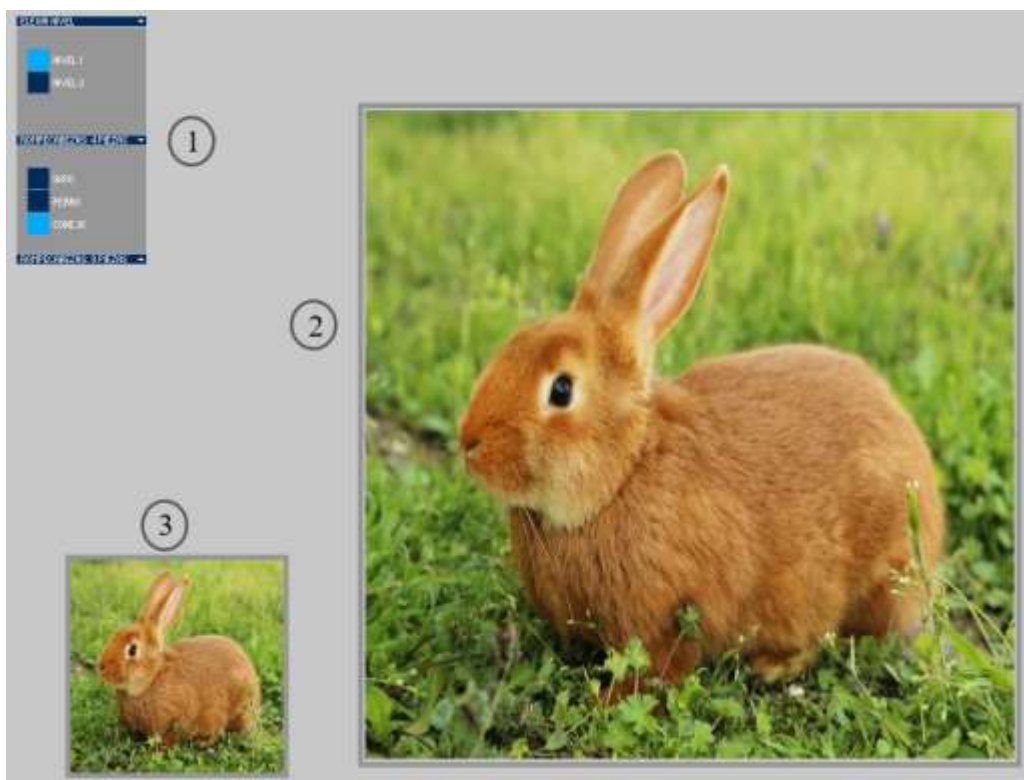


Nota: La imagen de la izquierda fue la seleccionada al azar, pero se sugiere cambiarla por un perro que no esté acostado, como en la imagen de la derecha.

El juego cuenta con un menú principal ubicado en la esquina superior izquierda, donde se puede elegir entre dos niveles, cada uno de ellos tiene la opción de elegir entre un rompecabezas de cuatro o de nueve piezas. Los rompecabezas de cuatro piezas son de ilustraciones de animales, como: gato, conejo o perro, y los de nueve piezas son sobre paisajes, casas o iglesias tradicionales (Figura 54).

Figura 54

Ármalo

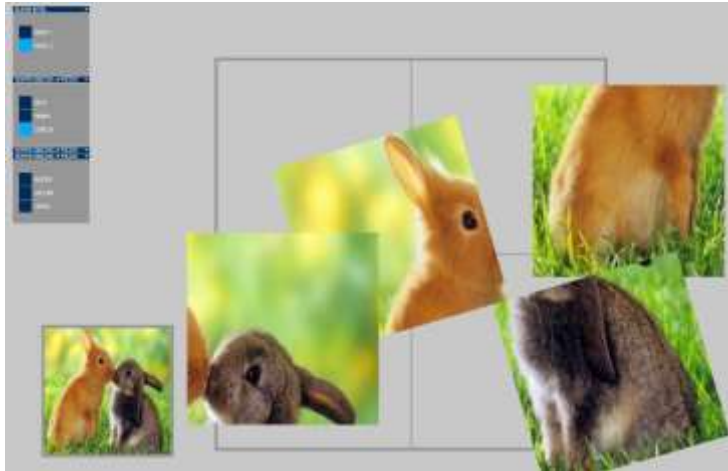


Nota: El número 1 indica el menú, el rompecabezas armado se representa con el número 2 y la imagen guía que sirve de guía es el número 3.

Además, la interfaz cuenta con una imagen fija, que realiza la función de guiar al usuario durante el proceso de armado, por otro lado, en la figura 55 se observa un marco de referencia, de un tono sutil, que le indica al usuario donde deben ir colocadas las piezas. Con el mismo objetivo de guiar al usuario, el experto sugirió agregar elementos de sonidos como retroalimentación positiva cada vez que encaje una pieza correctamente.

Figura 55

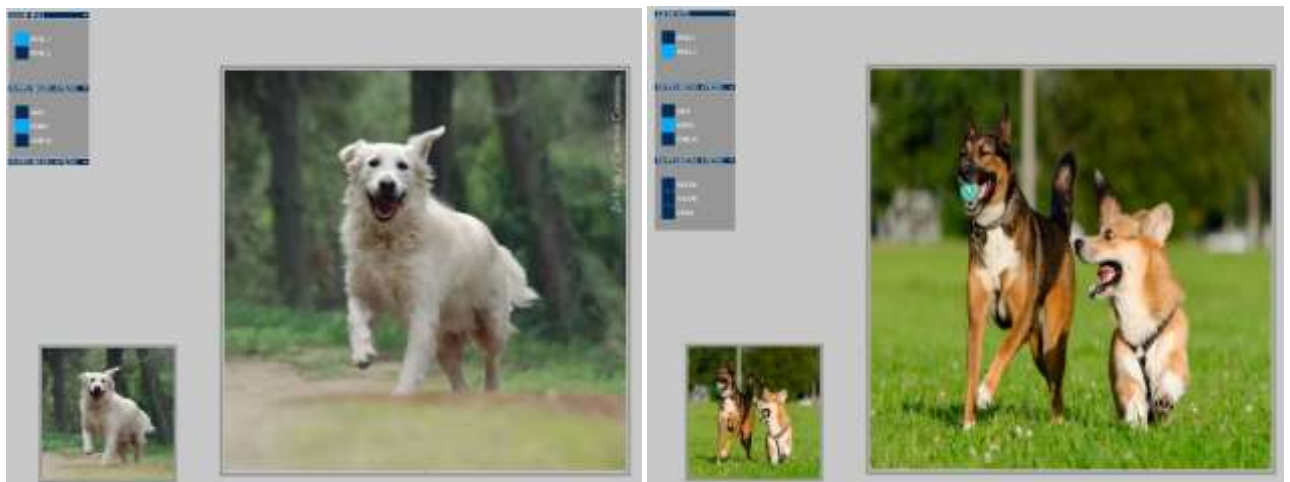
Marco de referencia, rompecabezas



Entre las últimas observaciones de MSc. Alexis Cruz Alvarenga, solicitó que el prototipo tuviera dos niveles (Figura 56). El primero donde las imágenes son sencillas y con menos distractores, además de que sin importar el ángulo en que el paciente coloque el fiducial, la pieza se ajusta a su posición exacta. El segundo nivel tiene imágenes un poco más complejas, con mayor cantidad de distractores y es necesario ajustar el marcador en la posición y ángulo correcto para que encaje la pieza.

Figura 56

Diferencia entre niveles



Nota: Nivel 1 imagen a la izquierda y nivel 2 imagen a la derecha.

Para explicar el funcionamiento del juego, observe con atención el siguiente guion gráfico:

1.



2.



Menú para elegir el nivel que se desea jugar, el prototipo no permite seleccionar el número de piezas del rompecabezas hasta tener un nivel seleccionado.

Una vez seleccionado el nivel, puede escoger entre cuatro o nueve piezas. En el rompecabezas de cuatro piezas se encuentran las opciones de gato, perro o conejo y en el de nueve piezas puede elegir entre iglesia, volcán o casas.

3.



El juego inicia con el rompecabezas armado y presenta una imagen fija con el objetivo de guiar al usuario hacia la meta que debe llegar.

4.



Una vez que el usuario ubica el marcador en el área de alcance de la cámara, el rompecabezas se desarma de modo aleatorio, con lo que se da inicio al juego, cada fiducial está asociado a una pieza del rompecabezas.

5.



6.



El rompecabezas cuenta con un área de referencia para colocar cada pieza, al ubicar la pieza cerca del lugar que le corresponde, automáticamente el juego lo ordena en su posición correcta.

Al colocar la última pieza en su posición correcta, permite lograr nuevamente la imagen inicial.

En resumen, este prototipo apoya a pacientes con deterioro cognitivo en la estimulación de habilidades como por ejemplo el categorizar la información, para que a partir de este procesamiento el paciente identifique si es un perro o un conejo lo que está observando, esto se define como Sistema Perceptivo Gnósico. Además, estimula la memoria procedimental, pues con la imagen del perro el usuario puede reaccionar con una sonrisa porque le recuerda a su mascota o más bien puede tener una reacción de temor o miedo en caso de fobias o recuerdos negativos, en estos casos se aprecia una reacción motora impulsiva ya sea de la mano, gestos faciales, correr, gritar, llorar, etc.

Adicional a esto, las destrezas visomotoras y periodos de atención sostenida, ya que el tener diferentes niveles e imágenes para representar los rompecabezas de distintas piezas permite desarrollar dicha atención sostenida. Por lo tanto, resolución de problema, el cumplimiento de tareas puntuales, la atención selectiva que es centrarse en características muy típicas del objeto observado, sin atender los otros detalles, esto permite que el paciente se fije directamente en la cabeza, en el cuerpo, en la patas y orejas, pero omite los distractores ambientales. El hecho que en

el nivel uno y nivel dos haya imágenes similares donde solo cambia los distractores, permite trabajar la atención alternante, que consiste en cambiar de un estímulo a otro manteniendo la misma línea.

Por otro lado, se da el estímulo de la memoria verbal inmediata atendiendo a órdenes directas, como, por ejemplo, cuando se les indica que deben armar una casa, entonces se toman las piezas y hasta poder formar el objetivo buscado.

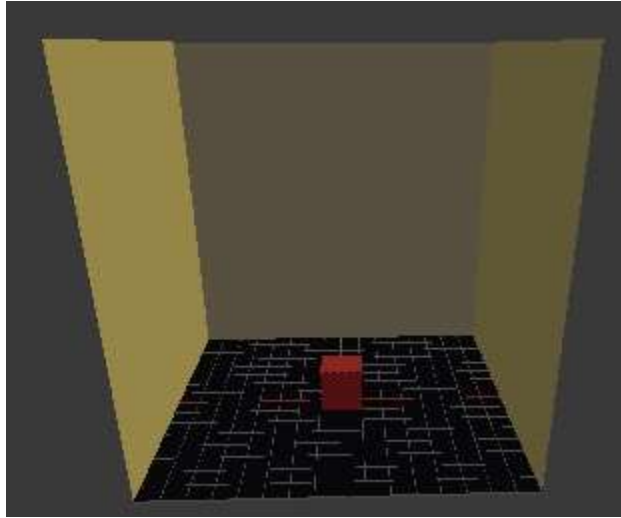
2.4.2. ¡Despeja la Mesa! e ¡Introduce la Figura!

Apparatus and Stimuli es la idea base de los prototipos ¡Despeja la mesa! e ¡Introduce la figura!; las características de esta aplicación se detallaron en la sección 1.4.7.

La idea original consistió en replicar Aparatos y Estímulos (Figura 57), únicamente variando los elementos contenidos en la habitación. Se escogió debido a que se buscaba generar una herramienta en RV. Sin embargo, al presentar la propuesta inicial al MSc. Alexis Cruz Alvarenga, recomendó utilizar la noción de una habitación simple, vacía y el traslado de diferentes objetos dentro de ella para diseñar diferentes prototipos. Las ideas propuestas por el especialista consistieron en: un juego de cubos que el usuario debía manipular para formar otros objetos más complejos (casas, castillos, edificios, etc.); rellenar una caja vacía insertando cubos más pequeños dentro de ella (cubo Soma); insertar figuras tridimensionales en una caja con agujeros que poseen la misma forma y tamaño de las caras planas de los objetos sólidos. De las tres ideas planteadas se escogió la última como base para diseñar los dos prototipos, además, se descarta el uso de RV ya que no se contaba con los recursos necesarios para generar este ambiente.

Figura 57

Replica de Aparatos y Estímulos



La diferencia principal entre los prototipos está en el movimiento realizado por las piezas tridimensionales, pues ¡Despeja la Mesa! utiliza la traslación e ¡Introduce la Figura! realiza los movimientos mediante la rotación.

2.4.2.1. ¡Despeja la Mesa!

Este prototipo fue diseñado por María Josette Zúñiga Morales, utilizando el software de diseño Blender (vers. 2.79) en su ambiente Game Logic. Consiste en una mano virtual apuntando con el dedo índice que es manipulada por las teclas $\leftarrow, \uparrow, \rightarrow, \downarrow$, que a su vez empuja objetos tridimensionales hasta hacerlos caer en agujeros que poseen la forma y el tamaño de sus caras planas. (Figura 58)

Los motivos para escoger este tipo de juego consisten en la estimulación, cambios repentinos de focos de atención, aprendizajes a partir de experiencias, la resolución de problemas, ubicación espacial a partir los elementos del ambiente.

Como primer avance, se presentó una habitación que únicamente contenía en el centro un cajón con agujeros en forma de figuras geométricas planas en la tapa y sobre este cajón prismas cuyas bases coincidían con las formas de los agujeros. Las piezas eran empujadas por un icosaedro de color negro (Figura 58).

Figura 58

¡Despeja la Mesa!



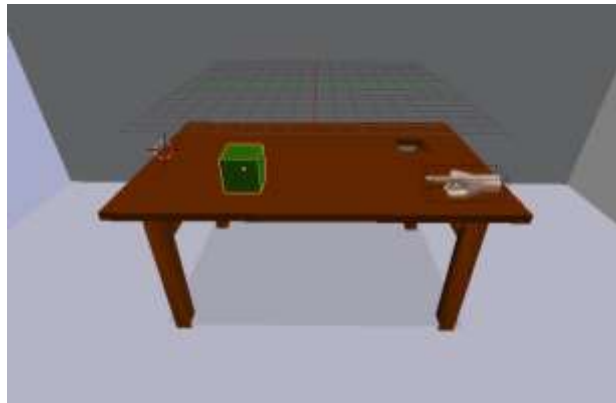
Nota: Primera versión del prototipo ¡Despeja la Mesa!

El objetivo principal de utilizar figuras básicas consiste en utilizar los conocimientos previos del usuario, incluso desde la infancia para facilitar la interpretación de la figura tridimensional a una cara plana (apelando a la inteligencia pragmática).

A partir de esta entrega se indicó, como parte de las correcciones, modificar la caja con agujeros y utilizar una habitación que solamente tuviera una mesa, de la cual el usuario tuviera que quitar los elementos que se encontraban sobre ella, y que el objeto que empuja los bloques para caer al suelo tenga forma de mano. (Figura 59)

Figura 59

¡Despeja la mesa!



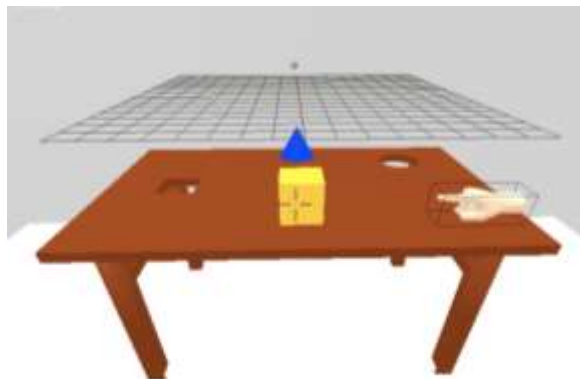
Nota: Segundo avance del proyecto.

A partir de esta versión se solicitó mejorar luces y sombras, colores más fuertes, mejorar la fricción de los objetos para que al empujarlos no se desplazaran tan rápido, no permitir movimiento de cámara, solo una única vista del usuario.

Por lo que el prototipo aprobado presenta una habitación con paredes claras y una mesa con cierta cantidad de figuras encima (la cantidad de objetos depende del nivel seleccionado), además, una mano que es manipulada por medio del teclado $\leftarrow, \uparrow, \rightarrow, \downarrow$, por el jugador para desplazar las figuras sobre la mesa al lugar correspondiente de estas (Figura 60).

Figura 60

¡Despeja la mesa!



Nota: Versión final de ¡Despeja la mesa!, vista desde el editor.

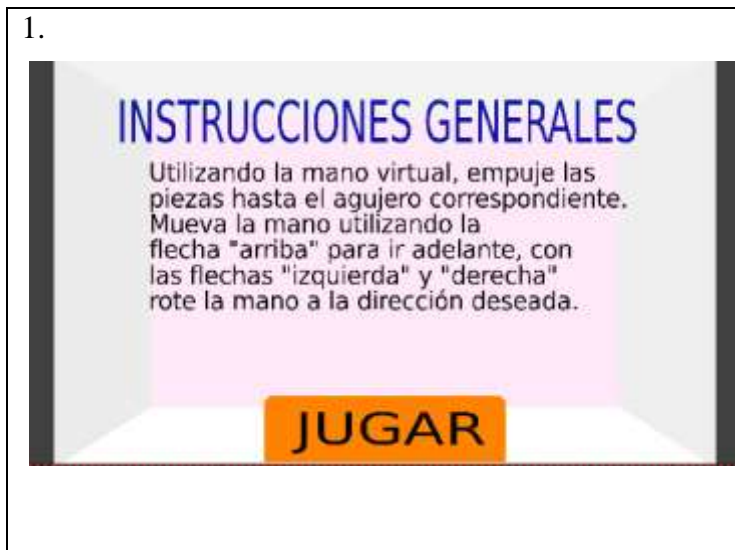
La interfaz de este prototipo consiste en una serie de pantallas, dónde el primer ambiente contiene las instrucciones generales para el usuario y su cuidador. Donde la pantalla inicial muestra un botón que conduce al siguiente ambiente dónde el usuario debe elegir el nivel del juego, entre Básico o Avanzado. Una vez que eligen el nivel deseado presionando el botón correspondiente, los conduce a una nueva pantalla, en la que seleccionan el número de piezas con el que desean dar inicio al juego.

Como parte de la retroalimentación se utilizaron estímulos auditivos, por ejemplo, el sonido que produce el objeto al caer al suelo, el sonido de trompetas al ganar el juego o el sonido de abucheo al perder. Además, al perder o ganar el usuario recibe un estímulo visual pues

inmediatamente lo conduce a una nueva pantalla indicando su acierto o su fallo, y esto les brinda la opción a pantallas iniciales.

El juego en su versión final posee dos niveles distintos, como se mencionó anteriormente, la diferencia entre ambos niveles es que, en el primer nivel, llamado Básico, la mesa tiene en sus bordes planos transparentes que limitan el movimiento de las piezas y no permiten que los objetos caigan al suelo por la orilla; en este nivel el usuario no pierde. Mientras que, en el segundo nivel, llamado Avanzado, la mesa no posee ningún tipo de barrera por lo que los objetos pueden caer al suelo desde el borde y si esto ocurre, el usuario pierde el juego. Cada uno de los niveles posee cinco opciones de juego, donde el usuario puede escoger (de una a cinco) con cuantas piezas desea jugar.

Para explicar el funcionamiento del juego, observe con atención el siguiente guión gráfico:



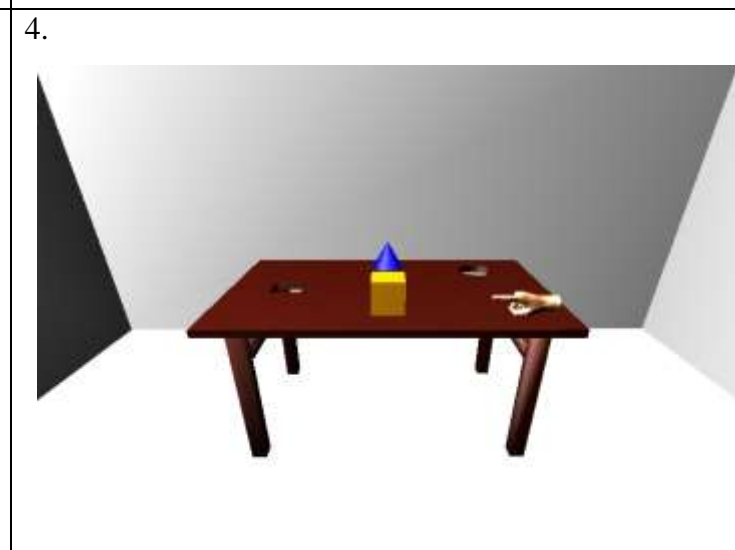
La imagen muestra la pantalla principal, es lo primero que se le presenta al usuario al ejecutar el juego. Esta pantalla contiene instrucciones generales de uso y el fin principal del juego. Al presionar el botón jugar los conduce a la siguiente fase.



Tras seleccionar el nivel de dificultad, el usuario llega a la pantalla para elegir el número de piezas con el que desea jugar y que debe retirar de la mesa del juego.

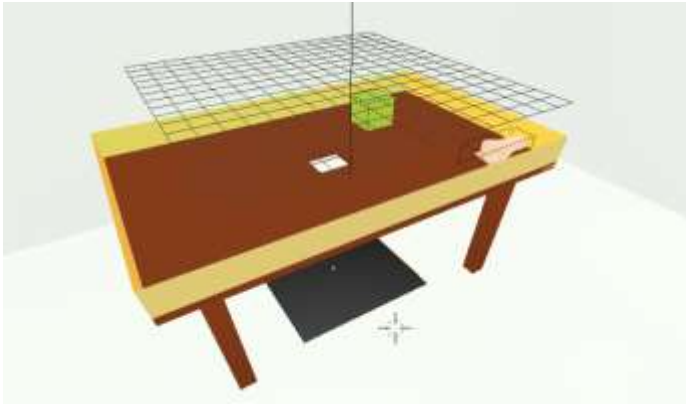


En este punto el usuario debe elegir el nivel de dificultad con el que desea trabajar. Recordando que el nivel básico posee barreras laterales que no permiten que las piezas caigan al suelo por el borde de la mesa, mientras que el avanzado no.



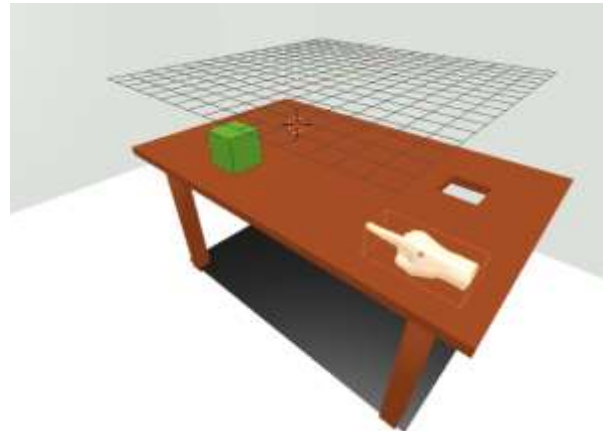
Al elegir el número de piezas, inmediatamente inicia el juego, con el ambiente de una habitación clara, muy sencilla, cuyo contenido únicamente consiste en una mesa de madera con los objetos. Independientemente del nivel elegido (Básico o Avanzado) el ambiente es el mismo.

5.



Esta imagen representa el nivel 1 Básico desde el editor Blender Game, se aprecian las paredes laterales que evitan que caigan los objetos por el borde. Durante el juego, estas barreras son invisibles al usuario. En este nivel, el usuario no pierde nunca. La sección gris que se aprecia en el suelo es el espacio de contacto de la pieza al caer por el agujero asignado.

6.



En esta imagen se aprecia el nivel 1 Avanzado, visto desde el editor de Blender Game. En este caso se aprecia que no existe ningún tipo de barrera al borde de la mesa. Si el objeto cae y toca la sección gris gana el juego, pues cayó por el agujero, pero si toca el plano blanco significa que cayó por el borde, es decir, se pierde el juego.

7.



Esta imagen representa la pantalla que aparece al usuario en caso de ganar el juego. El botón jugar de nuevo traslada al usuario a la pantalla para escoger el número de piezas.

8.



Esta es la pantalla que se muestra al usuario en el nivel Avanzado en caso de que alguno de los objetos caiga por la orilla de la mesa. El botón reiniciar envía al usuario a la pantalla Elegir nivel.

En resumen, este prototipo apoya a pacientes con deterioro cognitivo en la estimulación de habilidades como: Sistema Perceptivo Gnósico: debe interpretar que el objeto con el que desplaza los objetos es una mano, y que con la mano puede empujar o arrastrar objetos hasta la posición correcta, así como interpretar que el agujero por el cual debe atravesar la figura requiere tener la misma forma de la cara plana horizontal objeto para que se pueda introducir.

La memoria procedimental, pues el usuario debe plantear una estrategia que le permite interactuar con el medio y ejecutar los movimientos, y así realizar la resolución de problemas. Las destrezas visomotoras ya que el paciente requiere analizar la información visual y coordinar los movimientos de su mano con los movimientos de la mano virtual y la acción de empujar el objeto deseado; esto a su vez estimula los periodos de atención sostenida, donde cambian las formas de las piezas, los colores y la cantidad de piezas. Como consecuencia de todas estas habilidades, el paciente estimula, además, su función práxica ideatoria e ideomotora.

A su vez se trabajan habilidades espacio temporales y la orientación manifiesta, el usuario tuvo que identificar el objeto sólido y asociarlo a una forma plana, la cual corresponde al agujero sobre el cual debió colocar la figura y hacerla caer. El especialista comenta que en este prototipo se trabajó mucho esta habilidad, lo que se puede ver y cómo se orienta visualmente a partir de esa información, y de qué manera se interpretan los elementos que están alrededor y se les asigna una característica semántica, identificando la función que cumplen cada uno de los elementos de ese entorno. Por ejemplo, al querer salir de una habitación, busca visualmente la puerta abierta para irse. Involucra además la planeación de una estrategia a partir del entorno.

Se trabajan habilidades sociales ya que hay interacción social con la persona que monitorea, solicitar ayuda, canalización de emociones, plantear preguntas. Tolerancia a frustración debido al nivel de dificultad de la aplicación y las diferentes tareas que debe desempeñar al mismo tiempo para poder alcanzar el objetivo estimula al paciente en la paciencia, perseverancia, manejo de la angustia, de la ansiedad repetición de pasos correctos, aprender de los errores y no cometerlos nuevamente, dominio de la ira, la frustración y seguir intentándolo hasta desempeñar la tarea de manera eficiente.

2.4.2.2. ¡Introduce la Figura!

Este prototipo fue diseñado por Emanuel Arias Rodríguez, utilizando el software de diseño Blender (vers. 2.79) en su ambiente Game Logic. Consiste en un juego que contiene dos niveles en los cuales se debe introducir una figura dentro de un agujero, ya sea trasladando hacia adelante o rotando el objeto, utilizando las teclas ←, ↑, →.

¡Introduce la Figura! originalmente tenía un único nivel que consistía en un juego con una visualización en dos dimensiones (Figura 61), donde el usuario solo manipulaba un cuadrado y un triángulo, utilizando las teclas “A” y “D” para la rotación de las figuras, sin embargo, el PhD. Jorge Monge Fallas recomendó utilizar una visualización en tres dimensiones ya que así se adaptaba más al mundo real, es por ese motivo que el prototipo fue modificado por las figuras de cubo y prisma de base triangular, además, se agregaron dos figuras, un prisma de base pentagonal y un prisma de base hexagonal.

Figura 61

¡Introduce la Figura!



Nota: Prototipo inicial.

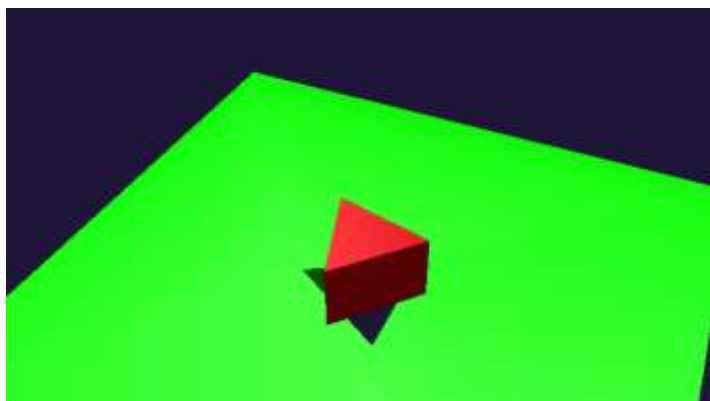
El especialista MSc. Alexis Cruz Alvarenga sugirió un cambio en las teclas que se utilizaban en el prototipo, la tecla “A” por ← y “D” por →, ya que dichas teclas son más adecuadas para el movimiento que se realiza, esta modificación hizo surgir la idea de un nuevo nivel, aumentado la dificultad.

Este prototipo surge a partir de la recomendación de uno de los especialistas, ya que ¡Introduce la Figura! es un juego que no requiere periodos de atención muy largos, además, fortalece la ubicación espacio temporal en los usuarios mediante el método de resolución de problemas.

Algunos de los cambios sugeridos por los especialistas estuvieron enfocados en la interfaz del prototipo, como modificar los colores y texturas de las ilustraciones, la implementación de un cronómetro, una flecha en la parte superior de la figura que indicara la dirección del movimiento y paredes para poder limitar el rango de movimiento del usuario en el nivel (Figura 62), esto con el objetivo de mejorar el periodo atención de los usuarios.

Figura 62

¡Introduce la Figura!



Nota: Segunda versión donde se corrige el color, texturas.

Este prototipo cuenta con una pantalla de inicio, donde se puede elegir entre dos niveles, cualquier de las dos elecciones lo va a dirigir a una misma pantalla, donde puede escoger entre cuatro figuras (cubo, prisma triangular, prisma pentagonal y prisma hexagonal), una vez escogida la figura, al usuario se le habilita una habitación con una visualización en tres dimensiones, con un agujero en el centro del piso de la habitación con la forma de la figura seleccionada, además de cronómetro para ver la duración del usuario al completar la misión.

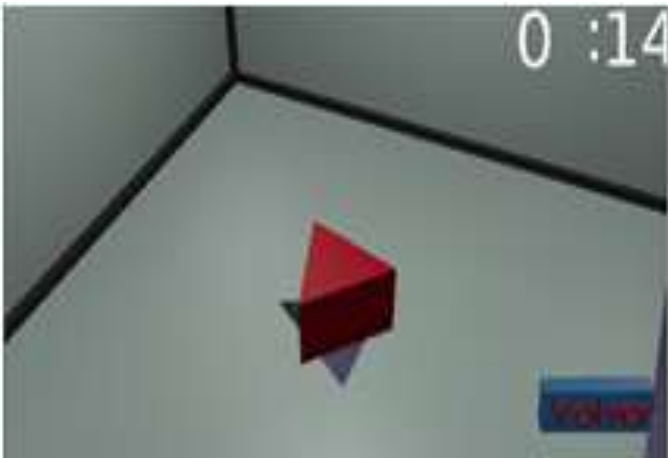
En este juego el usuario no tiene forma de perder, sin embargo, tiene una retroalimentación visual positiva cuando logre completar el nivel.

La diferencia entre los dos niveles consiste en que el nivel uno tiene la característica de que la figura seleccionada inicia sobre el agujero de manera que solo sea necesario utilizar las teclas de las flechas de izquierda y derecha para rotar en contra y a favor de las manecillas del reloj, respectivamente. Todos los colores utilizados en este nivel son colores sólidos. En el nivel dos la figura no se ubica sobre el agujero, sino que se debe movilizar hacia el agujero, es por ese motivo que aparte de las teclas utilizadas en el nivel uno, se agrega una tecla nueva, dicha tecla es la flecha hacia arriba ↑ que siempre mueve la figura hacia adelante, además el ambiente posee texturas.

Para explicar el funcionamiento del juego, observe con atención el siguiente guión gráfico:

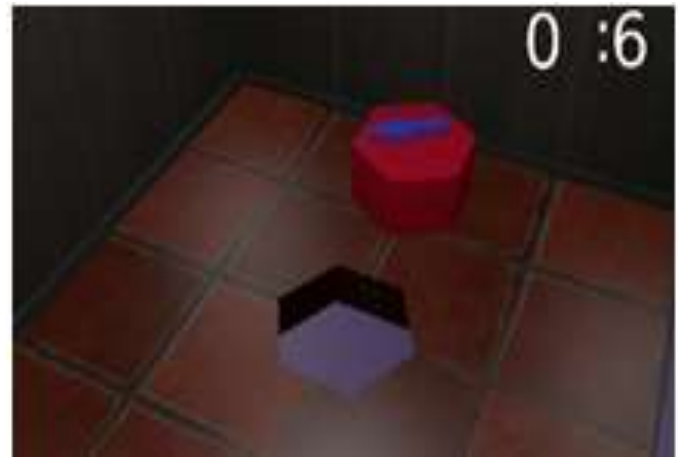
<p>1.</p> 	<p>2.</p> 
<p>En la imagen se muestra la pantalla inicial del prototipo ¡Introduce la Figura! con dos posibles niveles, en primer nivel podrá encontrar colores sólidos primarios y en el segundo colores compuesto y superficies más elaboradas.</p>	<p>Al escoger cualquiera de los dos niveles del paso anterior se le habilitará la opción de seleccionar entre cuatro figuras (prisma triangular, cubo, prisma pentagonal y prisma hexagonal) las cuales tiene un cierto nivel de dificultad.</p>

3.



Al escoger una de las figuras del nivel uno, al usuario se le muestra una habitación con colores sólidos, con un agujero en el centro del piso con la forma de la figura selecciona, además de un cronómetro para ver la duración del usuario al completar la misión y un botón para volver al paso anterior.

4.



Al escoger una figura del nivel dos, se aprecia que una de las diferencias radica en los colores y las superficies de los objetos, además, no posee un botón de volver. La figura posee una flecha que indica la dirección (adelante) hacia la que se desplaza.

5.



Después de completar cualquier de los dos niveles al usuario se le presenta una pantalla donde se le indica que ganó y se le da la opción de volver a jugar o simplemente salirse del juego.

Este prototipo ayuda al paciente con deterioro cognitivo en la estimulación de habilidades como la memoria procedimental, pues el usuario debe recordar que movimientos debe realizar a la hora de estar desarrollando el nivel uno y saber que el nivel dos requiere un tipo de movimiento adicional, además de plantear una estrategia que le permite interactuar con el medio y ejecutar los movimientos y así realizar la resolución de problemas.

Destrezas visomotoras ya que el paciente requiere procesar lo que ve en la pantalla y asociarlo al tipo de movimiento que debe realizar para poder completar el nivel, esto a su vez estimula los periodos de atención sostenida, donde en el nivel dos aumenta la dificultad ya que se agrega un movimiento más y requiere lapsos de concentración más amplios. El paciente estimula, además, su función práxica ideatoria e ideomotora.

Se desarrollan habilidades espacio temporales y la orientación manifiesta, ya que el usuario tenía que determinar la posición correcta de la figura para hacerla calzar en el agujero, dicha habilidad posee mayor estimulación en el nivel dos ya que el usuario tiene que llevar la figura hasta el agujero mediante movimientos (rotación derecha, rotación izquierda y adelante) y después hacerla calzar, para cumplir el propósito, todo esto involucra la planeación de una estrategia.

Se pueden desarrollar habilidades sociales ya que el prototipo posee en sus dos niveles un cronómetro el cual puede utilizarse para que los usuarios compitan de una manera sana con sus compañeros y con ellos mismos, además de interactuar de muchas maneras con las personas encargadas en el hospital. Cada persona aprende a ser tolerante y manejar los niveles de frustración ya que cada nivel tiene su grado de dificultad.

3. Resultados

Como parte de los resultados de este trabajo se logró generar dos abanicos de opciones que la tecnología podría ofrecer como tratamientos alternativos no farmacológicos, uno para personas con deterioro cognitivo y otro sobre herramientas para personas con NEE. El abanico permitió conocer las herramientas disponibles y se desarrolló la caracterización y la evidencia de las necesidades particulares de esta población mediante entrevistas con el especialista MSc. Alexis Cruz Alvarenga, en contraste con las conferencias de sensibilización a los que se asistió.

Uno de los resultados más importantes alcanzados consistió en el desarrollo de cuatro prototipos que contribuyen a disminuir el deterioro cognitivo en pacientes con ciertos niveles de demencia. Estas herramientas, se lograron a partir de la caracterización y de la identificación de requerimientos puntuales, que debían cumplir para estimular destrezas en los usuarios. En resumen, en cada uno de los prototipos se estimula las habilidades que se mencionan a continuación:

1. **Ubícalo:** Memoria procedimental, destrezas visomotoras, sistema perceptivo gnósico, periodos de atención sostenida, resolución de problemas, inteligencia fluida, orientación manifiesta, ubicación espacio temporal, funciones práxicas, estímulos auditivos y habilidades sociales.
2. **Ármalo:** Sistema perceptivo gnósico, memoria procedimental, destrezas visomotoras, periodos de atención sostenida, resolución de problemas, inteligencia fluida, orientación manifiesta, ubicación espacio temporal, funciones práxicas, atención selectiva, atención alternante, reminiscencia estímulos auditivos y habilidades sociales.
3. **¡Introduce la Figura!:** Resolución de problemas, sistema perceptivo gnósico, memoria procedimental, destrezas visomotoras, periodos de atención sostenida, inteligencia fluida, orientación manifiesta, ubicación espacio temporal, funciones práxicas, inteligencia cristalizada, habilidades sociales y inteligencia pragmática.
4. **¡Despeja la Mesa!:** Orientación manifiesta, sistema perceptivo gnósico, memoria procedimental, destrezas visomotoras, periodos de atención sostenida, resolución de problemas, inteligencia fluida, ubicación espacio temporal, funciones práxicas ideatorias e ideomotoras, inteligencia cristalizada, inteligencia pragmática, estímulos auditivos y habilidades sociales.

Estos prototipos fueron puestos a prueba con pacientes del CID y dicha experiencia se describe a continuación.

3.1. Validación

Como parte del trabajo se agendaron 3 reuniones con los pacientes adultos mayores con deterioro cognitivo debido a demencias como Alzheimer y Parkinson, que asisten diariamente al CID a recibir terapias alternativas no farmacológicas como tratamiento para sus diferentes condiciones, para realizar la implementación de los prototipos diseñados. La idea principal era tener contacto con los pacientes mientras manipulaban las herramientas para así poder verificar el alcance de estas, su funcionalidad, si cumplían los objetivos planteados teóricamente y además identificar aspectos de mejora. Los pacientes del CID son atendidos en dos horarios, uno por la mañana y otro por la tarde, recibiendo a diez pacientes en cada uno de los turnos, por lo que se propuso realizar la aplicación a ambos grupos de pacientes, ya que por comentarios del personal del CID se sabía que entre ambos grupos existen diferencias significativas. El grupo de la mañana generalmente son personas un poco más independientes, con un deterioro cognitivo no avanzado que les permite tener autonomía, mientras que el grupo de la tarde generalmente son pacientes cuyo deterioro cognitivo es más evidente, son pacientes que requieren mayor acompañamiento, guía, incluso poseen mayores dificultades físicas.

A continuación, se detalla cada una de las validaciones realizadas.

3.1.1. ¡Introduce la figura!

El 28 de febrero de 2020, Bach. Emanuel Arias Rodríguez asistió al Hospital Nacional Psiquiátrico para implementar la aplicación diseñada. Ese día hubo asistencia perfecta, por lo que el CID recibió a los 20 pacientes del programa. Sin embargo, de forma atípica ese día se atendió a los 20 adultos mayores en el turno de mañana, ya que el personal tuvo una reunión en horas de la tarde. El objetivo de la implementación era comprobar el funcionamiento del prototipo, en cuanto a software, hardware y corroborar si se cumple o no con la estimulación de las habilidades que se espera, según los requerimientos bajo los que fue diseñado el prototipo.

Durante la implementación solamente cinco pacientes pudieron manipular la aplicación, en específico 3 hombres y 2 mujeres, por motivo del tiempo que requirió la manipulación de la herramienta por parte de cada uno de los usuarios.

Los pacientes fueron llevados de manera individual a un lugar donde tenían un asiento cómodo y una computadora para manipular el juego. El CID cuenta con un proyector interactivo, pero ese día por cuestiones técnicas no se utilizó, y el uso del prototipo se llevó a cabo desde la computadora de Emanuel Arias Rodríguez. Sin embargo, tras la aplicación, el ejecutable del prototipo se instaló adecuadamente en una de las computadoras del CID para su posterior uso.

A cada paciente se le dio una introducción de la aplicación y de cómo se debía manipular el teclado (Figura 63).

Figura 63

Paciente del CID escuchando instrucciones



Nota: El paciente número 1, prestó mucha atención y preguntó en varias ocasiones antes de manipular.

La aplicación ¡Introduce la figura! posee dos niveles (Figura 64), en general los pacientes resolvieron el nivel número 1 en un tiempo promedio de 25 a 30 segundos, ese tiempo se va registrando en la pantalla así que el usuario sabe cuánto está durando.

Figura 64

Paciente del CID completando el primer nivel.



Nota: La paciente número 2 fue la persona que duró menos tiempo resolviendo el nivel número 1.

Figura 65

Paciente del CID manipulando el nivel número 2



Nota: Paciente número 3 fue la persona que duró más tiempo resolviendo el nivel número 2.

La dificultad del nivel número 2 presentó un gran reto para los pacientes del CID, todos duraron más de 5 minutos para poder completarlo, pero ninguno se dio por vencido (Figura 65) y estuvieron muy alegres al poder completar el nivel (Figura 66), el control del tiempo que tiene la aplicación generó que los usuarios quisieran practicar más para poder hacerlo en cada ocasión más rápido.

Figura 66

Paciente del CID después de completar el nivel número 2



Nota: El paciente número 3 mostró alegría al poder completar el nivel número 2.

En términos generales todo surgió con normalidad, sin embargo, es importante resaltar los siguientes eventos:

1. No se pudo utilizar el proyector interactivo del CID por cuestiones técnicas, la idea era generar una proyección más amplia para que el usuario pudiera manipular la aplicación con una imagen más grande y con mayor cantidad de detalles.
2. Al atender a todos los 20 pacientes actuales del CID en el horario de la mañana, generó que el número de personas que realizaron la implementación fuera únicamente 5 ya que se esperaba poder atender más pacientes en horas de la tarde.
3. El teclado de la computadora utilizada no generó problemas por su tamaño, pero si se evidenció que un teclado más grande podría mejorar su uso, el laboratorio que tiene el CID cuenta con teclados adaptado a sus necesidades.

Por lo que se resume que los resultados fueron bastante favorables y se cumplen las expectativas buscadas.

Participante	Género	Duración por participante en el uso del prototipo	Observaciones adicionales
Paciente 1	Femenino	10 min	Resolvió el nivel número uno de una manera muy rápida, pero presentó mucha dificultad a la hora de finalizar el nivel número dos.
Paciente 2	Masculino	12 min	Presentó problemas en ambos niveles.
Paciente 3	Femenino	7 min	Mencionó que el nivel número uno era muy fácil, pero que el nivel dos le generaba mareos y por ese motivo duró mucho más.
Paciente 4	Masculino	8 min	Le gustó el nivel número dos ya que era más difícil para él.
Paciente 5	Masculino	9 min	Nivel número uno de una manera muy rápida, pero en el segundo se le dificultó por problemas de motricidad.

3.1.2. ¡Despeja la mesa!

El día 3 de marzo de 2020, la estudiante Josette Zúñiga Morales asistió al Hospital Nacional Psiquiátrico para realizar la implementación de la aplicación ¡Despeja la mesa! Los pacientes se atendieron en dos grupos, uno con horario matutino y otro con horario vespertino, como es lo habitual en el CID.

A partir de esta implementación se pretendía determinar el nivel de éxito del prototipo a nivel de software (instalación en otros dispositivos y correcto funcionamiento), a nivel de hardware (que los pacientes fueran capaces de utilizar la herramienta) y principalmente a nivel de requerimientos (es decir, que realmente el prototipo estimule en los pacientes las habilidades identificadas para las que fue diseñado).

Para esta implementación se esperaba contar con la participación de las 10 personas en cada grupo, sin embargo, por motivos diversos, en el turno de la mañana únicamente llegaron dos pacientes masculinos. Los encargados del CID indicaron que este ausentismo es totalmente atípico en esta población; de los 10 pacientes del grupo, 4 habían sido dados de alta del programa de 200 horas la semana anterior, por lo que se esperaba llegarían 6 adultos mayores, pero dos tuvieron citas médicas y otros dos se ausentaron sin justificación alguna, dejándonos únicamente con dos pacientes en la mañana. Por la tarde la asistencia fue perfecta, llegaron las 10 personas esperadas, fue un grupo más complejo de manejar debido al grave avance de su deterioro cognitivo, según comentado por los encargados del CID.

Figura 67

Mural de la sala de estimulación física del CID



Nota: Mural hecho por el esposo de una de las pacientes del CID. En este espacio los adultos mayores realizan actividades físicas gimnásticas para fortalecer motora fina y gruesa, flexibilidad, equilibrio, etc.

Con ambos grupos se trabajó la aplicación de modo que no irrumpiera en la rutina básica inicial de los pacientes, ya que esta primera etapa los ubica en tiempo y espacio, reciben estimulación física (Figura 67), y un breve sondeo sobre sus emociones. Una vez finalizada la rutina por parte del personal del CID, se procedió con la implementación de la aplicación (Figura 68).

Figura 68

Actividad inicial de ubicación espacio - temporal del CID

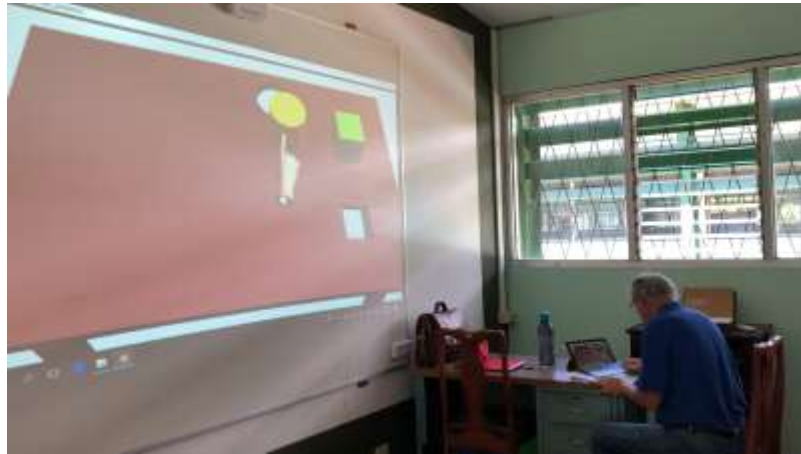


Nota: Los pacientes se sientan en círculo de modo que se puedan ver todos, y como parte de las actividades se presentan diciendo su nombre completo, cómo se sienten y si saben dónde están.

En el caso del grupo de la mañana se trabajó en conjunto con ambos usuarios, intercambiando turnos entre ellos para utilizar la herramienta. La aplicación se descargó e instaló en una tableta electrónica del hospital, se conectó al proyector interactivo del CID, así, mientras uno de los pacientes utilizaba la herramienta, se involucró al otro participante a opinar, animar, y comprender el juego convirtiéndose en un jugador pasivo. Durante el turno de cada usuario como jugador activo, debían manipular la tableta con teclado externo, mientras se le recordaba en el proceso cuáles teclas tenían la función de movimiento. (Figura 69)

Figura 69

Paciente del CID manipulando el juego ¡Despeja la mesa!



Nota: Mientras uno de los pacientes manipula el juego desde la tableta, la proyección permite una interacción simultánea con el usuario espectador.

Para el turno de la tarde se esperaba trabajar con una cantidad mayor de pacientes aprovechando el número de personas presentes, sin embargo, únicamente alcanzó el tiempo para trabajar con dos usuarios, debido a las características del nivel de deterioro del grupo. Estos usuarios requirieron de mayor acompañamiento y guía. En este caso se atendieron de manera individual a los pacientes, por lo que se prescindió del proyector y únicamente se utilizó la tableta para la manipulación del paciente (Figura 70).

Figura 70

Paciente del CID manipulando el juego ¡Despeja la mesa!



Nota: Uno de los usuarios del turno de la tarde comentó alegremente que quería ese juego para enseñárselo a sus nietas y poder jugar con ellas.

Esta implementación requirió más tiempo del esperado y más apoyo de los encargados del CID, los periodos de atención eran bastante más cortos, por lo que hubo que repetir instrucciones varias veces, e incluso apoyar al usuario llevando su mano hasta la tecla correcta.

En resumen, respecto a la implementación del prototipo con ambos grupos no hubo complicaciones a la hora de instalar el ejecutable generado, en la tableta facilitada por el hospital, todas sus funciones trabajaron con normalidad adaptándose correctamente al dispositivo, con un funcionamiento esperado y normal de las instrucciones del software. Por lo que en este aspecto el prototipo cumple de manera eficiente el objetivo de uso adecuado y funcionamiento normal sin dificultades técnicas o a nivel de software.

En cuanto al hardware, se tornó un tanto complicado para los usuarios manipular las teclas de desplazamiento en un teclado tan pequeño como el de la tableta utilizada para la implementación, el personal del CID que nos acompañó durante la implementación comentó que tienen a disposición un laboratorio de computación, con teclados adaptados específicamente a pacientes con deterioro cognitivo con botones más grandes y de colores llamativos que faciliten su uso. Así que respecto al objetivo de uso eficiente a partir de hardware se puede decir que fue bueno, pero no exitoso por completo, pues este aspecto presentó una dificultad extra para los usuarios.

El personal del hospital expresó su satisfacción con el uso del software, destacaron la importancia de la simplicidad en los elementos del prototipo, pues los pacientes requieren de simplicidad, uniformidad y colores primarios y secundarios sólidos fuertes que llamen su atención, pero que no interfieran como factores de distracción.

Destacaron además su asombro, al comentar que cuando a los pacientes se les proponían actividades similares a las del prototipo ¡Despeja la mesa!, pero sin la intervención tecnológica, se molestaban y afirmaban que no eran adecuados para su edad y los trataban como niños. Sin embargo, con la introducción del medio digital el paciente siente que es más apropiado para su edad, lo ve como un juego que no es para niños, y asumen que les supone un reto real. Es decir, que el medio tecnológico motiva mucho a los pacientes, que les es más atractivo, pues incluso se sienten más en sintonía con la realidad de la cotidianidad actual. Agradecen que les enseñen a utilizar dispositivos electrónicos sin sentirse una molestia para quien les apoya en el proceso.

Destacaron que la tecnología ha apoyado en realizar tareas y actividades básicas, pero con un claro aire de innovación.

Comentaron además las diferentes áreas de estimulación en los pacientes, desde requerir periodos de concentración y atención más estables y largos, hasta la manipulación manual con los dispositivos y la interacción posterior al uso del prototipo, comentando con los usuarios los pasos a seguir, las estrategias que formularon cada uno para ganar el juego, y los movimientos necesarios para ejecutarlo, así como la interacción social entre usuarios cuando se juega con espectadores.

Se destacó también la importancia de la retroalimentación mediante diferentes elementos, no solamente la interfaz visual, sino también la incorporación de estímulos auditivos como objetos de madera que caen al suelo o que se arrastran, sonidos de campanas al ganar el juego y alcanzar el objetivo, y sonidos al perder el juego también, toda esta información que se obtiene del ambiente del juego genera estimulación en los sistemas sensoriales y procedimentales. Esta retroalimentación por parte del personal que nunca había sido parte del diseño del prototipo y que tampoco, con anterioridad a la implementación, habían tenido ningún tipo de experiencia con la herramienta se concluye que cumple de manera exitosa su objetivo principal sobre los pacientes, ya que las habilidades que pretendía estimular el prototipo fueron identificadas por el personal a partir de esta implementación.

Posterior a la implementación se conversó con los usuarios, se mostraban muy entusiasmados, agradecidos, algunos tuvieron muchas más dificultades que otros, sin embargo, afirman que sintieron el apoyo cuando no recordaban cuál tecla usar. Los comentarios en común fueron positivos, que era divertido, les daba risa ver como “la mano virtual” se movía para donde ellos querían al presionar la tecla correcta y cuando presionaba la tecla incorrecta debían cambiar la estrategia de movimiento, querían jugar más, les agradó el hecho de tener diferentes niveles del juego, y afirmaron que no se sintieron incómodos con el manejo del prototipo. Dentro de las dificultades comunes que comentaron, está el temor de presionar muy fuerte las teclas y dañar el juego, también que las teclas eran muy pequeñas y que les costaba verlas. Esta retroalimentación con los pacientes confirma lo comentado anteriormente.

A partir de todo lo descrito anteriormente se concluye que se obtuvieron resultados bastante favorables a partir de este primer acercamiento con los pacientes y se cumplen las expectativas

buscadas con el desarrollo de esta aplicación, pues a nivel de software y requerimientos cumple al 100% los objetivos, mientras que, a nivel de hardware a pesar de las dificultades mencionadas, el prototipo pudo ser utilizado por los usuarios.

Participante	Género	Duración por participante en el uso del prototipo	Observaciones adicionales
Paciente 1	Masculino	20 min	Paciente del turno de la mañana. Facilidad a la hora de manipular la herramienta, resolvió diferentes niveles del básico sin problema, en el nivel avanzado alcanzó los objetivos tras un par de intentos fallidos y comprender el cambio de dificultad. Se mostró muy entusiasmado con el prototipo
Paciente 2	Masculino	12 min	Paciente del turno de la mañana. Este paciente presentó resistencia al usar la aplicación, logró resolver dos niveles del básico con ayuda de los cuidadores, quienes dirigían su mano y dedos a la tecla correcta. No llevó anteojos, por lo que tuvo problemas con el teclado, además tenía miedo de manipular el prototipo. Presentó mucha inseguridad y poca coordinación viso motora.
Paciente 3	Masculino	13 min	Paciente del turno de la tarde, mayores dificultades viso motoras, muy entusiasmado con el prototipo a pesar de las dificultades. Únicamente utilizó el nivel básico. Hubo que explicar instrucciones de manera más detallada y pausada.
Paciente 4	Femenino	12 min	Paciente de la tarde. Características similares al paciente 3. Mostró un poco más de inseguridad a la hora de utilizar la herramienta y requirió contante apoyo por parte de los cuidadores. Sin embargo, demostró interés en el uso del prototipo.

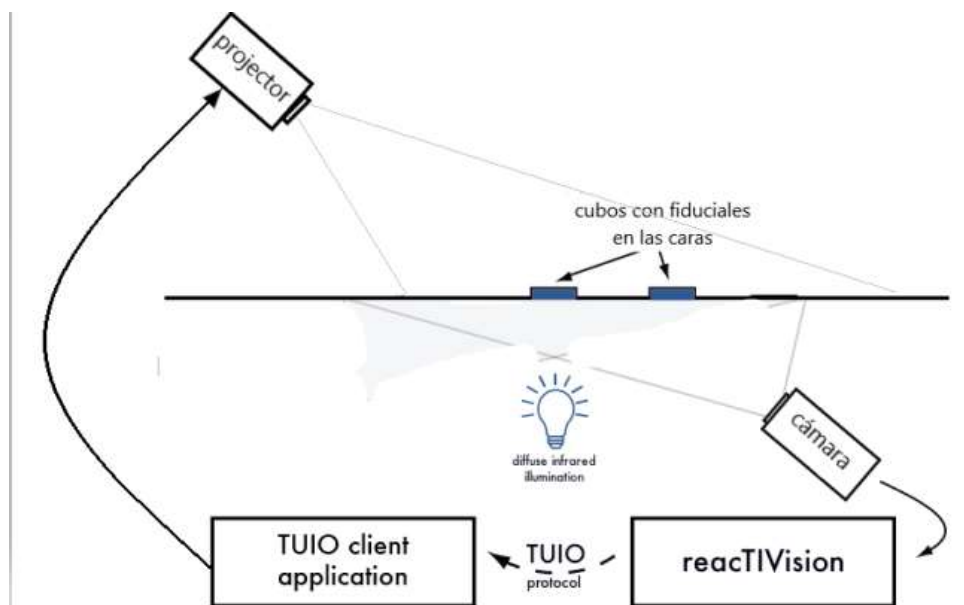
3.3.3. Ubícalo & Ármalo

La fecha programada para la implementación de Ubícalo & Ármalo era a finales del mes marzo del año 2020, sin embargo, la pandemia SARS-CoV-2 provocó la cancelación de la implementación y la espera de una nueva fecha para la implementación del prototipo.

La arquitectura de Ubícalo & Ármalo posee un parecido con el modelo propuesto por el creador de reactIVision (Figura 44), sin embargo, para ayudar en la movilidad y entendimiento del usuario con respecto a las actividades, el proyector no se encuentra ubicado en la parte inferior de la superficie transparente (Figura 71).

Figura 71

Arquitectura Ubícalo & Ármalo



A continuación, se detallan las partes físicas necesarias para llevar a cabo la ejecución del proyecto

1. Una cámara web: Recibe la imagen del fiducial, se encontrará debajo de la mesa.
2. Una mesa de vidrio: Lugar donde estarán posicionados los cubos; se debe aclarar que en la cara inferior del cubo se ubicará el fiducial y en cara superior se verá proyectado lo que se le solicite al programa.

3. Un proyector: Ubicado en una estructura (la cual se encontrará ubicada en el techo), el proyector estará posicionado de tal forma que se proyecte la imagen en la superficie de la mesa y cubos.
4. Computadora o Tablet: en el cual se encuentra el ejecutable del prototipo y el software reacTIVision (previamente instalado).

Los elementos mencionados ya se encontraban listos para la implementación en ambos grupos de terapia en el CID. Para esta implementación se pretendía trabajar con los grupos de ambos horarios, atendiendo de forma individual a los usuarios con el fin de explicar de manera más detallada y específica las instrucciones y los objetivos del juego, acompañados por el personal del CID con el propósito de que se familiarizaran con el prototipo para su posterior uso y apoyaran en el manejo de los pacientes.

En el instante en que se reanuden las actividades en el hospital, se llevará a cabo dicha implementación.

4. Discusión y Trabajos Futuros

4.1. Discusión

A partir del objetivo general de desarrollar una propuesta con estrategias tecnológicas que contribuyan a la estimulación en pacientes con ciertos niveles de deterioro cognitivo asociado a demencias, nacen los prototipos diseñados como alternativas no farmacológicas.

Como se comentó en el capítulo de Resultados uno de los productos de esta investigación consistió en dos abanicos de herramientas tecnológicas. Sin embargo, a la hora de hacer la búsqueda de las aplicaciones se encontró una deficiencia en la cantidad de herramientas tecnológicas disponibles enfocadas en la educación, principalmente en el ámbito de las NEE, a excepción de herramientas para personas con discapacidad visual. Además, se apreció que las herramientas identificadas como terapias no farmacológicas para personas con cierto grado de deterioro cognitivo se podrían considerar obsoletas por el tiempo de creación y publicación, también, la mayoría de las herramientas fueron desarrolladas en países europeos.

Como parte del proyecto se realizaron dos artículos científicos, pero para la fecha de la finalización del proyecto no habrán sido publicados aún, además como parte de la divulgación del proyecto se pudo realizar una entrevista en el programa Somos 65, en Sinart Canal 13, para comentar los resultados obtenidos hasta el día 22 de enero. (Figura 72⁴)

Figura 72

Entrevista: Programa Somos 65, Canal 13



⁴ <https://www.facebook.com/SinartTreceCostaRica/videos/3174222555929750/>

A partir de lo obtenido en la validación de los resultados, se aprecia lo siguiente:

1. Mostró una gran aceptación por parte de los pacientes y los encargados del CID.
2. Se encontraron dificultades a nivel de hardware ya que el tamaño de algunos dispositivos intervino de manera negativa a la hora de su manipulación (teclados muy pequeños, monocromáticos, etc.)
3. Se apreció una importante aceptación, interés y motivación por parte de los usuarios al realizar actividades mediante plataformas digitales. A pesar de la simplicidad de las actividades, la intervención de los medios tecnológicos se convirtió en un factor motivación muy importante.
4. Se identifica que los pacientes con un deterioro cognitivo leve presentaron menos dificultad a la hora de emplear los prototipos, por otro lado, los pacientes con un deterioro cognitivo más severo necesitaron mayor acompañamiento.

Los aspectos descritos anteriormente se observaron a partir de la implementación de los prototipos, por lo que es importante comprender que una vez que estos prototipos sean desarrollados con el nivel y la calidad de una aplicación, en caso de que ocurra, como mínimo se espera que se cumplan y se repliquen los resultados obtenidos descritos en este trabajo. Sin embargo, en una aplicación desarrollada por especialistas en diseño y programación, los estándares de calidad a cumplir, se espera sean más altos que los alcanzados con los prototipos.

Además, otro aspecto que respalda la funcionalidad de los prototipos consiste puntualmente en que su construcción se dio a partir de requerimientos específicos, tanto de diseño como de uso y estímulo de habilidades puntuales por medio de tareas muy simples y apropiadas a las características de la población meta, es decir, sus objetivos se enfocan en necesidades específicas del usuario, están diseñadas a la medida. Todos estos requerimientos fueron facilitados por especialistas en diseño y en deterioro cognitivo, y fueron puestos a prueba en un primer acercamiento con pacientes del CID, teniendo resultados de corto plazo muy favorables, como su funcionamiento adecuado y aceptación por parte de los usuarios (pacientes y personal del CID). Por este mismo motivo se pueden comparar de manera muy positiva los prototipos, con las aplicaciones y herramientas descritas en el abanico de opciones no farmacológicas para el tratamiento en pacientes con deterioro cognitivo.

4.2. Trabajos Futuros

Un trabajo de investigación y creación de prototipos como el que se presenta en este documento, destinado a ofrecer aportaciones sobre una materia concreta, podría no tener fin, ya que cualquiera de los aspectos constituyentes de los prototipos siempre podría ser susceptible a un estudio de mejora. Por lo anterior, los autores comentan a continuación una serie de ideas para trabajos futuros en la misma línea de lo desarrollado en este documento.

En la búsqueda de contribuir con herramientas a la enseñanza de niños con alguna necesidad educativa se plantea el diseño de un juego con números, que funcione de manera similar al prototipo de Ubícalo & Ármalo, además, el desarrollo podría darse por medio de processing y reacTIVision.

Este juego puede tener diferentes actividades como, por ejemplo:

1. Formar números: el docente indica el número al discente y él debe formar el número con los fiduciales correspondientes.
2. Ordenar números: en esta actividad al usuario se le aparecen cierta cantidad de números y deben de ordenarlos según lo indicado por el docente.

Este juego serviría tanto para estudiantes de primaria como secundaria, ya que, se busca fortalecer y fomentar la habilidad de identificar y ordenar números, principalmente para estudiantes con NEE.

Se debe aclarar que se plantea la implementación en el CID del prototipo Ubícalo & Ármalo como uno de los trabajos futuros de los participantes del seminario.

Ahora, en el caso específico de los prototipos ¡Despeja la mesa! e ¡Introduce la figura! al ser creado en el software Blender se podría considerar desarrollar más niveles y aumentar el nivel de dificultad para brindar más opciones al usuario, introduciendo materiales con texturas típicas que los usuarios puedan conocer, ya que la elaboración de objetos texturados aumenta la cantidad de input sensoriales por parte del usuario y eso genera que el nivel de dificultad aumente.

A partir de estos prototipos se pueden desarrollar nuevas aplicaciones de características similares, como la opción de realizar una versión para dispositivos táctiles, donde no se requiera uso de teclados o mouse, para aprovechar además los dispositivos que se tienen en el hospital como por ejemplo el video beam interactivo con el que cuenta en la sala común; esto a su vez implicaría un nivel de dificultad superior, pues involucra además el movimiento del paciente para desplazar los objetos a lo largo de la pared.

También se puede proponer varios niveles con un enfoque distinto:

1. Como proceso de retroalimentación y que el usuario sea consciente del tiempo que tardó en resolver la situación, se utiliza el cronómetro.
2. Para fortalecer la atención alternante se sugiere que haya niveles en los cuales el usuario tenga varias opciones donde pueda introducir una figura, pero que solo una de las opciones sea válida.
3. Involucrar obstáculos que el usuario deba evadir o superar para cumplir con la tarea propuesta, estimula las funciones práxicas ideomotoras e ideatorias.
4. Para el trabajo de destrezas visomotoras y tareas puntuales se pueden generar órdenes específicas como por ejemplo solicitarle al paciente desplazar únicamente un objeto de forma, color o tamaño determinado.

Por otra parte, es importante hacer una validación estructurada de parte del personal de salud, con tareas diseñadas para objetivos terapéuticos específicos y que se contrasten con medios convencionales de ejercitar los pacientes en esos mismos aspectos y de esta manera verificar si los medios virtuales propuestos en este trabajo tienen efecto significativo sobre el paciente, después de esta verificación se puede garantizar.

Es importante recordar que las herramientas generadas en este trabajo son prototipos, es decir, no son un producto final y tampoco fueron creadas por especialistas en el ámbito de diseño y programación, por lo que se consideran un esquema de trabajo, donde especialistas se puedan basar para desarrollar aplicaciones que cumplan con los requerimientos planteados en los prototipos.

En el ámbito de las NEE, las aplicaciones pueden ser adaptadas para que los estudiantes manejen temas simples enfocados a las áreas de geometría y a la lógica matemática:

1. En un aspecto geométrico los estudiantes pueden aprender nombres de figuras geométricas, saber qué características tiene cada figura, poder comprender que el tamaño de la figura tiene que ir asociado al tamaño del agujero.
2. Con respecto a la lógica matemática, cada estudiante puede desarrollar habilidades básicas como, generar estrategias para resolver ejercicios.

5. Referencias

Amazon. (2017). *Amazon apuesta por la realidad aumentada con Sumarian*. <https://www.trackglobe.com/general/amazon-apuesta-por-la-realidad-aumentada-con-sumerian>

Anónimo (2008). *Caja Duero creará un centro de teleasistencia para acercar las nuevas tecnologías a colectivos sociales dependientes*. Agencia Iberoamérica para la difusión de la ciencia y la tecnología. Recuperado de <https://www.dicyt.com/noticias/caja-duero-creara-un-centro-de-teleasistencia-para-acercar-las-nuevas-tecnologias-a-colectivos-sociales-dependientes>

Anónimo (2011). *Realidad Aumentada y Periodismo*. Recuperado de <https://realidadaugmentadayperiodismo.blogspot.com/p/que-es-realidad-aumentada.html>

Anónimo (01 de marzo de 2012). *e-labora: nueva aplicación de realidad aumentada de apoyo a los discapacitados*. Digital AV Magazine. Recuperado de <https://www.digitalavmagazine.com/2012/03/01/e-labora-nueva-aplicacion-de-realidad-aumentada-de-apoyo-a-los-discapacitados/>

Anónimo (2018). *Bitbrain: ¿Qué es la atención, tipos y alteraciones?*. Recuperado de <https://www.bitbrain.com/es/blog/atencion-cognitiva-concentracion>

Anónimo (2018). *Test de Wisconsin. Evaluación de las funciones superiores*. Stimulus. Recuperado de <https://stimuluspro.com/blog/test-de-wisconsin-evaluacion-de-las-funciones-superiores>

Arreguín-González, I. J. (2013). *Sinapsis y memoria procedimental*. Arch Neurocién (Mex), 18(3), 148-153.

Arriola, E., Carnero, C., Freire, A., López, R., López, J., Manzano, S., & Olazarán, J. (2017). *Deterioro cognitivo leve en el adulto mayor*. Sociedad Española de Geriatria y Gerontología (SEGG). Madrid.

Arroyo-Anlló, Eva M, Díaz-Marta, Juan Poveda, & Chamorro Sánchez, Jorge. (2012). *Técnicas de rehabilitación neuropsicológica en demencias: hacia la ciber- rehabilitación neuropsicológica*. *Pensamiento Psicológico*, 10(1), 107-127. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-89612012000100008&lng=en&tlng=pt.

Basurto, L. (2016). *Realidad Virtual*, disponible en: <https://realidavmultimedia.wordpress.com/hardware/>

Beltrán-Pellicer, P. (2017). *Modelado e impresión 3D como recurso didáctico en el aprendizaje de la probabilidad*. *Épsilon*, 34(95), 99-106.

Benedet, M. J. (2002). *Neuropsicología cognitiva: aplicaciones a la clínica ya la investigación. Fundamento teórico y metodológico de la neuropsicología cognitiva*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Secretaría General de Asuntos Sociales, Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO).

Bolestsis, K. (2016). *Smartkuber*. Recuperado de: <http://www.smartkuber.com/#about>

Bolestsis, K. (2016). *Augmented Reality Serious Gaming for Cognitive Health. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in Computer Science*. Norwegian University of Science and Technology.

Bordignon, F. R. A., Iglesias, A. A., & Hahn, Á. (2018). *Diseño e impresión de objetos 3D*.

Buehler, E., Comrie, N., Hofmann, M., McDonald, S., & Hurst, A. (2016). *Investigating the implications of 3D printing in special education*. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*, 8(3), 1-28.

Cabero, J., Barroso, J., & Batanero, J., (2000). *Medios y nuevas tecnologías para la integración escolar*. *Revista de Educación*, 2, 253- 265. <http://ardilladigital.com/DOCUMENTOS/TECNOLOGIA%20EDUCATIVA/TICs/T6%20TICS%20Y%20NEE/CABERO%20integracion%20esc..pdf>

Carballo-García, V., Arroyo-Arroyo, M. R., Portero-Díaz, M., & de León, J. R. S. (2013). *Efectos de la terapia no farmacológica en el envejecimiento normal y el deterioro cognitivo: consideraciones sobre los objetivos terapéuticos*. *Neurología*, 28(3), 160-168.

CCSS (2006-2020). *Hospital Nacional Psiquiátrico Manuel Antonio Chapuí y Torres*. Recuperado de <https://www.ccss.sa.cr/hospitales?v=22>

Chauhan, S. (2018). *Dementia and sculpture-making: Exploring artistic responses of people with dementia*. *Dementia*, 1471301218777446.

Climent-Martínez, G., Luna-Lario, P., Bombín-González, I., Cifuentes-Rodríguez, A., Tirapu-Ustárriz, J., & Díaz-Orueta, U. (2014). *Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas mediante realidad virtual*. *Rev Neurol*, 58(465), 75.

Contreras, L. (2020). *TOP 15 de lápices 3D para niños, aficionados y artistas*. Recuperado de <https://www.3dnatives.com/es/top-lapiz-3d-boligrafo-3d-160820182/>

De Castro Lozano, C. (2012). *El futuro de las tecnologías digitales aplicadas al aprendizaje de personas con necesidades educativas especiales*. *RED: Revista de Educación a Distancia*, (32), 7-43.

De Castro, A., Brussa, F., Sartorio, A. R., Vaquero, M., & Tedini, D. (2016). *4WindGame: Un juego de Armado de Piezas Asistido con una impresora 3D*. In XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2016).

De la Torre Cantero, J., Martín-Dorta, N., Pérez, J. L. S., Carrera, C. C., & González, M. C. (2013). *Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional*. *Revista de Educación a Distancia*, (37).

Fry, B. y Reas, C., (2001), *Processing* (Versión 3.5.3). Descargado de: <https://processing.org/>

Fundación Orange. (s.f). *Pictogram Room*.
<http://www.pictogramas.org/proom/init.do?method=gameTab>

Fundación Magtel 2012-2020. *Fundación Magtel instala su sistema Terapiam en Aprofis con el apoyo de Fundación Cajasur*. España: Fundación magtel. Recuperado de <https://www.fundacionmagtel.es/>

García, A. (1 de marzo de 2016). *Así funciona la "realidad mixta" de Microsoft*. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20160301/40122967080/microsoft-hololens-realidad-mixta-videos.html>

Garlinghouse, A., Rud, S., Johnson, K., Plocher, T., Klassen, D., Havey, T., & Gaugler, J. E. (2018). *Creating objects with 3D printers to stimulate reminiscence in memory loss: A mixed-method feasibility study*. *Informatics for Health and Social Care*, 43(4), 362-378.

Giraldo, M., & Ruiz, M. (2014). *Aprendizaje significativo del pensamiento espacial y sistemas geométrico, integrando las TIC a través de actividades lúdicas en el primer ciclo de básica* (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría en Informática Educativa. Universidad Libre. Santiago de Cali).

Historia de Luz (17 de noviembre de 2017). *HDL Terapiam, realidad aumentada para mejorar la movilidad de personas con discapacidad*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=NkSuBkOqJXw>

Hornof, A., Rogers, T., Halverson, T., Stolet, J. & Sato, L. (2008). *EyeMusic*. Recuperado de <https://www.cs.uoregon.edu/research/cm-hci/EyeMusic/>.

Cogniland. (5 de setiembre de 2014). *Inteligencia fluida vs Inteligencia cristalizada*. Recuperado de <https://cogniland.com/inteligencia-fluida-vs-inteligencia-cristalizada/>

Johnson, L., Adams, S., and Cummins, M. (2012). *The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium

Kaltenbrunner, M. y Bencina (2005), reactIVision (Versión 1.5.1). Descargado de: <http://reactivision.sourceforge.net/>

Levis, D. (1997). *¿Qué es la realidad virtual?*. Recuperado de <https://goo.gl/ESgvCZ>.

Lopez Escribano, C., & Sánchez-Montoya, R. (2015). *Scratch y Necesidades Educativas Especiales: Programación para todos*. *Revista De Educación a Distancia*, (34). Recuperado de <https://revistas.um.es/red/article/view/233521>

Ma, M., Jain, L. C., & Anderson, P. (Eds.). (2014). *Virtual, augmented reality and serious games for healthcare I* (Vol. 1). Berlin: Springer.

Maes, P. (2015). *EyeRing: A finger-worn visual assistant*. Roy Shilkrot. Recuperado de <http://alumni.media.mit.edu/~roys/>

Magic Leap (s.f). Recuperado de <https://www.magicleap.com/magic-leap-one>

Mascayano, F., Tapia, T., & Gajardo, J. (2015). *Estigma hacia la demencia: una revisión*. *Revista chilena de neuro-psiquiatría*, 53(3), 187-195.

Microsoft (s.f). *Microsoft HoloLens*. Recuperado de <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>

Moralejo, L., Sanz, C., Pesado, P. & Baldassarri, S. (abril 2014). *Avances en el diseño de una herramienta para la creación de actividades educativas basadas en realidad aumentada*. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación Especial*, volumen (12), pp. 8-14.

Moreno-García, A. M. (2016). *Impresión en 3D para la enseñanza de la geometría en 5º de primaria (Bachelor's thesis)*.

Muñoz, A. (28 de octubre de 2017). *¿Qué es Realidad Mixta?. Computer Hoy*. <https://computerhoy.com/noticias/software/que-es-realidad-mixta-70301>

Muñoz-Pérez, M. J., & Espinosa-Villaseñor, D. (2016). *Deterioro cognitivo y demencia de origen vascular*. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 17(6), 85-96.

Ochoa Angrino, S., & Cruz Panesso, I. (2007). *Wisconsin card sorting test en el estudio del déficit de atención con hiperactividad, trastornos psiquiátricos, autismo y vejez*. *Universitas Psychologica*, 6 (3), 637-648.

Organización Mundial de la Salud (2020). Recuperado de <https://www.who.int/ageing/features/faq-ageism/es/>

Ortega, P. (24 de enero de 2009). Definición de NEE. *Necesidades Educativas Especiales*. <http://neducativasespeciales.blogspot.com/2009/01/nee.html>

Pradas, M. (2009). *Necesidades Educativas Especiales*. Recuperado de <http://neducativasespeciales.blogspot.com/2009/01/nee.html>

Prendes, C. (2015). *Realidad Aumentada y Educación: Análisis de experiencias prácticas*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/368/36832959008.pdf>

Puente, A. (1985). *Wisconsin card sorting test. Test critiques*, 4, 677-682.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., [versión 23.3 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [5 de Abril del 2020].

Reese, D. G. (2017). *Potentials of 3D Map Printing for Individuals with Alzheimer's Disease* (Doctoral dissertation).

Roosendaal, T (2002), Blender (Versión 2.9). Descargado de: <https://www.blender.org/>

Saiz, J. y Moreno, P (2020). *Psiquiatría.com, definición atención sostenida*. Recuperado de <https://psiquiatria.com/glosario/atencion-sostenida>

Salvestrini, P. (12 de abril de 2014). *Habilidades Visomotoras*. Recuperado de <https://www.qvision.es/blogs/patrizia-salvestrini/2014/04/12/habilidades-visomotoras/>

Sánchez, M. (2016). *La evolución de la Impresión 3D*. Recuperado de PDF-Molero - Un viaje a la historia de la informática.pdf

Serradas, M. (18 de mayo de 2017). *PLEIQ: JUGUETE DE REALIDAD AUMENTADA PARA NIÑOS*. Recuperado de <http://marianserradas2.blogspot.com/2017/05/pleiq-juguete-de-realidad-aumentada.html>

Sosa, M. J. (2016). *Deterioro cognitivo en la vejez. ¿Fenómeno normal?*. Recuperado de https://sifp.psico.edu.uy/sites/default/files/Trabajos%20finales/%20Archivos/tfg_m.jose_sosa.pdf

Tak, S. H., Zhang, H., Patel, H., & Hong, S. H. (2015). *Computer activities for persons with dementia. The Gerontologist*, 55(Suppl_1), S40-S49.

Tobías, B., Pedro, J., Orcos Palma, L., Mainz Salvador, J., & Sáez Benito, D. (2018). *Propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos. Psicología, Conocimi4Wento y Sociedad*, 8(1), 139-166.

Tobías, P. J. B., Palma, L. O., Salvador, J. M., & Benito, D. S. (2018). *Propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos. Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 8(1), 162-193.

Varas, V., García, M., Serón, N., Orozco, S., Valdéz, J., Villagra, A., & Pandolfi, D. (2017). *Crear, estudiar y compartir: conocimiento en 3D*. In XII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET, La Matanza 2017).

Véliz, M. E., & Rodríguez, E. E. (2016). *Un dispositivo para hacer Matemática con los dedos*. In XII Congreso Argentino de Educación Matemática, Buenos Aires.

Villagra, A., Pandolfi, D., Varas, V., García, M. D. C., Serón, N., Mercado, V., ... & Valdéz, J. (2017). *Iniciativa 3D en la Escuela*. In XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017, ITBA, Buenos Aires).