



Utilización de realidad aumentada en el aprendizaje de personas con TEA

Alumno: Julio Ignacio Otero

Tutoría técnica: Mg. Nicolas Battaglia

Profesora de trabajo final: Dra. Marcela Samela

Trabajo Final de Carrera presentado para obtener el título de
Lic. en Gestión de Tecnología informática

Marzo, 2023

Dedicatoria

A mi mama, por siempre apoyarme de forma incondicional en cada uno de mis proyectos, que, aunque no esté presente en este plano, siempre está conmigo.

Agradecimientos

A Karina Jurado, por acompañarme en todo momento.

A Rafael Parra Toro, por haber compartido sus conocimientos sobre la realidad aumentada y por inspirar con su arte.

A Mariano Sosa, por haberme ayudado a crear mis primeras aplicaciones de realidad aumentada.

A todos los profesores de UAI y del Colegio Universitario Esteban Echeverría.

Resumen

En el presente Trabajo Final de Carrera se presenta una propuesta de solución tecnológica basada en realidad aumentada para dispositivos móviles, que pueda utilizarse como complemento para los tratamientos tradicionales de las personas diagnosticadas con trastorno del espectro autista.

En esta propuesta de intervención en el campo profesional se explicará en primer lugar en qué consiste la realidad aumentada, cómo funciona y cuáles son sus distintas clasificaciones según el tipo. Se identificarán sus principales características y se enunciaron cuáles son los usos e industrias más comunes en donde podemos encontrar realidad aumentada.

En segundo término, se indagará sobre el trastorno del espectro autista, manifestando cuáles son las principales características de esta patología. Se clasificarán los métodos de tratamiento ABA y TEACCH, dos de los más comunes para personas con TEA.

Además, se expondrán cuáles son las principales características que debe tener una tecnología para que pueda ser usada y aceptada por personas con TEA.

Se presentará una propuesta tecnológica basada en realidad aumentada para dispositivos móviles para incorporarse en los tratamientos de las personas con TEA, la cual está enfocada en la realización de actividades diarias.

A través de la realización de este trabajo se esperará identificar si la realidad aumentada es compatible con los métodos ABA y TEACCH.

Finalmente se definirá y diseñará una estrategia para la implementación de un prototipo de aplicación de realidad aumentada, detallando cuáles serán los recursos, tareas y arquitecturas adecuadas para llevar a cabo la propuesta.

Palabras clave: autismo, realidad aumentada, realidad mixta, realidad virtual

Abstract

The objective of this final degree project will be to propose a technological solution based on augmented reality for mobile devices, which can be used as a complement to traditional treatments for people diagnosed with autism spectrum disorder.

In this intervention proposal in the professional field, it will be detailed what augmented reality consists of, how it works and what are its different classifications according to the type. Its main characteristics will be identified and the most common uses and industries where we can find augmented reality were stated.

On the other hand, it will investigate what the autism spectrum disorder consists of, stating what are the main characteristics of this pathology. The ABA and TEACCH treatment methods will be classified, two of the most common for people with ASD.

In addition, the main characteristics that a technology must have so that it can be used and accepted by people with ASD will be exposed.

A technological proposal based on augmented reality for mobile devices will be presented to be incorporated into the treatments of people with ASD, which is focused on carrying out daily activities.

Through the realization of this work, it will be expected to identify if augmented reality is compatible with the ABA and TEACCH methods.

To finish the work, a strategy for the implementation of an augmented reality application prototype will be defined and designed, stating what will be the resources, tasks, and appropriate architectures to carry out the proposal.

Keywords: augmented reality, autism, mixed reality, virtual reality

Índice general

Estructura General del Trabajo	- 10 -
Capítulos.....	- 10 -
Capítulo 1 -introducción	- 11 -
1.1. Denominación del Proyecto.....	- 11 -
1.2. Descripción.....	- 11 -
1.3. Justificación	- 11 -
1.4. Marco Institucional.....	- 12 -
1.5. Objetivos.....	- 12 -
Capítulo 2 -Marco Teórico.....	- 14 -
2.1 Experiencias Inmersivas	- 14 -
2.2 Realidad Aumentada.....	- 14 -
2.3 Características Principales.....	- 16 -
2.4 Clasificación	- 17 -
2.4.1 Nivel 0 - Hiperenlaces con el mundo físico.....	- 17 -
2.4.2 Nivel 1 – Realidad aumentada basada en marcadores	- 17 -
2.4.3 Nivel 2 – Realidad aumentada sin marcadores (Markerless).....	- 18 -
2.4.4 Nivel 3 – Visión aumentada.....	- 19 -
2.5 Uso de la Realidad Aumentada	- 20 -
2.5.1. Educación.....	- 21 -
2.5.2. Videojuegos	- 23 -
2.5.3. Redes sociales	- 26 -
2.5.4. Publicidad	- 28 -
2.5.5. Turismo	- 30 -
2.6. Realidad Aumentada y Realidad Virtual	- 31 -
2.6.1. Realidad Mixta.....	- 32 -
Capítulo 3 - Trastorno del espectro autista	- 34 -
3.1. Definición	- 34 -
3.2. Métodos de tratamiento	- 35 -
3.2.1. Método ABA.....	- 35 -
3.2.2. Método TEACCH	- 37 -
3.3. TEA y la tecnología.....	- 39 -

3.3.1.	Características	- 41 -
3.3.2.	Aplicaciones TEA	- 42 -
3.3.2.1.	Virtea	- 42 -
3.3.2.2.	DictaPicto	- 43 -
3.3.2.3.	TEAPP	- 44 -
Capítulo 4 – Prototipo AR-TEA		- 45 -
4.1	Diseño de prototipo	- 45 -
4.2.	Especificaciones técnicas	- 48 -
4.3.	Unity	- 48 -
4.4.	Vuforia Engine	- 50 -
4.5.	Recursos.....	- 51 -
4.6.	Cronograma de acción	- 53 -
4.6.1.	Descripción de tareas	- 53 -
4.7.	Evaluación del proyecto	- 54 -
4.7.1.	Factores externos condicionantes para el logro de resultados	- 56 -
Líneas futuras de trabajo		- 59 -
Acrónimos.....		- 60 -
Referencias.....		- 61 -

Índice de Figuras

Figura 1 Código QR.....	- 17 -
Figura 2 Marcador de realidad aumentada.....	- 18 -
Figura 3 Samsung Product Launcher AR	- 19 -
Figura 4 Google Glass	- 20 -
Figura 5 AR-Books	- 21 -
Figura 6 BMW AR.....	- 22 -
Figura 7 AR Chemistry.....	- 23 -
Figura 8 Microsoft Kinect.....	- 24 -
Figura 9 PlayStation Move	- 24 -
Figura 10 Pokémon GO	- 26 -
Figura 11 Flappy Bird.....	- 27 -
Figura 12 Filtro Instagram UAI creado por Julio Otero.....	- 28 -
Figura 13 Campaña Get It Uncensored	- 29 -
Figura 14 Aplicación de realidad aumentada Ikea Place.....	- 30 -
Figura 15 Realidad aumentada basada en geolocalización	- 31 -
Figura 16 Gafas de realidad virtual	- 32 -
Figura 17 Realidad mixta.....	- 32 -
Figura 18 Juego de asociación de vocales.....	- 38 -
Figura 19 Juego de reconocimiento de animales.....	- 38 -
Figura 20 Aplicación de realidad virtual Virtea.....	- 42 -
Figura 21 Aplicación DictaPicto	- 43 -
Figura 22 Aplicación Teapp.....	- 44 -
Figura 23 Pictogramas ABA para capacitación de higiene personal	- 46 -
Figura 24 Prototipo AR-TEA creado por Julio Otero	- 47 -
Figura 25 Unity 3D	- 49 -
Figura 26 Unity Asset Store	- 50 -
Figura 27 Vuforia Engine target manager.....	- 51 -
Figura 28 Lista de recursos	- 52 -
Figura 29 Cronograma de acción.....	- 53 -
Figura 30 FODA	- 55 -

Figura 31 <i>Gráfico de USD a ARS (últimos cinco años)</i>	- 56 -
---	--------

Estructura General del Trabajo

La estructura general de este trabajo está definida por cuatro (4) capítulos en los cuales se abordarán los principales aspectos teóricos y prácticos del uso de la realidad aumentada en la capacitación y aprendizaje.

Capítulos

En el capítulo I, denominado Introducción se presenta el diseño y la fundamentación de una propuesta de intervención, describiendo cuales son los principales objetivos.

En el capítulo II, denominado Marco Teórico se analiza distinta bibliografía referida a tecnologías emergentes y realidad aumentada. Este capítulo detalla el concepto de experiencias inmersivas. La realidad aumentada y la virtual. Manifestando cuales son las principales características y usos de la realidad aumentada con el fin de exponer porque se seleccionó la realidad aumentada para este proyecto. Además, incluye ejemplos de empresas que emplean realidad aumentada.

El capítulo III, se centrará en explicar en qué consiste el trastorno del espectro autista con el fin de entender más en detalle de qué se trata. Se abordará cómo es la relación de personas con este trastorno y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, y como el uso de estas puede ayudar a mejorar su aprendizaje y capacitación. Se presentarán los modelos de tratamiento ABA y TEACCH.

En el capítulo IV, se plantea el diseño y las especificaciones de la propuesta de intervención, la cual consiste en presentar una aplicación de realidad aumentada orientado a las tareas y actividades diarias que desarrollan las personas con TEA. El prototipo cubrirá tareas como la higiene personal, aprendizaje de números, formas, colores, actividades didácticas para el aprendizaje de apareo y reconocimiento de objetos mediante el uso de pictogramas.

Capítulo 1 -introducción

1.1. Denominación del Proyecto

El presente proyecto denominado AR-TEA, consiste en una propuesta de intervención en el campo profesional en el que se plantea incluir realidad aumentada en la realización de las actividades cotidianas de las personas con TEA. El proyecto estará basado en metodologías y tratamientos tradicionales.

1.2. Descripción

A través del proyecto AR-TEA se buscará determinar de qué manera pueden las tecnologías emergentes, más precisamente en la realidad aumentada, complementarse con los métodos tradicionales de tratamientos terapéuticos de las personas con trastorno del espectro autista.

Se presentará una estrategia de planeación y un plan de acción para poder llevar el proyecto a cabo y se concluirá con el diseño de un prototipo de aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles, principalmente basados en la información relevada acerca de los métodos de tratamiento tradicionales ABA y TEACCH, adaptándolos conforme a distintos materiales otorgados por el Centro Aragonés para la Comunicación Aumentativa y Alternativa, conocido por la sigla ARASAAC. No se crearán nuevos tratamientos ni modelos, si no que se transformaran digitalmente los ya utilizados.

1.3. Justificación

En la presente propuesta de intervención se incorpora el uso de tecnología inmersiva en los tratamientos de personas con TEA, con el fin de mejorar sus habilidades sociales y disminuyendo la brecha digital que existe en la actualidad. Considerando que actualmente gran parte de la población argentina tiene acceso a dispositivos móviles, en relación con otras herramientas de realidad aumentada como computadoras con cámara web integrada o lentes de realidad aumentada, y que las personas con TEA se sienten atraídas por los estímulos visuales, se propone crear una aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles con sistema operativo Android.

Las funcionalidades de la aplicación estarán basadas en los modelos de terapia ABA y TEACCH debido a que ambos hacen un gran hincapié en los estímulos visuales, y estarán pensadas para que se puedan adaptar y personalizar las imágenes, pictogramas, videos y todos los recursos

audiovisuales incluidos según los gustos y preferencias de la persona que utilizará la aplicación con el fin de reducir posibles situaciones de estrés y de incertidumbre.

Este proyecto involucra a los siguientes actores:

1. Personas diagnosticadas con TEA: se adaptarán las herramientas según sus necesidades y actividades cotidianas. Se utilizará la tecnología como complemento o apoyo a su tratamiento habitual.
2. Personal de salud o educación: Se incluirán a los responsables de las terapias de las personas con TEA. Estas personas pueden ser psicólogos, acompañantes terapéuticos o maestros. Son los encargados de acompañar a las personas con TEA en el desarrollo de su tratamiento. Se realizarán entrevistas y observaciones a estos actores con el fin de adecuar y diseñar las herramientas según lo relevado, de forma tal de que la tecnología utilizada sea funcional a las actividades del personal de salud y educación. Así mismo se crearán tutoriales y manuales explicativos para que la incorporación de la tecnología sea de forma gradual y orgánica.
3. Familiares de personas con TEA: involucrados en el desarrollo de las personas con TEA fuera del ámbito educativo.

1.4. Marco Institucional

Esta propuesta de intervención está dirigida principalmente a las personas con trastorno del espectro autista incluyendo también, a todos los actores involucrados en los distintos tratamientos de estos trastornos, como ser médicos, psicólogos, auxiliares terapéuticos, familiares etc., y a los centros terapéuticos, con el fin de poder adaptar los tratamientos tradicionales haciendo uso de tecnología emergente.

1.5. Objetivos

El objetivo principal del proyecto AR-TEA es brindar una solución tecnológica basada en realidad aumentada para dispositivos móviles, que pueda ser utilizada como complemento o apoyo para los tratamientos tradicionales enfocados en mejorar el desempeño y desarrollo de las personas con TEA principalmente en actividades cotidianas con el propósito de ayudarlas a superar situaciones de incertidumbre que puedan provocarles estrés.

Los objetivos particulares del proyecto son:

- Indagar de qué manera el uso de tecnologías emergentes podría mejorar la comunicación de las personas con TEA y ayudar al desarrollo de habilidades sociales
- Exponer cómo puede la realidad aumentada ayudar a las personas con TEA en la realización de actividades cotidianas
- Comprender cómo pueden las tecnologías reducir la incertidumbre que pueden llegar a enfrentarse las personas con TEA en sus actividades cotidianas
- Detallar cómo puede complementarse los métodos de tratamiento tradicionales con la realidad aumentada

Capítulo 2 -Marco Teórico

2.1 Experiencias Inmersivas

Las experiencias inmersivas consisten en crear entornos virtuales en los que el ser humano puede interactuar obteniendo una percepción distinta o ampliada de la realidad. En estos entornos inmersivos las personas pueden aislarse del mundo real entrando en interacción con objetos virtuales que no tienen presencia en un entorno físico real. Dentro de las experiencias inmersivas podemos clasificar dos tipos: La realidad virtual y la realidad aumentada (Bockholt, 2017).

La realidad virtual es un entorno generado computacionalmente en el que las personas se sumergen por completo, es decir la interacción con el entorno físico real no existe. Solo es posible interactuar con el entorno virtual. Para poder hacerlo se utilizan dispositivos tecnológicos como cascos de realidad virtual o smartphones. Según Kusserow (2017) la realidad virtual posee dos características principales y son: “poder transportarnos a universos y escenarios que, de otra manera, serían imposibles de presenciar (...) y (...) el poder de empatía que se genera con los usuarios que la experimentan” (p. 158). La primera característica hace referencia a que es posible generar cualquier tipo de realidad sin importar el entorno físico real. Esta es una característica muy utilizada por los videojuegos. Y con respecto a la segunda característica, implica que se pierde la percepción de cuál es el mundo real y cuál es el virtual.

Por otra parte, existe otro tipo de realidad y es la realidad aumentada, y consiste en agregar computacionalmente información virtual a un entorno físico real por medio de algún dispositivo tecnológico.

Según plantea Papagiannis (2017) gracias a estas experiencias inmersivas el mundo puede transformarse para adaptarse a nuestro contexto, necesidades y preferencias. Por medio de la realidad aumentada la realidad se vuelve maleable y altamente personalizable.

2.2 Realidad Aumentada

La realidad aumentada (RA) es considerada como una forma de realidad virtual, aunque su principal diferencia es que en las experiencias de realidad aumentada las personas perciben el entorno físico real superponiendo cualquier tipo de información virtual (puede llegar a ser desde imágenes, videos, objetos 3d, texto, etc.) con el fin de agregar valor al mundo real. (González Morcillo et al., 2013, p. 1). Además, una diferencia con la realidad virtual, y a su vez, una de las

principales ventajas de la RA, es que es más fácil de acceder a ella, sin necesidad de usar hardware especializado.

Esto se debe a que podemos hacer uso de RA en dispositivos tecnológicos que son de fácil acceso o de uso común, como teléfonos celulares, tabletas, notebooks, cámaras web.

Hoy en día los seres humanos somos capaces de entender la realidad física por medio de los cinco sentidos (la vista, el oído, el olfato, el tacto y el gusto). La realidad aumentada se encarga de potenciarlos para que a través de información digital podamos agregar valor a nuestra realidad física. (Fundación Telefónica, 2011, p. 13)

La realidad aumentada combina la información física en tiempo real con información virtual por medio de diferentes dispositivos tecnológicos. Al combinar nuestro entorno físico real junto con información virtual se crea una nueva realidad donde tanto la información real como la información virtual llevan a cabo un papel fundamental. (Julio Almenara et al., 2016, p.49)

La realidad aumentada “tiene como fin expandir los límites de nuestra percepción del mundo como lo conocemos hasta ahora” (Kusserow, 2017, p. 161).

Una de las principales particularidades de la realidad aumentada como indica Prendes (Prendes, 2015, como se citó en Julio Almenara et al., 2016) “no reemplaza el mundo real por uno virtual, sino al contrario, mantiene el mundo real que ve el usuario complementándolo con información virtual superpuesto a lo real, de esta forma el usuario nunca pierde contacto con el mundo real”.

Para lograr una correcta sensación de integración entre el mundo real y el mundo virtual la RA se encarga de generar capas de información virtual que deben ser correctamente alineadas con la imagen del mundo real. (González Morcillo et al., 2013, p. 2).

Para que la realidad aumentada tenga un verdadero impacto real y definitivamente agregue valor a la experiencia humana, no deberá avanzar de forma aislada. Es decir, es necesario que se combine con otras tecnologías emergentes paralelas como, por ejemplo: los distintos sensores, Internet de las cosas (IoT), Machine Learning e inteligencia artificial.

2.3 Características Principales

Como ya definimos con anterioridad, la realidad aumentada consiste en añadir información virtual sobre la realidad. Sin embargo, solo podemos hablar de realidad aumentada cuando se cumplen las siguientes tres características planteadas por Azuma (Como se citó en Morcillo et al., 2013)

1. Combina mundo real y virtual: El sistema agrega información sintética a las imágenes percibidas del mundo real
2. Interactivo en tiempo real: bajo esta característica, por ejemplo, los efectos especiales de una película no pueden ser considerados realidad aumentada ya que no se producen de forma interactiva
3. Alineación 3D: la información virtual añadida debe poder ser tridimensional y debe estar alineada de forma coherente con el mundo real.

Al combinar estas tres características la realidad aumentada resulta muy interesante para los usuarios ya que mejora su experiencia e interacción con el mundo real, permitiendo añadir información virtual que resulta de gran utilidad para entender mejor o aumentar el mundo real.

Para entender cómo funciona un sistema de RA, es necesario mencionar cuáles son sus principales elementos básicos:

1. Elemento capturador de la realidad: pueden ser distintos tipos de cámaras de dispositivos tecnológicos, por ejemplo, la de los teléfonos celulares, algunas consolas de juego, cámaras web, cámaras integradas de notebooks, o los más recientes lentes o gafas de realidad aumentada.
2. Elemento sobre el cual proyectar y mezclar las imágenes reales con las virtuales: puede ser la pantalla de una computadora, la de un teléfono celular, la televisión a la cual está conectada una consola, o los lentes o gafas de realidad aumentada.
3. Elemento de procesamiento: tienen como principal objetivo procesar la información virtual y mezclarla de forma correctamente alineada con la información real.
4. Elemento activador de realidad aumentada: Aquí podemos encontrar distintos elementos a los cuales podemos llamar un activador de realidad aumentada. Puede ir desde elementos básicos como imágenes, códigos QR, códigos de barra, hasta los distintos componentes de un teléfono celular, como, por ejemplo, el GPS, brújula, acelerómetros, sensores, etc.

(Morcillo et al., 2013)

2.4 Clasificación

Los sistemas de realidad aumentada pueden clasificarse en cuatro niveles distintos dependiendo de su funcionamiento y de cuáles son las técnicas empleadas.

2.4.1 Nivel 0 - Hiperenlaces con el mundo físico

Los hiperenlaces con el mundo físico son considerados sistemas simples o iniciales. El activador de realidad aumentada en este caso es un código QR (Quick Response code). Un código QR, como podemos observar en la Figura 1, es una imagen que almacena información a través de una matriz de puntos. Es considerado como un código de barras avanzado, en estos se puede almacenar diferente tipo de información como enlaces, URLs, texto, SMS, direcciones de correo electrónico, etc. Los códigos QR tienen la particularidad de que son fáciles de crear, ya que existen distintas aplicaciones y sitios online para esto. La ventaja que tiene usar códigos QR como activador de realidad aumentada es que son elementos fáciles de reconocer al momento de ser enfocados por algún elemento capturador (José Ortega et al., 2012).

Figura 1

Código QR



Nota. Representación de un Código QR, tomado de Tendencias emergentes en Educación con TIC (p. 149), por José Ortega et al., 2012, Asociación Espiral.

2.4.2 Nivel 1 – Realidad aumentada basada en marcadores

En la realidad aumentada basada en marcadores, los activadores pasan a ser símbolos impresos en papel que representan algún tipo de información, ya sea objetos 3d, videos, imágenes y cómo podemos ver en la Figura 2 son más simples que los códigos QR. Son figuras básicas que

representan un patrón único y suelen estar formados por un cuadrado negro con algún diseño de color blanco en su interior. Al igual que los códigos QR estos son fácilmente reconocibles por elemento captador (José Ortega et al., 2012).

Figura 2

Marcador de realidad aumentada



Nota. Representación de marcador de realidad aumentada, tomado de Tendencias emergentes en Educación con TIC (p. 149), por José Ortega et al., 2012, Asociación Espiral.

2.4.3 Nivel 2 – Realidad aumentada sin marcadores (Markerless)

Dentro de la segunda clase de realidad aumentada, denominada sin marcadores, los elementos activadores de realidad aumentada ya dejan de ser los marcadores o los códigos QR. En este caso los activadores pueden ser distintos objetos, geolocalizaciones o imágenes complejas.

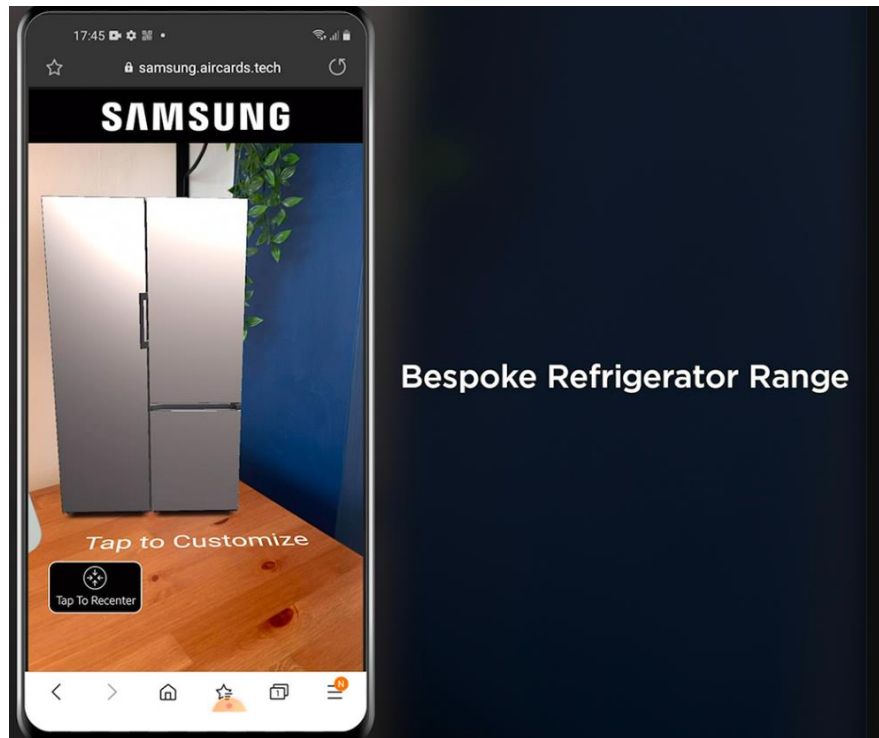
En el caso de los sistemas de realidad aumentada basada en geolocalización para lograr interactuar con los distintos marcadores se utiliza el hardware de los dispositivos móviles y se calcula cuál es la posición precisa del usuario y hacia dónde se encuentra apuntando el dispositivo para así poder superponer la información de interés necesaria sobre los distintos puntos relevantes del entorno donde se encuentra el usuario. Gracias al GPS se puede identificar la posición exacta del mismo, por medio de la brújula obtenemos la orientación del dispositivo y por último con el acelerómetro los distintos cambios de elevación. Para estos casos es necesario tener conexión a internet para obtener información en la red acerca de los distintos puntos de interés.

Por otro lado, vale aclarar que para los sistemas de realidad aumentada que utilicen algún objeto como elemento disparador es necesario contar con una imagen de referencia de éste, así cuando el elemento captador apunta contra el objeto en cuestión, la imagen de referencia es comparada contra el mismo y en caso de que coincidan se superpondrá la información adecuada (José Ortega et al., 2012).

Como podemos observar en la Figura 3, la marca de electrodomésticos Samsung utilizó la realidad aumentada para que, por medio de una aplicación, se pueda visualizar donde posicionar los productos dentro del hogar.

Figura 3

Samsung Product Launcher AR



Nota. Imagen de Aplicación de realidad aumentada sin marcadores creada por Samsung, adaptado de Samsung Product Launcher AR, por Matt Watson, 2020, PRWeb (<https://www.aircards.co/blog/smyle-engages-aircards-to-enhance-samsung-life-unstoppable-experience-using-web-ar>)

2.4.4 Nivel 3 – Visión aumentada

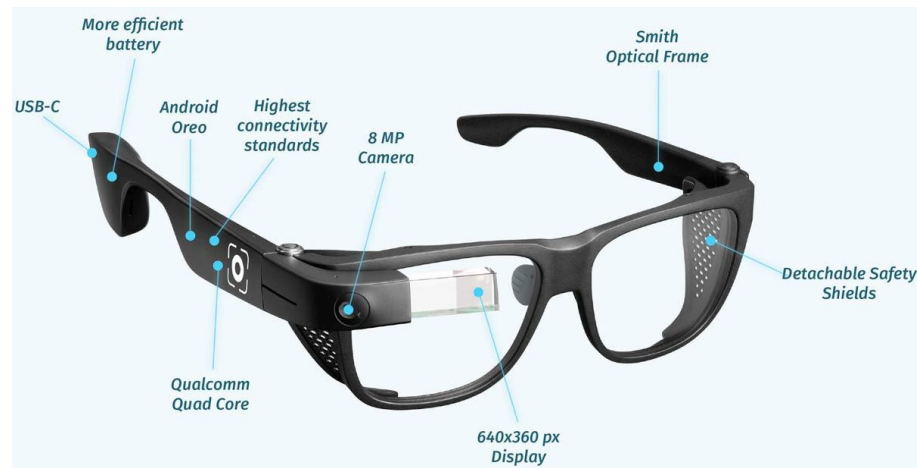
La visión aumentada es considerada como la forma más evolucionada de Realidad aumentada. Ya no es accesible desde dispositivos tecnológicos sencillos como computadoras y teléfonos móviles si no que en este nivel la realidad aumentada es incorporada mediante la utilización de gafas de Realidad aumentada, o gafas inteligentes. Estas gafas nos permiten ver nuestro entorno de forma aumentada, superponiendo información digital sobre el mundo real. A través del uso de estas gafas es posible obtener experiencias inmersivas en mayor grado con

respecto a los niveles anteriores debido a que se abarca todo el campo visual del usuario (José Ortega et al., 2012).

Uno de los casos más populares de esta clase de realidad aumentada es Google Glass. Un dispositivo creado por la empresa tecnológica Google en junio de 2012. Como se puede apreciar en la Figura 4, este producto consiste en unas gafas que contienen entre otros elementos, una cámara, un micrófono, sistema de procesamiento, sistema operativo dedicado, bluetooth, display y salida de audio para poder crear una experiencia inmersiva para el usuario. El principal mercado objetivo de este producto es la industria.

Figura 4

Google Glass



Nota. Componentes del dispositivo de realidad aumentada Google Glass, adaptado de Tech Specs – Glass, por Google, 2022, Google (<https://www.google.com/glass/tech-specs/>)

2.5 Uso de la Realidad Aumentada

La realidad aumentada es una tecnología altamente personalizable y adaptable. Es utilizada en distintos campos de aplicación e industrias. A continuación, se detallan algunos ejemplos de las principales industrias que utilizan realidad aumentada

2.5.1. Educación

La realidad aumentada permite nuevas formas de interacción con nuestro entorno, las cuales, han dado lugar a que esta tecnología se aplique en diversos ámbitos como en publicidad, entretenimiento, educación, etc. y es en educación el área donde esta tecnología podría ser especialmente valiosa.

Al ser una tecnología altamente personalizable y que puede llegar a generar gran interés en los usuarios, aumentando la motivación, puede usarse para facilitar aprendizajes más significativos. (José Ortega et al., 2012)

Algunos de los usos más significativos de la realidad aumentada en educación son los libros de realidad aumentada: consisten en libros educativos los cuales incluyen elementos virtuales como refuerzos visuales de los temas tratados. Los libros se imprimen de forma física tradicional y luego a partir de programas que instalan los usuarios en sus computadoras o dispositivos móviles es posible interactuar por medio de la cámara con modelos tridimensionales, videos, audios que son agregados al libro y activados por medio de algún tipo de marcador.

Uno de los primeros casos en popularizarse de libros que incluían realidad aumentada fue el de MagicBook, una serie de libros educativos creados por el grupo HIT de Nueva Zelanda y como se puede ver en la Figura 5, al enfocar un elemento capturador sobre el libro se agrega información virtual relevante (José Ortega et al., 2012).

Figura 5

AR-Books



Nota. Libro de realidad aumentada, adaptado de Engaging Books: Reading with Extended Reality, por Augray, 2022, Augray (<https://www.augray.com/blog/engaging-books-reading-with-extended-reality>)

Otro de los usos de realidad aumentada en educación es en el desarrollo de habilidades profesionales ya que puede utilizarse en dispositivos móviles para la formación práctica y para la recreación virtual de escenarios reales de trabajo.

Por ejemplo, la empresa automotriz BMW desarrollo un software para gafas de realidad aumentada, tal como se puede apreciar en la Figura 6, consiste en una aplicación para guiar a los empleados del servicio automotor durante la capacitación técnica en reparación y mantenimiento de un motor. Usando estas gafas el operador puede ver en tiempo real información útil sobre el motor que está reparando e inclusive puede ser guiado acerca del procedimiento de montar o desmontar piezas de éste (José Ortega et al., 2012).

Figura 6

BMW AR



Nota. Entrenamiento a empleados de BMW mediante la realidad aumentada, adaptada de Múnich Pilot Plant: BMW Group uses augmented reality in prototyping, por Carolin Seidel, 2020, BMW Group

(<https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0317125EN/munich-pilot-plant:-bmw-group-uses-augmented-reality-in-prototyping?language=en>)

También puede utilizarse la realidad aumentada para la creación de materiales didácticos, similares a los libros de realidad aumentada. estos materiales son un muy buen recurso educativo. Consisten en materiales que permiten visualizar modelos y objetos tridimensionales para interactuar. Uno de los primeros proyectos de materiales didácticos fue creado por la empresa desarrolladora de videojuegos Paradox D&D y nombrado AR Chemistry. Este proyecto consistía en una tabla periódica en la cual a través de la utilización de realidad aumentada permitía a los

alumnos aprender y conocer acerca de los elementos de la tabla de una forma más lúdica e interactiva. Como se puede apreciar en la Figura 7 mediante la realidad aumentada se muestra la estructura atómica de los elementos capturados y como pueden combinarse entre sí (José Ortega et al., 2012).

Figura 7

AR Chemistry



Nota. Aplicación educativa para aprender Química AR Chemistry, adaptada AR Chemistry o cómo aprender química con realidad aumentada, por Emilio Vegas, 2018, Emiliusvgs (<https://emiliusvgs.com/ar-chemistry-quimica-realidad-aumentada/>)

2.5.2. Videojuegos

La industria de los videojuegos es una de las principales en incorporar y crear experiencias inmersivas a partir de la realidad aumentada. Las primeras apariciones de videojuegos que comenzaron a incorporar esta tecnología surgieron en el año 2000, cuando se empezaron a realizar réplicas para computador de distintos juegos clásicos como el PacMan, que fue realizado por la National University Of Singapoure, o el exitoso juego de disparos en primera persona, que fue replicado por la Universidad del Sur de Australia. En ambos casos los usuarios debían cargar con computadoras portátiles y con distintos dispositivos lo que dificultaba la experiencia y usabilidad. (Fundación Telefónica, 2011).

Sin embargo, la industria de los videojuegos ha avanzado mucho y podemos destacar tres de los casos más conocidos del uso de realidad aumentada en videojuegos. El primero es el sistema Kinect desarrollado por Microsoft para su consola Xbox 360. Este sistema fue lanzado en noviembre del año 2010 y consiste en una interfaz natural capaz de reconocer gestos, voz, objetos e imágenes conformado por una cámara que funciona de elemento capturador como se puede ver en la Figura 8, un sensor de profundidad y un sistema de procesamiento el cual captura y calcula

en tiempo real el movimiento de un cuerpo. De esta manera los usuarios pueden interactuar con la consola sin la necesidad de contar con ningún periférico.

Figura 8

Microsoft Kinect



Nota. Microsoft Kinect para Xbox 360, adaptada de Kinect para Xbox 360, por Microsoft, 2010, Microsoft (<http://www.xbox.com/es-ES/Xbox360/Accessories/kinect/Home>)

El segundo caso más popular, es el de PlayStation Move, al igual que Kinect consiste en un sistema de detección de movimiento y reconocimiento de voz pero que a diferencia de éste, como se presenta en la Figura 9, se necesitan unos controles especiales denominados Motion Controller. Este sistema fue desarrollado por Sony y fue lanzado en septiembre del 2010 y es un complemento de la consola PlayStation 3 fabricada por la misma compañía. Uno de los juegos más populares de PlayStation Move fue el Move Fitness

Figura 9

PlayStation Move



Nota. Controles de movimiento para la consola PlayStation, adaptada de Controles de movimiento PlayStation Move, por Sony, 2022, Sony (<https://www.playstation.com/es-ar/accessories/playstation-move-motion-controller/>)

Por último, Pokémon Go se convirtió en el videojuego más popular de realidad aumentada para dispositivos móviles. Este juego fue desarrollado en conjunto por las compañías Nintendo y Niantic y lanzado por primera vez en julio de 2016. Este juego está disponible solo para dispositivos móviles que tengan sistema operativo iOS o Android y consiste en una aplicación de realidad aumentada basada en geolocalización con la cual el usuario al desplazarse por la calle podía visualizar distinto contenido gráfico interactivo mediante la cámara de su celular que lo lleva a tener experiencia una inmersiva de alto grado. El juego resultó altamente atractivo ya que consistía en que el jugador pueda capturar Pokemones con su teléfono para poder completar una colección con el fin de entrenarlos y hacerlos competir en batallas contra otros usuarios. Para jugar, el jugador obtiene la ubicación de dónde se encuentran los Pokemones y así poder ir a buscarlos. Como podemos ver en la Figura 10, una vez en esa ubicación, solo es necesario apuntar la cámara del dispositivo móvil hacia donde se indica que se encuentra el Pokémon para así poder visualizarlo a través de la pantalla, permitiendo al usuario interactuar con el mismo. Este juego fue una de las primeras aplicaciones en convertir la realidad aumentada en algo masivo y en la actualidad tiene más de trescientas millones de descargas en PlayStore y App Store. (Kusserow, 2017)

Gracias a su gran popularidad el Pokémon Go ha batido algunos récords Guinness. Algunos de los más interesantes son:

1. Mayor cantidad de usuarios activos para un Juego de realidad aumentada. Según las estadísticas en agosto del 2016 se encontraban alrededor de doscientos noventa millones de usuarios activos jugándolo.
2. El juego más descargado en dispositivos móviles en su primer mes con un total de ciento treinta millones de descargas en el mes de agosto del 2016.
3. La búsqueda en Google más popular en el mes de agosto del 2016.

(Guinness World Records, 2016)

Figura 10

Pokémon GO



Nota. Aplicación Pokémon GO, adaptada de Los mejores consejos y trucos de Pokémon GO, por Chris Hall, 2022, Pocket-lint (<https://www.pocket-lint.com/es-es/videojuegos/noticias/138270-mejores-consejos-de-pokemon-go>)

2.5.3. Redes sociales

Otro de los más populares y comunes usos de la realidad aumentada en la actualidad es sin duda en las redes sociales. Podemos ver realidad aumentada a diario en los distintos contenidos generados por plataformas como Instagram y Snapchat. Dentro de estas aplicaciones podemos disponer de gran variedad de elementos interactivos (objetos 3D, imágenes, animaciones, audio) al momento de sacar una foto o grabar un video para ser añadidos en tiempo real. La realidad aumentada en estas aplicaciones suele ser mal llamadas filtros.

Las posibilidades que brinda la realidad aumentada en las redes sociales son sumamente amplias, ya que podemos encontrar todo tipo de contenidos. Si bien la mayoría de éste suele ser orientado al entretenimiento, también podemos encontrar publicidades o herramientas educativas. En la Figura 11 podemos observar el popular videojuego de realidad aumentada para Instagram Flappy Bird, el cual consistía en controlar a nuestro personaje esquivando obstáculos, guiándolo mediante las expresiones faciales.

Figura 11

Flappy Bird



Nota. Juego de realidad aumentada Flappy Bird, Flappy Bird, el filtro-juego de Instagram donde tienes que parpadear para ganar, por Irene Sierra, 2019, Watmag (<https://www.thewatmag.com/creatividad/flappy-bird-filtro-juego-instagram-donde-tienes-que-parpadear-para-ganar>)

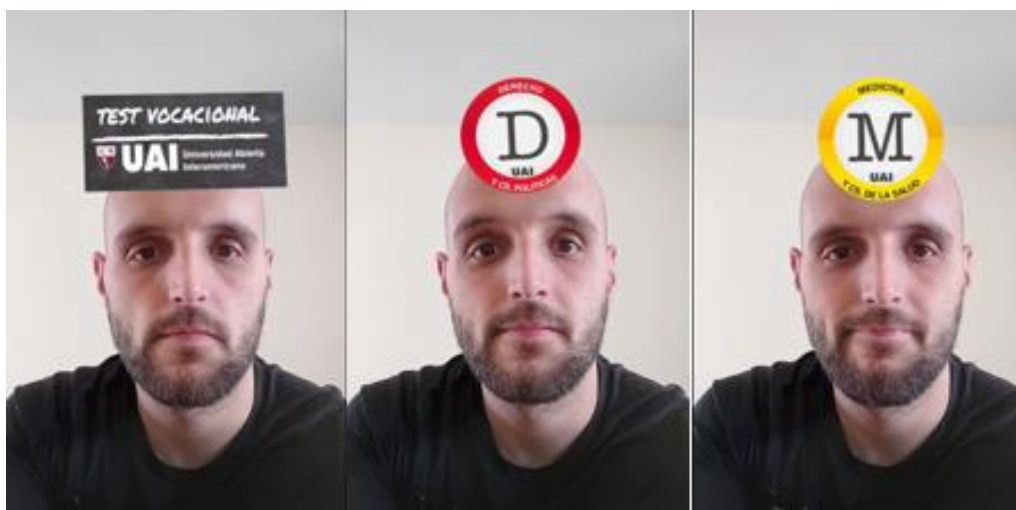
Para la construcción de realidad aumentada, Instagram ha lanzado la plataforma Spark AR la cual permite desarrollar contenido de realidad aumentada para ser publicado en esta red social. Una de las principales características de Spark AR es que ofrece distintos métodos de tracking ya optimizados, de forma tal que al momento de desarrollar contenido de realidad aumentada disponemos de distintas plantillas para facilitar la creación de estos. Algunos de los métodos de tracking que encontramos en Spark AR son:

1. Plane Tracking: permite detectar una imagen plana sobre el suelo
2. Face tracking: no solo nos permite trackear o identificar rostros, sino que también elementos más específicos como la boca, los ojos y sus respectivos movimientos (Abrir, cerrar, guiñar)
3. Hand tracking: Podemos identificar las manos y sus diferentes movimientos. (abrir o cerrar, desplazar)
4. Body tracking: es posible identificar cuando la cámara está enfocando a un cuerpo
5. Lighting Estimation: Es posible reconocer la iluminación de un objeto.

En la Figura 12 se podemos ver un filtro de realidad aumentada para Instagram creado mediante la plataforma Spark AR, el cual utiliza Face tracking para el posicionamiento de contenido.

Figura 12

Filtro Instagram UAI creado por Julio Otero



Nota. Filtro de Instagram UAI

2.5.4. Publicidad

Hoy en día son cada vez más las empresas y marcas que utilizan la realidad aumentada como otro medio para realizar sus acciones de campañas de marketing. El uso de realidad aumentada brinda principalmente la posibilidad de convertir algún objeto estático en una experiencia inmersiva, lo que proporciona mayor interactividad entre la marca y el usuario con respecto de las publicidades tradicionales. Como consecuencia de implementar tecnologías emergentes en el uso de la publicidad es posible generar mayor conocimiento de una marca y aumentar el engagement con el cliente gracias a la interacción entre las partes.

Algunos de los casos más destacados de uso de realidad aumentada en el ámbito de la publicidad son los de las marcas Calvin Klein y Ikea. En el primer caso, la reconocida empresa de moda lanzó en Estados Unidos en el 2010, la campaña de marketing Get It Uncensored (Consíguelo sin censura). En la cual luego de las reiteradas críticas recibidas por el uso de fotos de modelos publicitando sus productos en vallas publicitarias de la vía pública, como podemos ver en la Figura 13, decidieron colocar códigos QR en vallas de gran tamaño en las principales calles de Nueva York y Los Ángeles, donde al escanear dicho código con un Smartphone, el usuario podía acceder a distinto contenido multimedia vinculados con los productos de la última colección de la marca. Esta publicidad causó gran interés y curiosidad dentro del mundo de la publicidad, lo que la convirtió en una de las más populares de su momento. (Melo Bohóquez, 2018)

Figura 13

Campaña Get It Uncensored

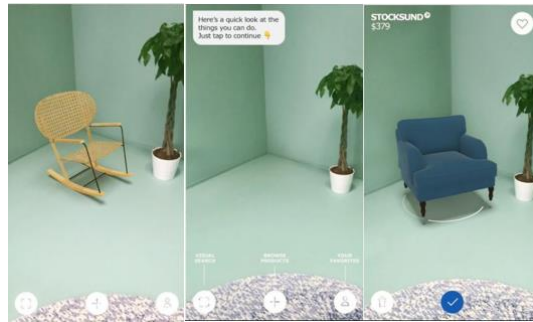


Nota. Campaña de marketing de Calvin Klein utilizando realidad aumentada, adaptada de Calvin Klein Jeans Replaces Racy Billboards with QR Codes, de Lauren Indvik, 2010, Mashable (<https://mashable.com/archive/calvin-klein-qr-code-billboard>)

En el caso de la reconocida empresa de fabricación y venta de muebles Ikea, se utilizó la realidad aumentada como parte de la estrategia de venta y publicidad. Para esto se lanzó una aplicación para celulares, en la que además de funcionar una tienda online, como podemos apreciar en la Figura 14, el usuario puede elegir distintos muebles disponibles del catálogo de productos de la empresa y por medio de la cámara de su celular y del uso de realidad aumentada visualizar a través de una experiencia inmersiva cómo se vería el producto seleccionado en un sitio en particular. Al utilizar imágenes renderizadas digitalmente en tres dimensiones de los distintos productos del catálogo, el usuario puede mover, rotar, agrandar los objetos de forma tal que le permita una mayor percepción de integración de los productos dentro del espacio físico (Cosmos, 2018)

Figura 14

Aplicación de realidad aumentada Ikea Place



Nota. Aplicación de realidad aumentada sin marcadores Ikea Place, adaptada de Ikea Place, su aplicación de realidad aumentada para decorar tu casa llega a los móviles Android con ARCore, de Cosmos, 2018, Xataka. (<https://www.xatakandroid.com/aplicaciones-android/ikea-place-su-aplicacion-de-realidad-aumentada-para-decorar-tu-casa-llega-a-los-moviles-android-con-arcore>)

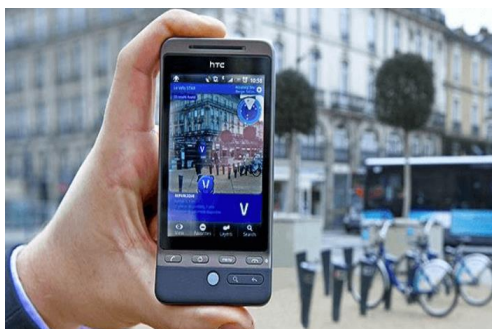
2.5.5. Turismo

Otro segmento en el que también se usa la realidad aumentada, es en el turismo, ya que mediante el uso de la geolocalización y los distintos sensores de los dispositivos móviles es posible superponer información relevante acerca de distintos puntos de interés, monumentos históricos, edificios, etc.

Un ejemplo de este tipo de aplicaciones que ha sido muy popular es Layar. Esta aplicación, como podemos ver en la Figura 15, permite agregar varias capas de información a gran variedad de sitios de interés y para lograrlo utiliza el hardware del dispositivo móvil (GPS, brújula, acelerómetro) para reconocer la correcta ubicación y orientación del usuario, y conexión a internet para recolectar toda la información disponible, extraída principalmente de fuentes globales como Wikipedia, Twitter, Google. Entre esas capas que permite agregar Layar a alguna zona turística específica, podemos encontrar información acerca de casas en venta, publicidad de los principales lugares comerciales (restaurantes, cines, teatros, centros comerciales), mapas de transporte público, hoteles disponibles, etc. (Fundación Telefónica, 2011).

Figura 15

Realidad aumentada basada en geolocalización



Nota. Aplicación de realidad aumentada basada en geolocalización aplicada para el turismo, adaptada de Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo, de Fundación Telefónica, 2011, Ariel.

2.6. Realidad Aumentada y Realidad Virtual

Es muy fácil asociar o confundir los términos de realidad aumentada y realidad virtual hoy en día. Si bien ambas tecnologías forman parte de las llamadas tecnologías inmersivas existen diferencias entre las dos. Por un lado, utilizando realidad aumentada podemos agregar valor al mundo real que percibimos a través de nuestros sentidos, pero sin dejar de tener contacto directo con la realidad, es decir, que la realidad existente no es reemplazada por una nueva generada virtualmente, sino que se le agrega información de interés para complementarla. Por lo contrario, la realidad virtual, como señala Bohórquez (2018) “sumerge a la persona en una realidad totalmente diferente a la real” (p. 2). Por medio de la realidad virtual es posible lograr introducir al usuario en un mundo generado virtualmente completamente distinto al mundo real, donde puede interactuar y manipular objetos y modelos creados virtualmente. En una experiencia inmersiva de realidad virtual la inmersión sensorial es de tan alto nivel que el usuario no tiene contacto con el mundo que lo rodea, solo puede interactuar con el mundo artificial virtualmente generado. Hoy en día es posible acceder a experiencias de realidad virtual, mediante los cascos de realidad virtual, o inclusive con los dispositivos móviles. Como se puede ver en la Figura 16, los cascos consisten en pequeños monitores o pantallas alojados en una vincha o visera, ocupando todo el campo de visión del usuario de modo tal que el usuario siempre vea solo lo que se ve a través de los cascos.

Figura 16

Gafas de realidad virtual



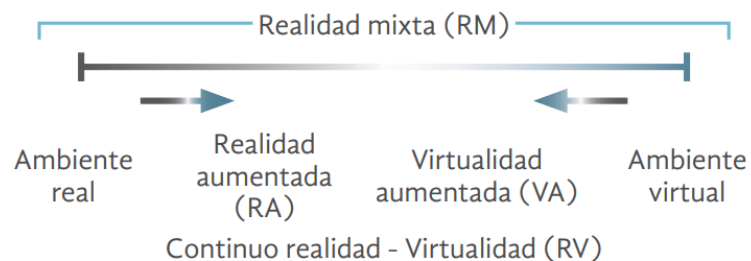
Nota. Gafas de realidad virtual Sony, adaptada de PlayStation VR, de Sony, 2022.
(<https://www.playstation.com/es-ar/ps-vr/>)

2.6.1. Realidad Mixta

Entre un entorno real y un entorno virtual puro esta la llamada realidad mixta y esta se divide en dos: la realidad aumentada que es más cercana a la realidad y la virtualidad aumentada que es más próxima a la virtualidad pura. En la Figura 17, podemos ver la relación que existe entre estos entornos (Melo Bohórquez, 2018, p. 3)

Figura 17

Realidad mixta



Nota. Gráfico de realidad mixta y componentes, adaptado de Realidad aumentada (RA): aplicaciones y desafíos para su uso en el aula de clase (p, 4), por Ruiz, et al, 2018, Educación y Ciudad, 35.

Existen cuatro principios fundamentales dentro de la taxonomía de la realidad mixta, y estos son:

1. Entorno real: donde el usuario interactúa directa y exclusivamente con el mundo real y el resultado puede tener o no equivalencia en un mundo virtual
2. La realidad aumentada: es la parte de la realidad que más se acerca a un entorno real, añadiendo elementos generados virtualmente al mundo real.
3. La virtualidad aumentada: es la parte más próxima al entorno virtual, en esta instancia se añaden objetos reales a un entorno generado virtualmente.
4. Realidad virtual: entornos contruidos en su totalidad de forma virtual donde el usuario interactúa. Encierra y sumerge al usuario en una experiencia inmersiva en la que puede navegar y manipular los objetos que están dentro de la realidad.

(Morcillo et al., 2013)

Capítulo 3 - Trastorno del espectro autista

3.1. Definición

El concepto trastorno del espectro autista es un término nuevo, es lo que en un principio se conocía como autismo infantil. Es un trastorno que se encuentra dentro de los trastornos generalizados del desarrollo. Estos tipos de trastornos se caracterizan por afectar las habilidades sociales para la comunicación o la presencia de comportamientos, interés y actividades estereotipados. (Mónica Sanroma-Gimenez et al., 2017)

Según el DSM-5 (APA, 2013), el manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales, algunas de las características principales de este trastorno son:

1. Dificultad en la comunicación social: Suelen existir dificultades persistentes en la comunicación y la interacción social en diversos contextos, dificultad tanto en la comunicación verbal y no verbal. Así mismo también pueden identificarse problemas para ajustar y adaptar el comportamiento a los diversos contextos sociales.
2. Conducta y comportamiento repetitivo: En las personas con trastorno del espectro del autismo, el interés comúnmente está marcado por actividades poco creativas y repetitivas. Los Movimientos suelen ser estereotipados y repetitivos. Preferencia por actividades monótonas y que no presenten incertidumbre. En algunos casos puede identificarse gran atracción por los estímulos sensoriales poco habituales.
3. Deterioro clínicamente significativo en lo social, laboral y otras áreas importantes.

Las personas que padecen este trastorno tienen una alteración notable de la comunicación, afectando el lenguaje verbal y el oral. Es fundamental para un buen tratamiento la detección precoz.

De acuerdo con Kanner (Como se citó en Guido Guzmán, Natalia Putrino, Felipe Martínez, Nicolas Quiroz, 2016) la descripción de este trastorno puede identificarse según los siguientes aspectos surgidos dentro de los primeros años de una persona:

1. Carencia de contacto afectivo hacia otros
2. Apego excesivo a rutinas
3. Anomalía en el habla o mutismo, ausencia de expresión verbal
4. Fascinación por ciertos objetos y destreza para su manipulación
5. Poco uso del lenguaje no verbal

6. Retraso en el desarrollo del lenguaje
7. Uso repetitivo del lenguaje
8. Nivel superior en habilidades visoespaciales y de memoria

En las personas diagnosticadas con trastorno del espectro autista suelen aparecer dificultades en la flexibilidad y la imaginación, como, por ejemplo:

1. Carencias en el desarrollo de juegos y actividades creativas. Solo interés por actividades y juegos repetitivos
2. Fijación en partes o detalles inusuales de los objetos
3. Resistencia al cambio, lo que genera ansiedad e inseguridad. Es importante poder anticipar y saber qué vendrá después.
4. Frecuencia de movimientos estereotipados

(Mónica Sanroma-Gimenez et al., 2017)

3.2.Métodos de tratamiento

En la actualidad existen muchas terapias y metodologías para el tratamiento y desarrollo de personas con TEA, pero como indica Guzmán et al. (2017), existen dos que cuentan con mayor aprobación de la comunidad científica. Una de las terapias es ABA o Applied Behavior Analysis y según su traducción al español significa Análisis de Conducta Aplicada. Este modelo fue desarrollado en Estados Unidos en el año 1987 por el Dr Ivar Lovaas, un psicólogo clínico e investigador del departamento de Psicología de la universidad de Los Ángeles, California. El otro modelo es el TEACCH o Treatment and Education of Autistic and related Communication Handicapped Children y según su traducción al español significa tratamiento y educación de niños con autismo y problemas asociados de comunicación. Este modelo fue desarrollado en Estados Unidos a principios de la década del setenta, por el Dr Eric Scholper, un psicólogo alemán encargado del departamento de investigación de la universidad de Carolina del Norte.

3.2.1. Método ABA

Según indica Guzmán, et al. (2018) el método de tratamiento ABA “tiene como método principal de enseñanza de habilidades (cognitivas, lingüísticas, académicas, motrices, de conducta, sociales, de juego), el aprendizaje estructurado según tareas discriminadas” (p. 4).

Para la implementación de este método es necesario dividir la habilidad o actividad que se desea enseñar en partes más pequeñas, y así enseñar una parte por vez. El inicio de cada tarea debe estar marcado por algún estímulo, el cual puede estar comprendido de una directiva, un modelo, distintas señalizaciones, o instigación física o verbal. Por último, al final de todas las tareas será presentado un elemento reforzador en caso de haber concluido correctamente la actividad. En el caso de no cumplir con la actividad de forma esperada no será otorgado tal refuerzo. Es necesaria la elección de un reforzador efectivo y acorde según cada persona y el nivel de dificultad que representa la actividad. Este reforzador también debe ser en proporción al desempeño en la realización de la actividad, es decir si se logró mediante instigación el refuerzo deberá ser distinto que si se logró de forma autónoma. Además, no se puede pasar a la siguiente tarea sin haber logrado la anterior de forma adecuada (Guzmán et al., 2018).

Este método no pretende que el aprendizaje se logre de forma mecanizada si no que intenta naturalizarlo, buscando tareas y actividades motivantes.

A medida que se van obteniendo resultados favorables en la implementación del modelo es necesario readaptar la estructura de las actividades realizadas. Esto se puede lograr a través de los siguientes cambios:

1. Buscar poco a poco desvanecer los estímulos o modificarlos, para así crear directivas o consignas más variadas y complejas.
2. Cambiar los refuerzos
3. Cambiar el ambiente de enseñanza: No solo se refiere a el contexto físico en el que se encuentra la persona, como por ejemplo dejar de realizar las actividades en un colegio o taller, para empezar a hacerlas en casa. Si no además a las personas involucradas, por ejemplo, incluir también a padres, parientes y no solo a profesores o acompañantes terapéuticos.

(Guzmán et al., 2018).

3.2.2. Método TEACCH

Según indica Guzmán, et al. (2018), al igual que el modelo ABA:

La terapia TEACCH, por su parte, también tiene como objetivo mejorar o potenciar distintas habilidades ya sea en déficit o en nivel superior de personas con TEA, pero está más orientado al ambiente educacional, grupal y prestando mayor importancia a los estímulos/antecedentes de la habilidad a desarrollar más que a los refuerzos y motivaciones de esta (p. 4).

La metodología TEACCH está enfocada en alcanzar una enseñanza estructurada y sus principales objetivos son fomentar la autonomía personal y motriz, ayudar a las personas con TEA a adaptarse a los distintos contextos, y mejorar las habilidades sociales.

Este método consiste en crear un ambiente que sea estructurado y predecible para actividades ya sea individuales o grupales destinadas a entrenar alguna habilidad en concreto.

Se deberá dividir la habilidad que se desea enseñar en distintos pasos y utilizar estímulos claros y concisos, para reducir la incertidumbre a la que se puedan llegar a enfrentar las personas con TEA. Como se puede apreciar en las Figuras 18 y 19, en este método se hace importante énfasis en los estímulos visuales, principalmente en pictogramas, imágenes o letreros, evitando los estímulos verbales, ya que a veces pueden ser contraproducentes. También pueden incluirse algunos conceptos académicos universales como colores, formas geométricas o números. Durante la implementación de este método se incluyen fases de relajación, ejercicios en conjunto con tareas didácticas de forma tal que el aprendizaje sea de forma lúdica. Con el fin de crear un ambiente adecuado y estructurado, el método TEACCH plantea adaptar y controlar los tres siguientes aspectos:

1. Tiempo: será necesario organizar las actividades en tareas cortas y claramente definidas
2. Espacio: será necesario organizar el ambiente de trabajo, ya sea un aula, una habitación, y deberá ser organizado por zonas de trabajo
3. Sistema de trabajo: será necesario adaptar todo el material visual, organizándolo y clasificándolo según su uso.

(Guzmán et al., 2018).

Figura 18

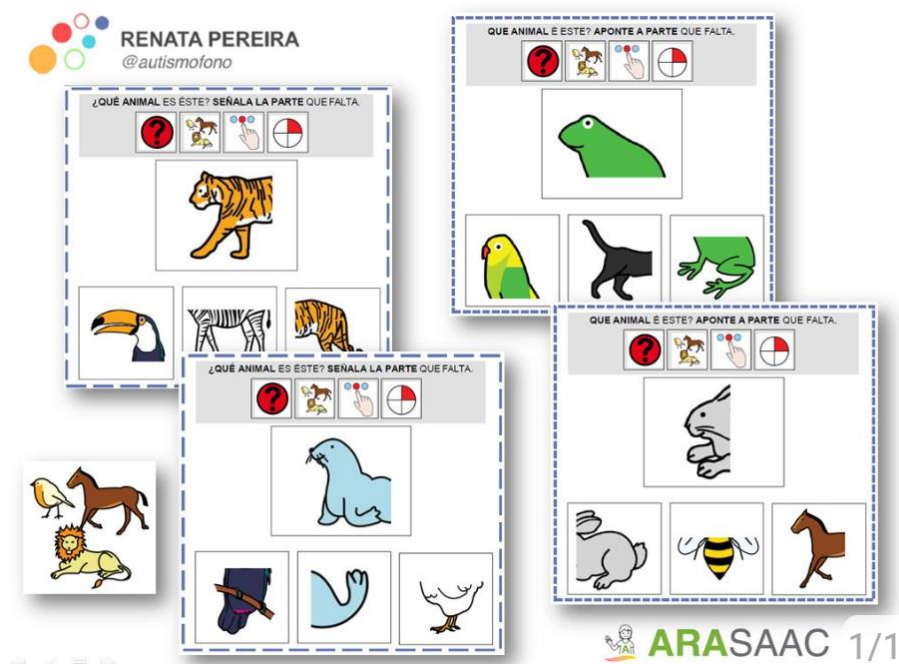
Juego de asociación de vocales



Nota. Juego de asociación de vocales por medio de pictogramas correspondiente al método TEACCH, adaptado de Material TEACCH: Caja de clasificación – por que vocal empieza, de José Manuel Marcos Rodrigo, 2022, Arasaac (<https://arasaac.org/materials/es/2001>)

Figura 19

Juego de reconocimiento de animales



Nota. Juego de reconocimiento de animales por medio de pictogramas correspondiente al método TEACCH, adaptado de ¿Qué animal es este? De Renata Pereira, 2021, Arasaac. (<https://arasaac.org/materials/es/2760>)

3.3.TEA y la tecnología

Con el pasar del tiempo, cada vez son más grandes los avances y las innovaciones tecnológicas, por lo que es indudable que la tecnología está cada vez más presente en la vida cotidiana de las personas. La tecnología ha cambiado en gran medida muchos aspectos del día a día del ser humano, como la comunicación, la conducta, los medios de información, y tantos otros.

Según la Unesco (2012), el uso de nuevas tecnologías facilita la accesibilidad, mejora la comunicación, el acceso al aprendizaje, el acceso a la información y por sobre todas las cosas favorece la adaptación al medio, principalmente en personas que tengan dificultades de expresión o deficiencia en la comunicación (p. 13).

De acuerdo con el aporte Goldsmith (Como se citó en Guzmán, et al, 2016), la utilización de las diferentes tecnologías, como pueden ser el uso de dispositivos móviles, dispositivos táctiles, o interfaces virtuales, por más que estas no se usen de alguna forma específica o dedicada para tratamientos de personas con TEA, forman un conjunto de herramientas de gran valor que pueden dar lugar a nuevas y mejores estrategias terapéuticas y de educación.

Para lograr acortar la brecha que existe entre la tecnología y las personas con TEA es fundamental generar estrategias para la implementación de recursos tecnológicos y garantizar que la tecnología no se vuelva una amenaza.

En un primer momento el uso de recursos tecnológicos en los tratamientos de personas con TEA solo estaba acotado a videos, audios, o la inclusión de computadoras de escritorio, generando que la interacción entre las personas y la tecnología sea baja. Pero hoy en día esa interacción está creciendo gracias al uso de tecnologías emergentes como la robótica y la realidad virtual.

Algunos de los beneficios de incluir a las tecnologías móviles en el desarrollo de las personas con TEA son:

1. Ofrecen un entorno controlable: reducen la incertidumbre y el estrés que pueden llevar algunas tareas.
2. Ayudan a mejorar la comunicación y las habilidades sociales
3. Ofrecen estimulación multisensorial: se obtienen mayores resultados utilizando estímulos visuales, antes que auditivos. Los refuerzos visuales logran que la información sea entendida y procesada de forma más orgánica en personas con TEA.
4. Aumentan la motivación y reduce la frustración
5. Fomentan la realización de actividades autónomas

6. Promueve el aprendizaje activo.
7. Pueden utilizarse para simular escenarios o situaciones cotidianas que generen estrés o frustración para ayudar a trabajar sobre ellas.
8. Minimizar situaciones inesperadas

(Giménez, et al. 2017).

A las personas con TEA les atrae el uso de tecnología, principalmente por la importancia que le dan a toda aquella información recibida visualmente. Al aprovechar los estímulos visuales que otorga la tecnología, aumenta considerablemente la motivación de las personas, favoreciendo a un aprendizaje más estructurado y significativo. Algunos de los aspectos a tener en consideración al momento de desarrollar o incluir distintas tecnologías para los tratamientos de las personas con TEA son:

1. Los materiales virtuales no sufren alteraciones, a diferencia de los materiales tradicionales como cronogramas, maquetas, pictogramas, que suelen desgastarse con el tiempo. Este contraste entre el material desgastado y la imagen conceptual que puede tener una persona con TEA de este puede causar situaciones de estrés.
2. Las personas con TEA que poseen poca iniciativa a realizar actividades repetitivas o que no son de su agrado, alcanzan mayor motivación al utilizar la tecnología para el desarrollo de estas.
3. Las tecnologías que se utilicen deben ser altamente personalizables y acordes a las necesidades del momento. Es fundamental generar un entorno confiable y conocido
4. Todo el material audiovisual virtual que se utilice tiene que estar sin excepción alguna. vinculado al contexto en el que se encuentra la persona con TEA

(Giménez, et al, 2017)

Las TIC pueden llegar a ser una alternativa, un complemento, y/o un apoyo para el aprendizaje y capacitación de personas con trastorno del espectro autista, ya que promueven un aprendizaje más significativo. Es necesaria la aclaración de que las TIC no reemplazan los métodos tradicionales y tampoco son siempre efectivas en todos los tratamientos, sino que son una herramienta más. La efectividad depende de cada caso en particular. Para que la utilización de la tecnología pueda ayudar en los distintos procesos, es necesario desarrollar estrategias que favorezcan la inclusión de estas en los tratamientos, se considera esencial la cooperación de todos

los actores involucrados, los mismos usuarios de las tecnologías, los familiares, los profesionales de la salud, los desarrolladores de aplicaciones, los distintos gobiernos, etcétera.

3.3.1. Características

La elección de la tecnología y el desarrollo de aplicaciones y programas especializados para el uso de personas con TEA son tareas que deben ser efectuadas a criterio. No todas las tecnologías son aplicables para todos los casos. Por lo tanto, la elección debe ser una responsabilidad compartida entre todos los actores involucrados.

En primer lugar, tal como se plantea Giménez, et al. (2017), existen algunos principios básicos para tener en cuenta al momento de elegir una tecnología o desarrollar una aplicación destinada a personas con TEA, y estos son:

1. La interfaz deberá ser visual y clara, de forma tal de reducir la incertidumbre al momento de interactuar con ella.
2. Los elementos como botones o imágenes deberán ser pictogramas. Como ya vimos con anterioridad las personas con TEA reconocen con mucha más facilidad los pictogramas a diferencia del texto.
3. Funcionamiento lógico. La aplicación o tecnología deberá satisfacer las necesidades de una forma que resulte coherente y familiar a las personas con TEA. Si las aplicaciones resultan complejas de usar, aumenta la posibilidad de que al utilizarlas las personas se sientan estresadas o frustradas, y como consecuencia no cumplirá su objetivo.
4. Deberá ser personalizable, de forma tal que se puedan adaptar a las distintas personas.

Siguiendo con estos lineamientos las tecnologías seleccionadas o las aplicaciones desarrolladas deben ser altamente intuitivas y sencillas, para así proporcionar una experiencia de usuario confortable, y por sobre todas las cosas deberán ser acordes a los métodos de tratamientos de las personas con TEA.

Al utilizar estas premisas a la hora de incluir tecnología en los distintos tratamientos, es posible ampliar y mejorar el desarrollo tanto social como educativo de las personas con TEA.

3.3.2. Aplicaciones TEA

En la actualidad existen algunos antecedentes de aplicaciones para dispositivos móviles dedicadas al tratamiento de personas con TEA. Algunas implementan realidad virtual y otros introducen los pictogramas en forma de juego.

3.3.2.1. Virtea

La empresa española desarrolladora de software y de aplicaciones para celulares Aicrumit creo en el año 2019 una aplicación de realidad virtual disponible tanto para celulares con Android como con IOS con el objetivo de ayudar a las personas con TEA. Según el sitio oficial de la empresa y cómo podemos apreciar en la Figura 20, esta aplicación “recrea distintos escenarios de la vida de una persona con TEA con el fin de facilitar la manera de afrontar situaciones fuera de su rutina habitual como, por ejemplo: ir al médico, cortarse el pelo, etc.”. Algunos de los beneficios que brinda esta aplicación son:

1. Anticipación: ayuda a las personas con TEA a prepararse y adaptarse a las distintas situaciones y contextos que no son frecuentes en su vida cotidiana.
2. Disminución del estrés: ayuda a disminuir el miedo y el estrés que puede llegar a enfrentar una persona con TEA al enfrentarse a situaciones poco habituales.
3. Calidad de vida: ayuda a las personas con TEA y a su entorno a mejorar su calidad de vida entrenándolos y preparándolos para la realización de actividades cotidianas.

(Virtea, s.f.)

Figura 20

Aplicación de realidad virtual Virtea



Nota. Aplicación de realidad virtual de asistencia médica Virtea, adaptada de Virtea, 2022, Virtea (<https://virtea.com>)

3.3.2.2. DictaPicto

DictaPicto es una aplicación para dispositivos móviles creada por la fundación de telecomunicaciones francesa Orange S.A. Esta aplicación está disponible tanto para Android como para IOS. Como podemos observar en la Figura 21, esta aplicación ayuda a las personas con TEA mediante el uso de pictogramas, a mejorar la comunicación y favorecer el acceso a la información y comprensión del entorno. Esto lo logra convirtiendo en tiempo real el lenguaje oral en información visual. Según informa la empresa creadora “La App está pensada para anticipar y secuenciar actividades de la vida diaria de forma flexible y en diferentes escenarios; facilitando la participación y la interacción del usuario con su entorno” (Fundación Orange, s.f.).

Figura 21

Aplicación DictaPicto



Nota. Aplicación de asistencia al lenguaje por medio de pictogramas DictaPicto, adaptada de DidactPicto, de Fundación Orange, 2022, Orange (<https://fundacionorange.es/aplicaciones/dictapicto-tea/>)

3.3.2.3. TEAPP

Teapp es una aplicación para dispositivos móviles creada por estudios IKKI, un estudio independiente de desarrollo de videojuegos y aplicaciones originaria de España. Como podemos ver en la Figura 22, esta aplicación está pensada como un videojuego para facilitar la comunicación y alentar el aprendizaje de personas con TEA. Consiste en un mundo tridimensional en el que podemos elegir entre varios personajes para ir explorando distintas islas, donde cada una de esas islas tiene una temática propia. En estas islas hay distintos juegos donde el usuario deberá identificar distintos sonidos, pictogramas y cumplir variados objetivos con el fin de ir desbloqueando recompensas. (Ikki, s.f.)

Figura 22

Aplicación Teapp



Nota. Juego para dispositivos móviles orientado a mejorar la comunicación de las personas con Tea llamada Teapp, adaptada de Teapp, Studios Ikki, 2019, Ikki (<https://studiosikki.com/teapp/>)

Capítulo 4 – Prototipo AR-TEA

4.1 Diseño de prototipo

El prototipo de aplicación AR-TEA contará con funcionalidades específicas para acompañar a las personas con TEA en la realización de sus actividades diarias. Estas funcionalidades estarán basadas en los modelos ABA y TEACCH. Para su diseño y definiciones funcionales se trabajará en conjunto con el personal de salud o educación, a través de entrevistas y observaciones, para que los mismos sean coherentes y afines a los tratamientos tradicionales. Estarán enfocadas en mejorar la comunicación, reducir el estrés causado por la incertidumbre frente a algunas situaciones cotidianas y en generar un aprendizaje significativo. La aplicación contará con variado contenido visual, como videos, imágenes, pictogramas, objetos tridimensionales, y los mismos serán personalizables. Utilizando un repositorio se podrá incluir estos elementos dentro de la aplicación, lo que permite que cada persona que utilice la aplicación se sienta familiarizada con la misma de forma tal que le resulte atractiva usarla. Como referencia de las distintas actividades se toman distintos modelos y materiales de la página oficial del Centro ARASAAC, un proyecto del Departamento de Educación y Cultura del gobierno de Aragón que ofrece materiales y recursos con el fin de facilitar la comunicación y la accesibilidad cognitiva de personas con TEA. Algunas de las funcionalidades que se proponen para comenzar un prototipo de la aplicación son:

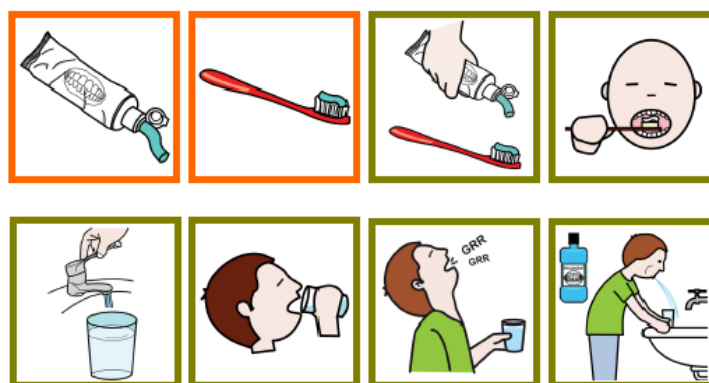
1. Clasificación – Identificación de letras vocales: Consistirá en una actividad lúdica en la que la persona debe identificar y clasificar los elementos según la vocal con la que empieza su nombre. Al utilizar la aplicación se nombrará una vocal, y luego la persona deberá apuntar con la cámara a los elementos que coincidan. Si el elemento coincide se mostrará una señal de éxito, de lo contrario no. Una vez clasificados todos los elementos se incluirá un elemento audiovisual como refuerzo de la actividad. Las imágenes, pictogramas, y los refuerzos involucrados serán personalizables.
2. Clasificación – Guardar cada cosa en su lugar: Se tratará en un tablero en el que se incluyen distintos elementos en forma de pictogramas. Esta actividad sirve para trabajar la discriminación visual y la semántica a través de la clasificación y categorización. La persona deberá elegir una clasificación y posteriormente enfocar con la cámara del celular los objetos que corresponden a esa clasificación. Si el objeto corresponde se mostrará una

señal de éxito, de lo contrario no. Una vez clasificados todos los elementos, se incluirá un refuerzo audiovisual.

3. Emparejamiento – Memotest: Consistirá en una actividad lúdica en la que la persona debe emparejar los distintos pares de pictogramas. Esta actividad permite trabajar la memoria y el reconocimiento visual. La persona deberá apuntar el celular a pictogramas nulos para ir descubriendo nuevos pictogramas. A medida que se van descubriendo los pares se van otorgando distintos estímulos audiovisuales. Tanto los pictogramas como los refuerzos serán personalizables.
4. Memoria secuencial: al principio de esta actividad se presentará una colección de pictogramas. Luego la persona deberá apuntar sobre los mismos con el celular intentando repetir el orden en el que se presentaron inicialmente. Al igual que las actividades anteriores, se mostrará un refuerzo en caso de llevar a cabo la actividad de forma satisfactoria.
5. Rutina de cepillado de dientes: consistirá en una tabla de recompensas para fomentar una rutina de lavarse los dientes. Al apuntar el celular al cepillo de dientes se presentarán pictogramas o videos con la descripción de los distintos pasos de la rutina. Al completar la actividad se mostrará un refuerzo audiovisual. En la Figura 23, podemos observar pictogramas propios del método ABA para la rutina de cepillado de dientes.

Figura 23

Pictogramas ABA para capacitación de higiene personal

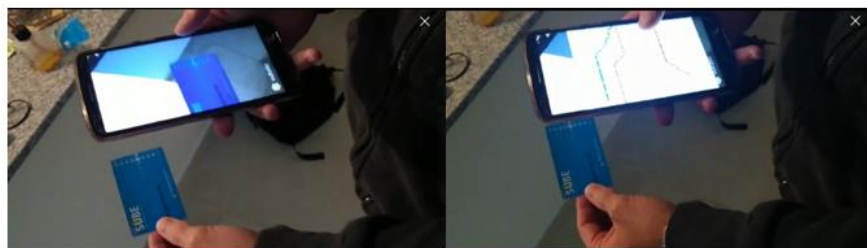


Nota. Pictogramas para capacitación en la higiene personal, adaptado de Rutinas para cepillado de dientes, de José Manuel Marcos Rodrigo, 2016, Arasaac (<https://arasaac.org/materials/es/1352>)

6. Llamadas de emergencia: Esta funcionalidad se basará en poder realizar llamadas de emergencias a números ya establecidos y configurados. Para poder lograr esto se enfoca con la cámara del celular al pictograma asociado. Automáticamente se dispara una llamada.
7. Viaje: Consistirá en una aplicación que mediante la representación de pictogramas se pueden anticipar situaciones de estrés o incertidumbre que puede probar viajar. En esta funcionalidad podemos configurar los distintos medios de transporte, las formas de viajar, y otras características. Como podemos observar en la Figura 24, mediante el prototipo AR-TEA se muestra un mapa en realidad aumentada al momento de enfocar con la cámara un elemento específico.

Figura 24

Prototipo AR-TEA creado por Julio Otero



Nota. Prototipo de funcionalidad de como viajar del proyecto AR-TEA

8. Repositorio de contenidos: La aplicación dispondrá con una interfaz para poder subir todo el contenido audiovisual y materiales al repositorio de Vuforia Engine. Esta tarea es fundamental para poder personalizar las funcionalidades según cada persona.
9. Estadísticas: La aplicación tendrá con una sección de estadísticas donde se almacenan datos de las distintas actividades, como por ejemplo cuántas veces se realizó cada una, en cuanto tiempo, etc. Esta funcionalidad es muy importante ya que permite llevar seguimiento de las actividades que realizan las personas y así medir su progreso y evolución.

4.2. Especificaciones técnicas

La construcción de la aplicación será realizada utilizando la plataforma de desarrollo del motor videojuegos multiplataforma Unity y se incorporará realidad aumentada implementando Vuforia Engine, un kit de desarrollo de software (SDK) dedicado para la creación de aplicaciones de realidad aumentada. La elección del motor de realidad aumentada y del entorno de desarrollo es debido a que, además de ser en la actualidad de los más populares, ambos poseen licencia gratuita en la mayoría de sus features. Además de que poseen una gran comunidad y material educativo disponible para conocer en detalle su funcionamiento, para programar el comportamiento de los distintos elementos de realidad aumentada los lenguajes de programación utilizados son C# y Java, dos de los lenguajes más populares.

4.3. Unity

Unity es un motor gráfico dedicado para juegos multiplataforma, ya que puede ser utilizado para crear aplicaciones para teléfonos móviles, computadoras y consolas de videojuegos. Este motor fue creado en el año 2005 por la empresa desarrolladora de software Unity Technologies. En la actualidad es uno de los más populares y utilizados para la creación de videojuegos. Entre las distintas funcionalidades y características que ofrece este motor podemos encontrar:

- Renderizado de gráficos 2D y 3D
- Motor físico
- Animaciones
- Sonidos
- IA
- Soporte para realidad virtual y realidad aumentada

(Unity, 2016)

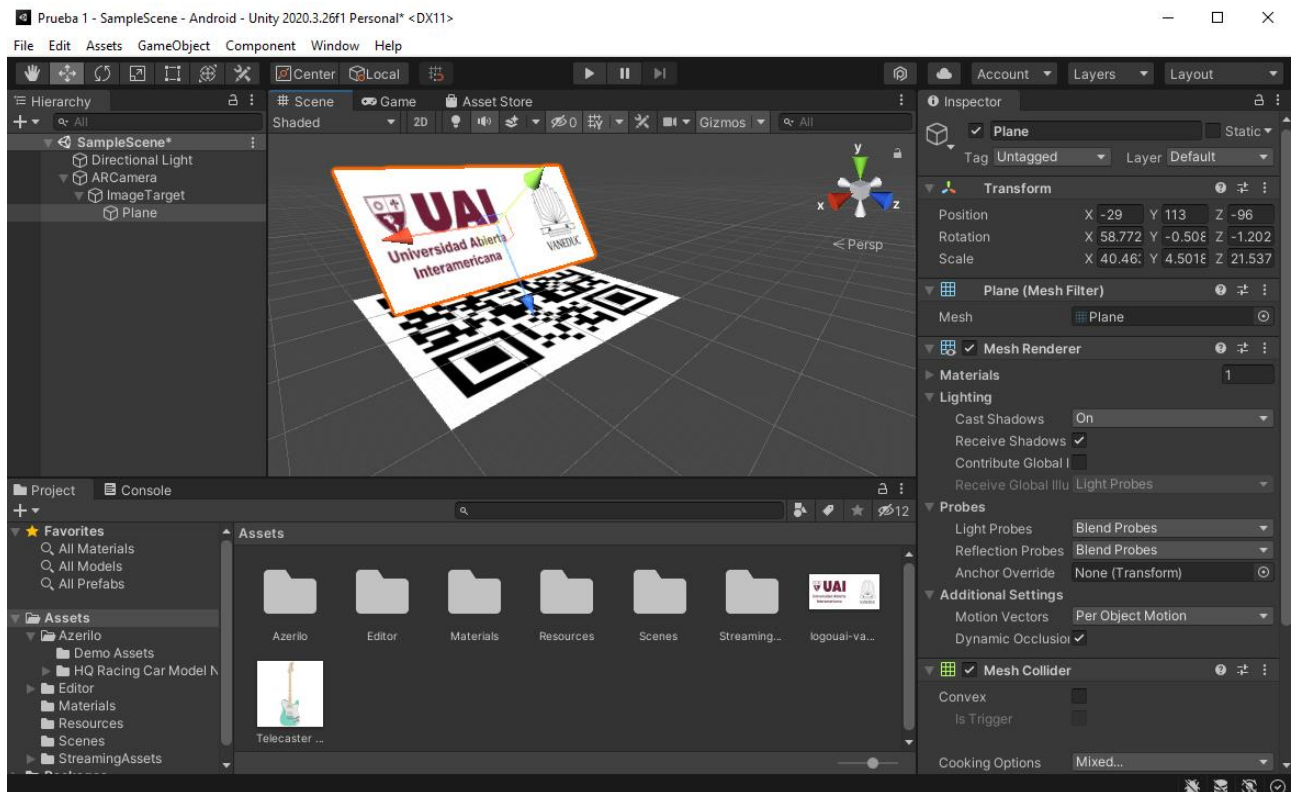
Para poder desarrollar videojuegos y aplicaciones incorporando este motor, existe Unity Editor. Un IDE que integra todas las herramientas necesarias para crear cualquier tipo de aplicación. Por medio de Unity Editor podemos crear escenas en dos y tres dimensiones, crear y manipular objetos, animaciones y todo tipo de modelo gráfico.

Además, Unity proporciona distintas librerías para poder interactuar con los elementos de una escena, utilizando el paradigma orientado a objetos se le puede dar comportamiento e

interactuar con ellos. Los lenguajes utilizados para esto son C# y Java. Este editor además posee integración con Visual Studio para poder crear y editar scripts. En la Figura 25, podemos ver cómo es la interfaz gráfica de Unity 3D (Unity, 2016)

Figura 25

Unity 3D

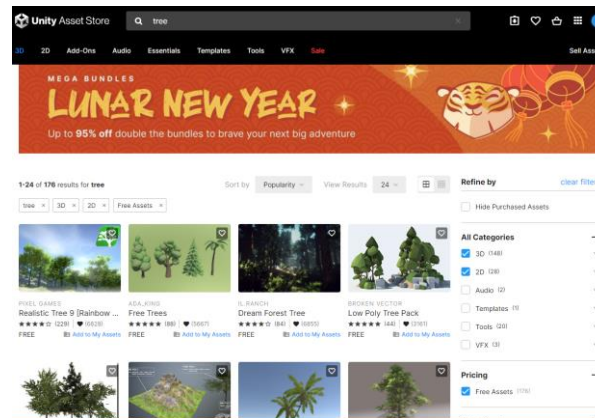


Nota. Desarrollo de una aplicación de realidad aumentada en Unity 3d

Para incorporar los distintos modelos gráficos, objetos 2D y 3D, etc., Unity ofrece una tienda llamada Asset Store donde se pueden encontrar y publicar los mismos. Como se puede ver en la Figura 26, esta tienda funciona como cualquier Marketplace, donde la comunidad aficionada intercambia, vende y compra todos los objetos de interés. Para la construcción de la aplicación se utilizarán solo los Assets que sean gratuitos (Unity, 2022)

Figura 26

Unity Asset Store



Nota. Mercado de Assets disponibles para Unity, adaptado de Unity Asset Store, Unity, 2022, Unity. (<https://assetstore.unity.com/>)

4.4. Vuforia Engine

Vuforia Engine es un producto de la empresa estadounidense dedicada al desarrollo de Software y soluciones digitales PTC. Según el sitio oficial de Vuforia Engine, en la actualidad es la plataforma más utilizada para el desarrollo de realidad aumentada, compatible con la mayoría de los teléfonos, tabletas y gafas, los desarrolladores pueden fácilmente agregar funciones de realidad aumentada a sus aplicaciones Android y IOS, para crear experiencias inmersivas que interactúen de manera realista con los objetos y el entorno. (PTC, 2021)

El paquete Vuforia Engine utiliza tecnología de Computer visión para poder reconocer y rastrear imágenes y objetos 3D en tiempo real. Este método permite posicionar y orientar objetos virtuales, como pueden ser videos, imágenes, otros objetos 3D, etc., en relación con objetos del mundo real al ser visualizados a través de una cámara capturadora. Además, proporciona distintas librerías y APIs basadas principalmente en C# y Java para la construcción de desarrollos nativos en IOS y Android.

Dentro de las principales características gratuitas que brinda Vuforia Engine podemos encontrar:

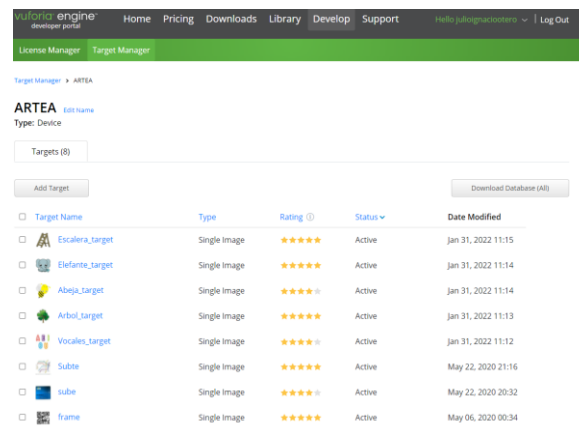
1. Image targets: son imágenes planas que se pueden rastrear y trackear. El motor compara las características naturales de lo que captura la cámara contra alguna imagen ya registrada en la base de datos de la aplicación. Una vez reconocida la imagen, ésta es trackeada para permitir agregar información sobre ella.

2. Multi Targets: se basa en crear una colección de distintas Image target que pueden ser combinadas de forma geométrica para generar objetos 3D. Esto permite detectar y trackear los distintos lados del objeto generado para poder agregar información en todos sus lados.
3. Model Targets: es la capacidad que tiene el Motor de realidad aumentada de reconocer y trackear objetos particulares del mundo real. El reconocimiento se basa en la forma del objeto y sus características geométricas. En la actualidad es empleado principalmente en fábricas e industrias.
4. Image Targets Manager: Como se puede ver en la Figura 27, consiste en un repositorio donde se pueden alojar las distintas imágenes que se usarán como Target. Los formatos de imágenes recomendados son PNG y JPG y estos no deben pesar más de 2.25 MB ni tampoco tener un ancho mayor a 320 pixeles. Esta funcionalidad es clave para la personalización de la aplicación, ya que se podrán guardar en el repositorio las imágenes seleccionadas para cada persona.

(Vuforia, 2021)

Figura 27

Vuforia Engine target manager



The screenshot shows the Vuforia Engine Target Manager web interface. At the top, there's a navigation bar with links like Home, Pricing, Downloads, Library, Develop, Support, and a user profile. Below this, the 'Target Manager' tab is active. The main content area shows the 'ARTEA' device selected. A table lists 8 targets, each with a checkbox, name, type, rating, status, and date modified. The targets are: Escalera_target, Elefante_target, Abeja_target, Arbol_target, Vocales_target, Subite, Lube, and Frame. All targets are of type 'Single Image' and have a status of 'Active'.

☐	Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
☐	Escalera_target	Single Image	★★★★★	Active	Jan 31, 2022 11:15
☐	Elefante_target	Single Image	★★★★★	Active	Jan 31, 2022 11:14
☐	Abeja_target	Single Image	★★★★★	Active	Jan 31, 2022 11:14
☐	Arbol_target	Single Image	★★★★★	Active	Jan 31, 2022 11:13
☐	Vocales_target	Single Image	★★★★★	Active	Jan 31, 2022 11:12
☐	Subite	Single Image	★★★★★	Active	May 22, 2020 21:16
☐	Lube	Single Image	★★★★★	Active	May 22, 2020 20:32
☐	Frame	Single Image	★★★★★	Active	May 06, 2020 00:34

Nota. Vuforia Engine target manager disponible para la versión de desarrollador de Vuforia, adaptado de Vuforia Engine (<https://developer.vuforia.com/target-manager>)

4.5. Recursos

A continuación, como podemos observar en la Figura 28, se detalla los distintos recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto AR-TEA

Figura 28*Lista de recursos*

ID	Tipo	Descripción
Analista	Humano	Responsable del diseño de la aplicación. Recopilador de datos. Encargado de la entrevista al acompañante terapéutico
Programador Jr./SemiSr	Humano	Responsable de la construcción y la documentación de la aplicación
3D Modeler	Humano	Encargado de crear y adaptar modelos y objetos en tres dimensiones para utilizar en la aplicación
Acompañante terapéutico	Humano	Junto con el analista son los encargados del diseño de la aplicación. Encargado de identificar las distintas casuísticas de la aplicación.
Smartphone con Android 4 o mas	Material	Dispositivo en el cual se ejecutarán las pruebas de la aplicación
Computadora	Material	Deberá tener un procesador I5 o superior, disco SSD, 16 GB RAM, y gráficos HD
Notebook o Tableta	Material	Básica, con paquete Office. Para documentación
Licencia Vuforia Engine	Material	Licencia gratuita
Licencia Unity Editor	Material	Licencia gratuita o estudiantil

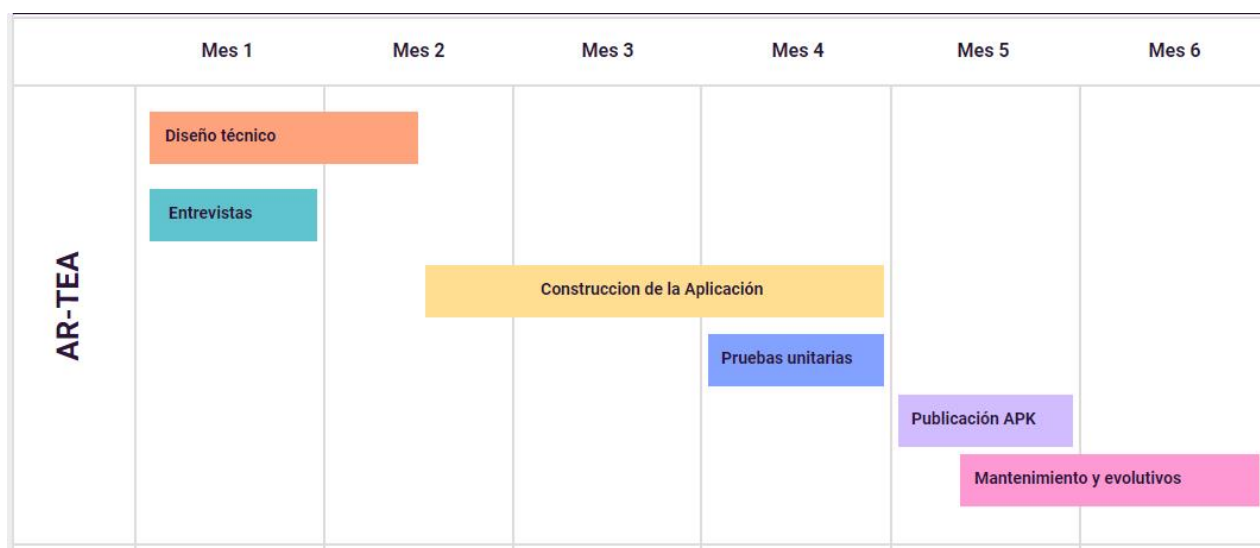
Nota. Lista de recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto AR-TEA,

4.6. Cronograma de acción

En la Figura 29, se presenta el diagrama de Gantt donde se expone un cronograma estimativo de tareas necesarias para la construcción y publicación de la propuesta.

Figura 29

Cronograma de acción



Nota. Cronograma de acciones y tareas necesarias para llevar a cabo el proyecto AR-TEA

4.6.1. Descripción de tareas

A continuación, se describen las principales tareas del cronograma de acción.

1. **Diseño técnico:** Esta tarea tiene una duración aproximada de 45 días y consiste en realizar el diseño de una aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles. Esta tarea tiene como principales entregables los documentos técnicos que detallan cuál sería el funcionamiento de la aplicación y sus distintas funcionalidades y cómo serán implementadas
2. **Entrevistas:** Esta tarea tiene una duración aproximada de 30 días y consiste en realizar entrevistas a personal de salud y educación, que se especializan en tratamientos de personas con TEA, con el propósito de relevar y definir los requerimientos del proyecto. Para la elaboración de los requerimientos no solo se tendrá en cuenta lo relevado, sino que también la opinión y experiencia del personal dicho personal.

3. Construcción de la aplicación: Esta tarea consiste en el desarrollo de la aplicación a partir de todo lo relevado en las tareas predecesoras. Se programarán las principales funciones y se modelarán los objetos 3D necesarios para incluir en la aplicación. La duración de esta tarea es de aproximadamente 75 días.
4. Pruebas unitarias: Esta tarea tiene una duración de 30 días y se realizará en paralelo con la etapa final de la construcción. Consiste en ejecutar todas las pruebas necesarias para optimizar y depurar la aplicación conforme a lo especificado.
5. Publicación Paquete de Aplicación Android (APK): Esta tarea consiste realizar el empaquetado de la aplicación y todos los Assets involucrados y luego publicar el paquete de aplicación Android en Google Play, la plataforma de distribución y comercialización de aplicaciones móviles para los diferentes dispositivos que poseen el sistema operativo Android.
6. Mantenimiento y evolutivos: Luego de la publicación de la aplicación se tomarán aproximadamente 45 días para realizar mantenimiento y mejoras evolutivas de la aplicación basándose en el Feedback de los distintos usuarios que la utilizarán y en las reseñas compartidas en Google Play.

4.7. Evaluación del proyecto

El proyecto AR-TEA puede considerarse un proyecto de carácter social, debido a que busca acortar la brecha digital existente en las personas con TEA. El proyecto no intenta reemplazar a los tratamientos tradicionales si no que busca ser un complemento digital ya que en la actualidad estos tratamientos son utilizados hace varias décadas por el personal de salud y terapéutico. Teniendo en cuenta esta consideración, para que la propuesta pueda ser llevada a cabo de forma exitosa será necesario trabajar en conjunto con el personal terapéutico y las familias de las personas con TEA, con el fin de recopilar la mayor información posible para que la integración de la tecnología sea de forma gradual y orgánica.

La propuesta de intervención que se plantea conlleva en principio una duración aproximada de seis meses, siendo una duración razonable para el desarrollo e implementación de un prototipo.

La dificultad técnica del proyecto es moderada, ya que, si bien no se conocen antecedentes claros de aplicaciones de realidad aumentada para tratamientos de personas con TEA, existe gran

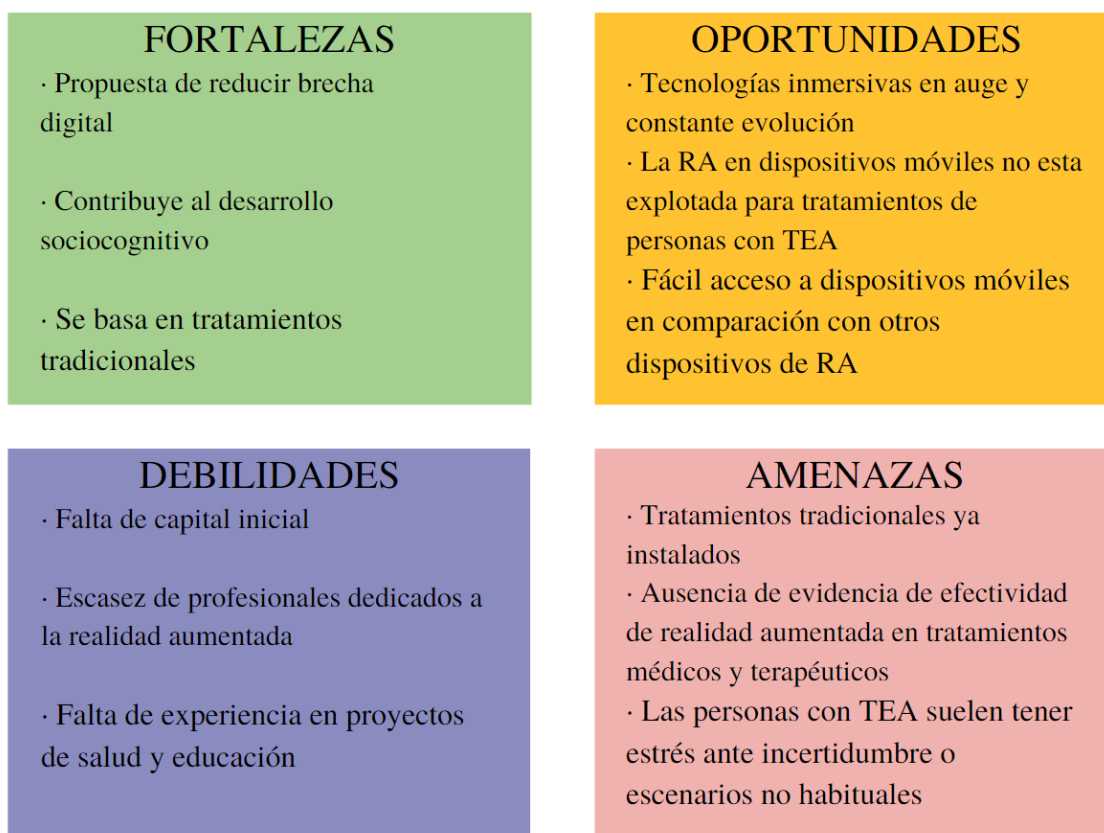
documentación sobre realidad aumentada en los sitios web oficiales de las herramientas elegidas y tutoriales disponibles en las distintas plataformas digitales.

Cabe destacar que para la realización del proyecto no se necesitará de un capital inicial grande ni de la necesidad de inversión por parte de un tercero, ya que no se utilizarán grandes infraestructuras. Siempre se priorizará la utilización de herramientas y recursos sin licencia. También al utilizar realidad aumentada en dispositivos móviles no será necesario invertir en equipamiento o artefactos particulares. Se utilizarán dispositivos móviles personales.

Mediante la Figura 29, se presenta el siguiente análisis FODA de la propuesta, donde se detalla cual es la situación actual del proyecto AR-TEA.

Figura 30

FODA



Nota. Gráfico FODA del proyecto AR-TEA

4.7.1. Factores externos condicionantes para el logro de resultados

A continuación, se detallan los factores externos identificados que podrían poner en riesgo la exitosa implementación del proyecto AR-TEA.

1. Escasez de programadores: En la actualidad la realidad aumentada y la realidad virtual están siendo cada vez más utilizadas. Sin embargo, la comunidad dedicada a la programación de este tipo de aplicaciones es principalmente gente aficionada interesada en estas tecnologías o pertenecen a grandes empresas tecnológicas trabajando en investigación y desarrollo de dispositivos pensados para el sector industrial. Actualmente en Argentina la demanda de este perfil de programadores es baja.
2. Precio del dólar: teniendo en cuenta el punto anterior, cabe destacar que en los últimos años la paridad del tipo de cambio entre el peso argentino y el dólar estadounidense dificulta la contratación de programadores extranjeros y la atracción de los programadores locales dedicados a la construcción de aplicaciones de realidad aumentada, ya que al competir con el mercado extranjero el proyecto AR-TEA tiene desventaja de precios. En la Figura 31, podemos ver cómo ha ido incrementando el precio del dólar durante los últimos cinco años.

Figura 31

Gráfico de USD a ARS (últimos cinco años)



Nota. Gráfico del precio del dólar americano en los últimos 5 años, adaptado de Grafico de USD a ARS, por Xe, 2022, Xe Exchange
(<https://www.xe.com/es/currencycharts/?from=USD&to=ARS>)

3. Centros médicos, instituciones terapéuticas y obras sociales: el proyecto AR-TEA busca ser un complemento o apoyo a los métodos tradicionales de tratamiento de personas con

TEA. Sin embargo, estos métodos ya están instalados y corroborados debido a que son implementados hace varias décadas. Por lo tanto, el proyecto depende en cierta medida de la aceptación por parte de los distintos centros médicos, instituciones terapéuticas y obras sociales vinculadas con las personas con TEA, ya que serán unos de los actores principales en el desarrollo de los tratamientos. Se prevé trabajar en conjunto con el personal de salud y personal terapéutico de manera tal de que la implementación del proyecto puede llevarse a cabo de forma gradual y orgánica.

Conclusiones

Hoy en día, las tecnologías de la información y la comunicación juegan un rol importante en la capacitación y el aprendizaje. Es necesario acortar la brecha digital que puede existir entre las personas con trastorno del espectro autista y las tecnologías. A partir de la realización de este trabajo podemos afirmar que la realidad aumentada es una tecnología que puede acoplarse perfectamente a los métodos tradicionales ABA y TEACCH y que podría hacerse mediante la implementación del proyecto AR-TEA. Esto es posible gracias a varios factores. En principio se debe a que la principal característica de estos métodos es utilizar estímulos visuales a través de imágenes y pictogramas para la realización de actividades, y la realidad aumentada consiste en generar experiencias inmersivas también a través de este tipo de estímulos. Además, la realidad aumentada es compatible con estos métodos ya que, al momento de incluir alguna tecnología en los tratamientos de personas con TEA, se debe priorizar tecnologías que sean llamativas, altamente personalizables y adaptables según cada persona, y la realidad aumentada cumple con todas esas características. Al poder adaptar la aplicación según los pictogramas conocidos y de interés de cada persona será posible personalizar la experiencia para cada usuario, lo que reducirá posibles situaciones de estrés y de incertidumbre. Por otra parte, al digitalizar los materiales, estos ya no sufren tantas alteraciones y desgastes como los materiales físicos.

Finalmente, al incorporar un sistema de estadísticas será posible realizar seguimiento a los tratamientos de forma desatendida. Por medio de este sistema se podrá medir la evolución de las personas al realizar sus actividades y cómo se desempeñan al hacerlo fuera de los establecimientos terapéuticos o sesiones asistidas cuando no están supervisados por personal terapéutico. La recopilación de estadísticas servirá para detectar patrones de conducta de forma automática y rápida.

Para que la implementación de la propuesta sea llevada a cabo con éxito será necesario trabajar en conjunto personal terapéutico especializado en los métodos ABA y TEACCH y familiares de personas con TEA.

Líneas futuras de trabajo

Como resultado de este proyecto existen algunas líneas futuras de trabajo. La principal acción a seguir será la construcción de la aplicación AR-TEA y la posterior implementación de esta. Dicha implementación implicará pruebas de campo donde se tomarán evidencias de cómo responden y cómo incorporan las personas con TEA las tecnologías inmersivas. Para su correcta implementación y evaluación será necesaria la definición de métricas de rendimiento o KPIs para hacer seguimiento de cómo se desenvuelven las personas en su tratamiento, cuánto tiempo tardan en hacer sus tareas, y cuáles son las evoluciones. Al incorporar tecnología esto se podrá hacer de forma automática y optimizada, y toda esta información podrá ser almacenada y presentada al personal de salud y terapéutica para su posterior análisis. Con la definición y obtención de dichos KPIs será más fácil procesar toda la información y reconocer patrones de comportamiento.

Una funcionalidad que será de gran utilidad incorporar a la aplicación, es utilizar los dispositivos móviles para que, por medio del reconocimiento facial, puedan percibirse emociones como tristeza, alegría, estrés, descontento, enojo, frustración, etc. en las personas con TEA al interactuar con la aplicación. Esto será de gran utilidad para realizar seguimiento sobre el desarrollo y evolución de las personas y para buscar nuevos patrones de conducta en la realización de las actividades.

Por último, otra tecnología interesante para incluir en el proyecto AR-TEA es la Holotransportación. Por medio de esta técnica es posible reconstruir y proyectar modelos 3D de personas en tiempo real. Si bien también aplica como realidad aumentada la principal diferencia es que utilizando Holotransportación se podría proyectar en vivo a personas ya reconocidas por los pacientes con TEA, como los acompañantes terapéuticos o auxiliares y así poder continuar con el tratamiento y las consultas por más que ambas partes no se encuentren en el mismo lugar. Esta funcionalidad podría ser útil en casos de aislamiento como los vividos a raíz de la pandemia del COVID-19 que inició en 2020, ya que, al proyectar personas conocidas para los pacientes, se podrá reducir posibles situaciones de incertidumbre o estrés.

Acrónimos

TEA	<i>Trastorno del espectro autista</i> Trastorno cerebral que afecta el comportamiento, la comunicación y las destrezas sociales de un niño.
RA	<i>Realidad aumentada</i> Visión de un entorno físico real a través de un dispositivo tecnológico en el cual se añade información virtual a la información física existente.
RV	<i>Realidad virtual</i> Generación computarizada de un entorno virtual
ABA	<i>Applied Behavioral Analysis</i> Análisis de Conducta Aplicada
TEACCH	<i>Treatment and Education of Autistic and related Communication Handicapped Children</i> Tratamiento y educación de niños con autismo y problemas asociados de comunicación
TIC	<i>Tecnologías de la información y la comunicación</i>
IoT	<i>Internet of things</i> Internet de las cosas

Referencias

- Bockholt, N. (Mayo de 2017). *Realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta. y ¿qué significa "inmersión" realmente?* <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/es-es/futuro-del-marketing/tecnologia-emergente/realidad-virtual-aumentada-mixta-que-significa-inmersion-realmente/>
- Bohórquez, I. M. (2018). Realidad aumentada y aplicaciones. 28-35.
- Cabero Almenara, J., Levia Olivencia, J., Moreno Martínez, N., Barroso Osuna, J., & López Meneses, E. (2016). *Realidad aumentada y educación: Innovación en contextos formativos*. Barcelona: Octaedro.
- Cosmos. (2018). *Ikea Place, su aplicación de realidad aumentada para decorar tu casa llega a los móviles Android con ARCore*. <https://www.xatakandroid.com/aplicaciones-android/ikea-place-su-aplicacion-de-realidad-aumentada-para-decorar-tu-casa-llega-a-los-moviles-android-con-arcore>
- Gonzalez Morcillo, C., Vallejo Fernandez, D., Albusac Jimenez, J. A., & Castro Sanchez, J. (2013). *Realidad Aumentada: Un enfoque práctico con ARToolkit y Blender*. Ciudad Real: Bubok Publishing S.L.
- Guinness World Records. (2016). *Most downloaded mobile game in its first month*. <https://www.guinnessworldrecords.es/world-records/439323-most-downloaded-mobile-game-in-its-first-month>
- Guinness World Records. (2016). *Most monthly active users (MAU) for an augmented-reality (AR) videogame*. <https://www.guinnessworldrecords.es/world-records/503808-most-monthly-active-users-mau-for-an-augmented-reality-ar-videogame>
- Guinness World Records. (2016). *Most popular Google search (current)*. <https://www.guinnessworldrecords.es/world-records/107646-most-popular-google-search>
- Guzmán, G., Putrino, N., Martínez, F., & Quiroz, N. (2017). Nuevas tecnologías: Puentes de comunicación en el trastorno del espectro autista (TEA). *Terapia Psicológica*, 247-258.
- Ikki. (s.f.). *Teapp*. de <https://studiosikki.com/teapp/>
- Kusserow, F. (2017). *Tendencias tecnológicas*. Buenos Aires: CICOMRA.
- Orange. (s.f.). *Soluciones tecnológicas - Dictapicto*. <https://fundacionorange.es/aplicaciones/dictapicto-tea/>

-
- Palomares Marín, M. C. (2014). La realidad aumentada en la comunicación literaria. *Facultad de Educación de Albacete*, 79-94.
- Papagiannis, H. (2017). *Augmented Human*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Pennesi Fruscio, M., Diego, S., Hernández Ortega, J., & Vázquez Gutiérrez, A. (2012). *Tendencias emergentes en Educacion con TIC*. Barcelona: Asicuación Espiral, Educación y Tecnología.
- Psiquiatría, A. E. (2013). *DSM-V*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- PTC. (2021). *Vuforia Developer Library*. <https://library.vuforia.com/>
- Samaniego, P., Laitamo, S. M., Valerio, E., & Francisco, C. (2014). *Informe sobre el uso de las tecnologías de infromación y comunicación (TIC) en la educación para Personas con Discapacidad*. Quito: Unesco.
- Sanroma Giménez, M., Lázaro Cantabrana, J., & Gisbert Cervera, M. (2018). El papel de las tecnologías digitales en la intervención educativa de niños con trastorno del espectro autista. *Riite*, 41-54.
- Telefónica, F. (2011). *Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo*. Madrid: Ariel.
- Unity. (2016). *Unity Documentation*. <https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/UnityBasics.html>
- Unity. (2022). *Unity Asset Store*. <https://assetstore.unity.com/>
- Virtea. (s.f.). *Virtea*. <https://virtea.com/>