

# ENTREMENTE - TELEMEDICINA PARA REHABILITACIÓN COGNITIVA

JUAN PABLO ARÉVALO MERCHÁN



ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
DECANATURA DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
BOGOTÁ D.C.  
2018

ENTREMENTE - TELEMEDICINA PARA REHABILITACIÓN COGNITIVA

JUAN PABLO ARÉVALO MERCHÁN

PROYECTO DE GRADO

DIRECTORA: Ing. Msc. OLGA PATRICIA ÁLVAREZ PIÑEIRO

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
DECANATURA DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
BOGOTÁ D.C.  
2018

**Nota de Aceptación:**

Aprobado por la Directora de proyecto  
en cumplimiento de los requisitos  
exigidos por la Escuela Colombiana de  
Ingeniería Julio Garavito para optar al  
título de Ingeniero de Sistemas

**Ing. Msc. Olga Patricia Álvarez Piñero**  
**Directora de Proyecto de Grado**

Bogotá D.C. 25 de Mayo de 2018

## **CONTENIDO**

<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>6</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>11</b>
Justificación	11
Objetivo General del proyecto	12
Objetivos Específicos	12
<b>ESTADO DEL ARTE</b>	<b>13</b>
Marco teórico	13
Síntomas	13
Etapas	14
Tratamientos	16
Estado del Arte	18
<b>CRONOGRAMA</b>	<b>21</b>
Proyecto de grado 1	21
Proyecto de grado 2	22
<b>DESARROLLO</b>	<b>24</b>
Consideraciones especiales para el diseño	25
Arquitectura	26
Juegos	27
Atención	27
Galería	28
Formas	28
¿Qué usar?	29
Calculemos	30
Percepción	31
Musicoterapia	32
Perfiles	33
Historial médico	34
Nivel	35
Progreso	35
Familiar	36
Personal de la Salud	37
Telemedicina	38

Seguridad	40
<b>PRUEBAS</b>	<b>41</b>
Usabilidad	41
Pruebas con pacientes y personal de la salud.	44
Conclusiones de pruebas	45
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
Reconocimiento familiar	49
Juegos aleatorios	49
Perfil Investigador	50
Kinect	50
<b>REFERENCIAS</b>	<b>51</b>

## **LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla 1. Otras aplicaciones para el Alzheimer.</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 2. Cronograma Proyecto de grado 1.</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 3. Cronograma Proyecto de grado 2.</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 4. Resultado Juego Atención.</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 5. Resultado Juego Galería.</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 6. Resultado Juego Formas.</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 7. Resultado Juego Calculemos.</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 8. Resultado Juego Percepción.</b>	<b>44</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Juego atención.</b>	<b>27</b>
<b>Figura 2. Juego galería.</b>	<b>28</b>
<b>Figura 3. Juego formas</b>	<b>29</b>
<b>Figura 4. Juego ¿Qué usar?.</b>	<b>30</b>
<b>Figura 5. Juego calculemos.</b>	<b>30</b>
<b>Figura 6. Juego percepción.</b>	<b>32</b>
<b>Figura 7. Juego musicoterapia.</b>	<b>33</b>
<b>Figura 8. Selección del perfil..</b>	<b>34</b>
<b>Figura 9. Historial médico desde el perfil del personal de la salud</b>	<b>34</b>
<b>Figura 10. Nivel en el perfil del paciente.</b>	<b>35</b>
<b>Figura 11. Tabla del progreso de un jugador.</b>	<b>36</b>
<b>Figura 12. Diagramas del progreso de un jugador.</b>	<b>36</b>
<b>Figura 13. Perfil del familiar.</b>	<b>37</b>
<b>Figura 14. Perfil del personal de la salud.</b>	<b>38</b>
<b>Figura 15. Envío de mensajes.</b>	<b>39</b>
<b>Figura 16. Consulta de mensajes.</b>	<b>39</b>

## GLOSARIO

- **Atrofia:** Disminución de la masa cerebral que se manifiesta visualmente por la reducción en la corteza del cerebro.
- **Cognición:** Se define como la facultad de un ser vivo para procesar información a partir de la percepción y los órganos del cerebro, también conocida como el conocimiento adquirido.
- **Demencia:** es un término general para describir la pérdida de memoria y de otras habilidades intelectuales y es tan severa que interfiere con la vida cotidiana del individuo.
- **Escala FAST:** Functional Assessment Staging. Escala para evaluar en pacientes con enfermedad de Alzheimer, el grado de funcionalidad en el desarrollo de las actividades diarias y no en el estado cognitivo.
- **Gamification:** También conocido como ludificación, es el uso de técnicas, elementos y dinámicas propias de los juegos (Y videojuegos) y el ocio, en actividades no recreativas, con el fin de potenciar la motivación, así como reforzar la conducta para solucionar un problema o lograr un objetivo.
- **Intelecto:** Proceso mental que tiene que ver con el reconocimiento de objetos, el pensamiento o la percepción. Comprende todos los aspectos del pensamiento, el aprendizaje y la memoria.
- **Neurodegenerativo:** Tipo de enfermedad en que las células del sistema nervioso central dejan de funcionar o mueren.
- **Neuropsicología:** Es una disciplina y especialidad clínica, que converge entre la neurología y la psicología. La neuropsicología clínica estudia los efectos que una lesión, daño o funcionamiento anómalo en las estructuras del sistema nervioso central causa sobre los procesos cognitivos, psicológicos, emocionales y del comportamiento individual.
- **Neurotransmisores:** Sustancias químicas que se encuentran en el cerebro y actúan facilitando la transmisión de mensajes entre células nerviosas o neuronas. Estos mensajes son los que permiten que las neuronas se comuniquen entre sí. La información que comunican estos mensajeros químicos regula la actividad normal del cerebro y controla las funciones intelectuales, las emociones, el estado de ánimo y el sueño.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el Alzheimer se considera una de las enfermedades que causan mayor número de muertes; según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se registran más de 1.5 millones de muertes anuales a causa de esta enfermedad, lo que la cataloga como séptima en la lista de las enfermedades que más muertes causa<sup>1</sup>.

Datos publicados en el Informe Semanal de Morbilidad y Mortalidad de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos revelan que entre 1999 y 2014, la tasa de mortalidad por Alzheimer aumentó en un 55 %<sup>2</sup>—un aumento radical en tan sólo 15 años. Al analizar cifras, se encuentra que la demencia afecta a más de 50 millones de personas en el mundo, estimando que para el año 2020 esta cifra ascienda a los 82 millones y para el año 2030 llegue a 152 millones de personas<sup>3</sup>; esto hace que la OMS reconozca la demencia como una prioridad de salud pública. En Colombia, la cifra actual se estima en 76.000 personas con el padecimiento y la proyección para el año 2020 es de 360.000 personas<sup>4</sup>.

Los costos que generó el tratamiento de esta enfermedad para el año 2015 ascendieron alrededor de US\$ 818.000 millones y para el 2030 esta cifra alcanzará los US\$ 2 billones<sup>5</sup>. En Colombia el costo promedio anual del tratamiento está en 1.200 dólares para un paciente con Alzheimer como única enfermedad crónica, y de 2.380 dólares para pacientes con Alzheimer y otras afecciones crónicas<sup>6</sup>. Adicional al impacto económico que dejan ver las

---

<sup>1</sup> Confederación Española del Alzheimer, OMS: Alzheimer sustituye al SIDA como enfermedad más mortal. 2017. Recuperado de <https://www.ceafa.es/es/que-comunicamos/noticias/oms-alzheimer-sustituye-al-sida-como-enfermedad-mas-mortal>

<sup>2</sup> Mercola, Las muertes por Alzheimer superan el medio millón al año, 2017. Recuperado de [https://articulos.mercola.com/sitios/articulos/archivo/2017/07/27/las-muertes-por-alzheimer-sigu-en-aumentando.aspx#\\_edn5](https://articulos.mercola.com/sitios/articulos/archivo/2017/07/27/las-muertes-por-alzheimer-sigu-en-aumentando.aspx#_edn5)

<sup>3</sup> Organización mundial de la salud, Demencia, 2017. Recuperado de [https://docs.google.com/document/d/16bD8HmiqyR50vYG\\_mbVZwwS02GcowU\\_PmfEvr0gdcmY/edit](https://docs.google.com/document/d/16bD8HmiqyR50vYG_mbVZwwS02GcowU_PmfEvr0gdcmY/edit)

<sup>4</sup> Universidad ICESI, Takeuchi, Yuri, Alzheimer un problema de salud pública en Colombia. Recuperado de: <https://www.icesi.edu.co/unicesi/todas-las-noticias/2241-alzheimer-un-problema-de-salud-publica-en-colombia>

<sup>5</sup> Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017, El número de personas que padecen demencia se triplicará en los próximos 30 años. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/dementia-triple-affected/es/>

<sup>6</sup> El país, 2017, Día mundial del Alzheimer: la costosa enfermedad que borra recuerdos. Recuperado de: <http://www.elpais.com.co/familia/en-el-dia-mundial-del-alzheimer-conozca-los-costos-de-la-enfermedad-que-borra-recuerdos.html>

anteriores cifras, está el problema asociado con el cubrimiento en salud para el tratamiento de esta enfermedad, que se encuentra en déficit de profesionales.

Los datos indican que en Colombia hay un neurólogo por cada 100.000 habitantes<sup>7</sup>, un psiquiatra por cada 4.800 personas, y un geriatra por cada 260.000 personas mayores de 60 años tal como se evidencia en el estudio<sup>8</sup> “Situación actual del médico geriatra en Colombia, William Arbey Gutiérrez, y el realizado por (Cafam, 2013)<sup>9</sup>. De lo anterior se deriva la conclusión acerca de que los profesionales de la salud no pueden atender con la dedicación requerida a todos los pacientes que sufren y sufrirán esta enfermedad.

Se estima que para el año 2020 un 8.5 % de la población tendrá 65 años o más, tasa que se ha casi duplicado en los últimos 25 años<sup>10</sup>.

En Colombia, cerca del 74% de la población vive actualmente en zonas urbanas.<sup>11</sup>

Dadas las problemáticas antes planteadas, el proyecto se enfocó en diseñar y desarrollar una aplicación que sirva como alternativa para la atención de adultos mayores con enfermedad de Alzheimer, el cual contempla mecanismos para realizar terapias para la recuperación cognitiva, y tiene presentes las condiciones especiales de los pacientes a quienes se dirigen.

Dado el déficit en cubrimiento de los servicios de salud, los altos costos de la enfermedad y la alta tasa de cubrimiento de internet en Colombia - según cifras del Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTic) el cubrimiento de Internet en Colombia llegó al 98%<sup>12</sup>, el segundo objetivo del

---

<sup>7</sup> Matallana Gómez María Alexandra, Amaya Lara Jeannette Lilian, Beltrán Villegas Andrés, Chavarro Deisy, Romero Silva Germán, Puerto García Stephanie, Ruiz Gómez Fernando, Vásquez Candia Maria Elizabeth, Estudio de disponibilidad y distribución de la oferta de médicos especialistas, en servicios de alta y mediana complejidad en Colombia, 2011, Recuperado de

<https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/Observatorio%20Talento%20Humano%20en%20Salud/DisponibilidadDistribuci%C3%B3nMdEspecialistasCendex.pdf>

<sup>8</sup> Cuadros, Robinson, Cafam, 2013, Prevalencia de las demencias en Colombia. Recuperado de:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IETS/prevalencia-demenia-colombia.pdf>

<sup>9</sup> *Arbey Gutiérrez William*, Situación actual del médico geriatra en Colombia, 2015. Recuperado de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/vnimedica/article/view/16355>

<sup>10</sup> Noticias Caracol, ¿Cuánto cuesta tratar pacientes con Alzheimer en Colombia? Vea lo que revela este estudio, 2018. Recuperado de

<https://noticias.caracoltv.com/cal/cuanto-cuesta-tratar-pacientes-con-alzheimer-en-colombia-ve-a-lo-que-revela-este-estudio>

<sup>11</sup> Dinero, El 74% de la población colombiana habita en zonas urbanas, 2012, recuperado de <https://www.dinero.com/economia/articulo/el-74-poblacion-colombiana-habita-zonas-urbanas/147272>

<sup>12</sup> El Tiempo, El 98 por ciento del país ya está conectado a internet, 2017. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/cobertura-de-internet-en-colombia-llago-al-98-por-ciento-165716>

proyecto fue utilizar internet como medio para posibilitar que la aplicación desarrollada posibilite la implementación de una aplicación de telemedicina, buscando así que un mayor número de personas pueda contar con terapias para estimulación cognitiva, y que los resultados de su actividad, puedan ser consultados y realimentados remotamente por los diversos perfiles de profesionales de salud involucrados en estos tratamientos. EntreMente brinda una solución para posibilitar el acercamiento virtual entre personal de la salud, paciente y familiares, gracias al apoyo de la telemedicina.

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### Justificación

En el mundo actualmente existen más de 47 millones de personas que padecen Demencia y cada año se registra un aumento de 10 millones<sup>13</sup>. De este total entre el 60% y 70% presenta Alzheimer. Se estima que hacia el año 2030 la cantidad de personas con demencia sea de 75 millones y al año 2050 132 millones la sufrirán.

Para Colombia, según estudios realizados por la Universidad ICESI, se espera que para el año 2020, 360.000 personas sufrirá de Demencia y la población afectada por Alzheimer se situará en 260.000 personas mayores de 60 años. Además se encuentran cifras alarmantes relacionadas con los profesionales de salud disponibles para atender a pacientes con este tipo de demencia, pues apenas existe un psiquiatra por cada 4.800 personas, y un geriatra por cada 260.000 personas mayores de 60 años<sup>14</sup>. (Cafam, 2013). Esto indica que los profesionales de la salud no podrán atender todos de forma correcta a todos los pacientes que sufrirán esta enfermedad.

“En 2015, el costo social total de la demencia a nivel mundial se estimó en US\$ 818 000 millones. Esta cuantía equivale al 1,1% del producto interior bruto (PIB) mundial.”, según información de la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>15</sup>.

En Colombia, según estudios realizados por la Universidad ICESI, se estima que para los años 2011-2013 el costo de la enfermedad promedio es de 1.234 dólares para un paciente con Alzheimer como única enfermedad crónica, y de 2.385 dólares para pacientes con Alzheimer y otras afecciones crónicas.

Definitivamente, aprovechar la tecnología disponible en pro de los conciudadanos, debe ser una responsabilidad de quienes trabajan en áreas relacionadas. En Colombia, el acceso a la salud tiene deficiencias. Según un artículo publicado en un reconocido periódico colombiano, (El Tiempo, 2013)

---

<sup>13</sup> Organización mundial de la salud, Demencia, 2017. Recuperado de [https://docs.google.com/document/d/16bD8HmiqyR50vYG\\_mbVZwwS02GcowU\\_PmfEvr0gdcmY/edit](https://docs.google.com/document/d/16bD8HmiqyR50vYG_mbVZwwS02GcowU_PmfEvr0gdcmY/edit)

<sup>14</sup> Universidad ICESI, Takeuchi, Yuri, Alzheimer un problema de salud pública en Colombia. Recuperado de: <https://www.icesi.edu.co/unicesi/todas-las-noticias/2241-alzheimer-un-problema-de-salud-publica-en-colombia>

<sup>15</sup> Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017, El número de personas que padecen demencia se triplicará en los próximos 30 años. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/dementia-triple-affected/es/>

“La salud es el segundo derecho más invocado por los colombianos, a juzgar por las tutelas que llegan a la Corte Constitucional según la información estadística suministrada por la Defensoría”... y sigue...”en 2013, los colombianos presentaron, según la Defensoría del Pueblo, 115.147 tutelas invocando el derecho a la salud para salvar su vida. La justicia sigue co-administrando la salud porque el sistema no es oportuno. ”

Lo antes mencionado deja traslucir un problema con variados componente, tales como la administración, la falta de profesionales en áreas específicas, el acceso a medicamentos y terapias en enfermedades terminales

### **Objetivo General del proyecto**

Diseñar, desarrollar y probar una aplicación web, que permita ejercitar la capacidad cognitiva de pacientes que sufren enfermedad de demencia, en especial Alzheimer. La aplicación debe capturar información del paciente que permita al personal de salud tratante analizar el desempeño y tomar medidas acerca del tratamiento a seguir. Contar con la posibilidad de recibir retroalimentación vía web, por parte del personal médico, permite que más personas tengan acceso a servicios esenciales de salud, disminuyendo la brecha que hay en la atención de este tipo de pacientes.

### **Objetivos Específicos**

- Investigar marco teórico del padecimiento del Alzheimer.
- Diseñar y Generar recursos terapéuticos útiles para retardar efectos del deterioro cognitivo.
- Definir arquitectura sólida para soportar el componente e-health.
- Incorporar funcionalidad que permita persistencia de datos.
- Incorporar mecanismo de comunicación entre personas involucradas.
- Incorporar elementos terapéuticos para fortalecer rutinas diarias, fomentar asociación, manejo del lenguaje, concentración y trabajar los recuerdos.
- Efectuar pruebas de usabilidad y experimentales con pacientes.
- Documentar resultados de las pruebas.
- Difusión de resultados.

## **ESTADO DEL ARTE**

### **Marco teórico**

La demencia, según la Organización Mundial de la Salud, es un síndrome que conlleva al deterioro de la memoria, el intelecto, el comportamiento, la capacidad para realizar actividades de la vida diaria, funciones cognitivas y conlleva a enfermedades neurodegenerativas. Adicionalmente, puede generar síntomas psicológicos y conductuales. “Existen diferentes tipos de demencia: Alzheimer, el cual es el más común pues se presenta entre un 60% y 70% de todos los casos de demencia” (OMS, 2017). La demencia vascular, por cuerpos de Lewy, frontotemporal, mixta, asociada a la enfermedad de Parkinson, de Huntington y demencia alcohólica.

La Enfermedad del Alzheimer (EA) es neurodegenerativa, afecta a diferentes células del cerebro y la masa corporal del mismo; a medida que avanza va generando diferentes síntomas. En palabras más científicas, el Alzheimer es “consecuencia del acúmulo de proteínas mal plegadas: el péptido beta-amiloide (A) que se encuentra en las placas seniles (PS) extracelulares, y la proteína tau hiperfosforilada, que se establece en acúmulos fibrilares en el soma neuronal conformando la degeneración neurofibrilar (DNF) u ovillos neurofibrilares” (Bermejo-Pareja, Llamas-Velasco, & Villarejo-Galende, 2016).

La incidencia de esta enfermedad está relacionada con diversas enfermedades, dieta y con la edad; en ella se identifican diferentes etapas, cada una con diversos síntomas. La enfermedad tiene una duración promedio entre 7 y 10 años, aunque esto depende mucho del paciente, ya que en ocasiones puede avanzar de manera rápida y otras tardar hasta 15 años.

### **Síntomas**

“La descripción clásica del curso evolutivo de la enfermedad de Alzheimer es el de una enfermedad que se inicia de manera insidiosa y evoluciona de forma lenta y progresiva, aunque no todas las personas que la sufren evolucionan de la misma manera ni todas llegarán hasta la última fase del mismo modo. Se ha descrito que al principio y al final de la evolución suele existir un curso en

meseta, pero cuando la afectación es de leve a moderada, la pérdida cognitiva anual frecuentemente es más rápida” (Formiga, Robles, Fort, 2009).

Los siguientes son los síntomas que más comúnmente se presentan en esta enfermedad:

- Desorientación espacial
- Evidencia de bajo rendimiento laboral
- Dificultad para recordar nombres, evidente para los familiares
- Acabada la lectura tiene poca información
- Olvida la ubicación de objetos de valor
- Tiene un déficit de concentración
- Ansiedad leve o moderada
- Se inicia la negación como mecanismo de defensa
- Olvido de hechos cotidianos recientes
- Déficit en el recuerdo de su historia personal
- Dificultad de concentración evidente en operaciones de resta
- Incapacidad para planificar viajes, vida social o realizar actividades complejas
- Necesita asistencia en determinadas actividades básicas de la vida diaria
- Es incapaz de recordar aspectos importantes de su vida cotidiana
- Desorientación temporo-espacial frecuente
- Dificultad para contar en orden inverso desde 40, de 4 en 4, o desde 20 de 2 en 2
- Puede presentar incontinencia
- Olvida el nombre de sus familiares más íntimos
- Presenta cambios en la personalidad y la afectividad
- Pérdida de todas las capacidades verbales (el lenguaje puede quedar reducido a gritos, gruñidos, etc)
- Pérdida de las funciones psicomotrices
- Con frecuencia se observan signos neurológicos.

Estos son algunos de los síntomas que presentan los pacientes que sufren de la Enfermedad del Alzheimer (EA), publicados en el artículo “Demencia, una enfermedad evolutiva: demencia severa. Identificación de demencia terminal” escrito por Formiga Francesc, Robles M. José, Fort Isabel.

## **Etapas**

Hay varias escalas de clasificación y varias pruebas neuropsicológicas que conducen a dicha clasificación.

Una de estas tal como detalla en el artículo publicado por Grupo Sanitas<sup>16</sup> es la denominada escala FAST; esta establece siguiendo criterio funcional una clasificación de la demencia en siete fases:

- **Fase 1:** Adulto normal. No se aprecia deterioro funcional alguno.
- **Fase 2:** Adulto anciano normal. El paciente tiene conciencia personal de que ha sufrido algún tipo de declive funcional.
- **Fase 3:** Enfermedad de Alzheimer o demencia temprana. En situaciones de trabajo exigentes se presentan algunas deficiencias funcionales.
- **Fase 4:** Enfermedad de Alzheimer o demencia leve. El paciente necesita ayuda para realizar tareas complejas que antes llevaba a cabo con normalidad, como manejar la contabilidad, planear un viaje, etc.
- **Fase 5:** Enfermedad de Alzheimer o demencia moderada. La persona empieza a necesitar ayuda para realizar actividades básicas de la vida cotidiana, excepto asearse o comer.
- **Fase 6:** Enfermedad de Alzheimer o demencia moderadamente severa. No puede llevar a cabo el aseo personal de forma independiente, ni ir al baño solo y puede presentar por este motivo incontinencia....
- **Fase 7:** Enfermedad de Alzheimer o demencia severa. Se pierde la habilidad del habla, reduciéndose el vocabulario a unas pocas palabras. Asimismo, el paciente sufre una pérdida progresiva de su capacidad para caminar, sentarse o sonreír”.

Otra escala, muy utilizada, pero sin un nombre establecido, clasifica en 3 etapas:

- **La etapa Inicial, temprana o etapa 1:** Inicia con síntomas que se caracterizan por el fallo de la memoria, tendencia al olvido, desubicación espacial, dificultades para aprender cosas nuevas, cambios repentinos en el estado de ánimo y pequeños deterioros del lenguaje.
- **La etapa intermedia, moderada o etapa 2,** de la Enfermedad de Alzheimer (EA), los síntomas son mucho más contundentes y los pacientes se ven más limitados para realizar las actividades por sí solos. Esta etapa es caracterizada por el olvido de acontecimiento, momentos o acciones recientes, así como el olvido de los nombres de las personas; la desubicación espacial aumenta, llegando al punto que se pueden sentir desubicados en el hogar. Los cambios en el comportamiento se ven más afectados y es característico que repitan frecuentemente algunas frases o preguntas.

---

<sup>16</sup> Sanitas, Las fases de la demencia: escala FAST. Recuperado de : <https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/tercera-edad/demencias/escala-fast.html>

- **La etapa tardía, grave o etapa 3**, en ella, los pacientes ya no podrán realizar por sí solos casi ninguna actividad, deberán estar acompañados la mayoría de tiempo, pues las alteraciones de la memoria serán mucho más graves y hasta los mismos signos físicos se verán afectados por ejemplo existirán limitaciones para caminar y llegarán al punto del olvido para tragar la comida.

Esta enfermedad progresiva no tiene cura lo único que está al alcance para combatirla es llevar a cabo varios tratamientos para retardar los síntomas producto del gradual deterioro cognitivo

## **Tratamientos**

La enfermedad del Alzheimer (EA), enfermedad progresiva aún no tiene cura; aunque se presentan cientos de investigaciones para buscar alguna cura, no se ha logrado. Actualmente lo único que está al alcance para combatirla es llevar a cabo tratamientos diversos para retardar los síntomas producto del gradual deterioro cognitivo. Se cuenta con dos tipos de tratamientos para esta enfermedad, farmacológicos y tratamientos no farmacológicos, los que en forma combinada ayudan a retardar el avance y disminuir algunos de los síntomas que se presentan en los pacientes.

Según menciona el Dr. Olazarán<sup>17</sup> “La eficacia cognitiva y funcional que proporcionan los fármacos y las TNF” (terapias no farmacológicas) es comparable y aditiva. Este hecho ha sido sólidamente constatado en pacientes con demencia ligera o moderada que tomaban inhibidores de la colinesterasa y que además participaron en algún programa de estimulación cognitiva o multicomponente. Más aún, cuando lo que se pretende es incidir sobre una función muy concreta, las TNF permiten una mayor especificidad y alcanzan mayor eficacia. Por ejemplo, si lo que pretendemos es que una persona con demencia ligera sea capaz de consultar un calendario todos los días para realizar una determinada actividad, un entrenamiento aplicando técnicas como la recuperación espaciada o el aprendizaje libre de error será más eficaz que un inhibidor de la colinesterasa.” Lo anterior da fuertes bases para explicar por qué se considera este tipo de TNF como recurso valioso para retardar el avance del deterioro cognitivo. Un poco más adelante el Dr Olazarán afirma: “En lo que respecta a la mejoría afectiva, conductual y de calidad de vida, las TNF son claramente superiores a los fármacos y tienen un perfil de

---

<sup>17</sup> Entrevistas Temáticas, Doctor Javier Olazarán Rodríguez. Recuperado de: <https://www.hipocampo.org/entrevistas/jolazaran.asp>

tolerabilidad y seguridad mucho más favorable. En este sentido son especialmente recomendables el manejo conductual, el uso de la música, la reminiscencia y el ejercicio físico (solos o en combinación)”

Entre el grupo de los farmacológicos se encuentran:

**Los inhibidores de la acetilcolinesterasa;** estos fármacos ayudan elevando los niveles de acetilcolina en el cerebro este es un químico que ayuda con el aprendizaje y la memoria.

**Glutamato:** Es un neurotransmisor excitador del sistema nervioso central, juega un papel en la memoria. Es el principal mediador de la información sensorial, motora, cognitiva y emocional<sup>18</sup>.

**La memantina:** “Es un fármaco indicado en las fases moderadas y graves de la enfermedad de Alzheimer. Su mecanismo de acción es antagonizar los receptores NMDA de Glutamato”<sup>19</sup>.

**Vit E.** “Es un antioxidante y algunos estudios han probado su efectividad en el rendimiento de actividades de la vida diaria de los pacientes con Alzheimer”<sup>20</sup>.

**La tacrina:** “Es un inhibidor de la colinesterasa utilizada para mejorar los síntomas cognitivos (memoria, atención, razonamiento, capacidad para llevar a cabo tareas sencillas) asociados a la enfermedad de Alzheimer”.<sup>21</sup>

En el segundo grupo, el tratamiento no farmacológico se encuentran distintos tipos de terapias.

**Musicoterapia:** En la enfermedad del Alzheimer (EA) las habilidades musicales se conservan incluso en individuos con deterioro cognitivo grave, de tal forma que la música es capaz de evocar el recuerdo de eventos y emociones agradables vividos en el pasado. “El desencadenamiento de emociones positivas tiene un efecto tranquilizador y relajante que puede ayudar a prevenir o reducir las manifestaciones conductuales”.(García-Alberca, 2016)

**Estimulación multisensorial:** “La estimulación multisensorial proporciona, en un ambiente positivo y relajado, estímulos sensoriales agradables dirigidos a los sentidos primarios de la persona que sufre la enfermedad de Alzheimer”.(García-Alberca, 2016)

**Actividades de la Vida Diaria:** Busca generar en los pacientes recordación

---

<sup>18</sup> Balado, Jiménez-Balado, Glutamato (neurotransmisor): definición y funciones, recuperado el 15 de Abril de 2018 de <https://psicologiymente.net/neurociencias/glutamato-neurotransmisor>

<sup>19</sup> Marín José Manuel, Efectos adversos de la memantina, recuperado el 15 de Abril de 2018 de <https://knowalzheimer.com/efectos-adversos-de-la-memantina/>

<sup>20</sup> Asociación Peruana de Enfermedades de Alzheimer y otras demencias, Tratamientos de la enfermedad de Alzheimer, recuperado el 15 de Abril de 2018 de <https://www.alzheimerperu.org/tratamientos-enfermedad-alzheimer.html>

<sup>21</sup> Instituto Químico Biológico, Tacrina, recuperado el 15 de Abril de 2018 de <http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/t002.htm>

sobre todas aquellas actividades que tiene que realizar a diario, pues muchas de ellas, empiezan a ser olvidadas por la enfermedad.

**Psicoestimulación cognitiva:** “Es el conjunto de técnicas y estrategias que pretenden activar, estimular y entrenar las distintas capacidades y funciones cognitivas (percepción, atención, razonamiento, abstracción, memoria, lenguaje, procesos de orientación y praxias), mediante una serie de situaciones y actividades concretas dirigidas a mejorar el funcionamiento cognitivo en general”<sup>22</sup>.

**Aromaterapia:** “Se emplean para estimular el comportamiento motivacional, facilitar el reposo y la tranquilidad y reducir la agitación y las alteraciones conductuales”(García-Alberca, 2016).

## Estado del Arte

Para buscar nuevas funcionalidades y mejoras, se ha investigado el mercado actual de aplicaciones que sirven para personas con la Enfermedad del Alzheimer. A continuación se describen algunas de ellas. Todas estas aplicaciones tienen diferencias falencias, pues en primer medida, no contemplan las características de un adulto mayor con Enfermedad del Alzheimer, tamaño de letra, colores, imágenes, algunas de ellas presentan tiempo regresivo, lo que genera gran frustración entre los pacientes. Ninguna de ellas presenta componente de telemedicina, evaluando el progreso de los juegos. Otras de ellas presentan juegos sin fundamento terapéutico, es por eso que Entremente busca reunir todas estas características en una sola aplicación que permita realizar terapias de estimulación cognitiva, con telemedicina y diseñada especialmente para personas mayores con EA.

*Tabla 1. Otras aplicaciones para el Alzheimer.*

Nombre	Plataforma	Funciones
Brainyapp	Móvil	Contiene juegos para ejercitar la memoria.
Imentia	Móvil	Juego de estimulación cognitiva. Para pacientes y cuidadores.

<sup>22</sup> Cre Alzheimer, Psicoestimulación cognitiva, Enero 2016, recuperado el 15 de abril de 2018

de

[http://www.crealzheimer.es/crealzheimer\\_01/terapias\\_no\\_farmacologicas/psicoestimulacion/index.htm](http://www.crealzheimer.es/crealzheimer_01/terapias_no_farmacologicas/psicoestimulacion/index.htm)

<b>Nombre</b>	<b>Plataforma</b>	<b>Funciones</b>
Memory Trainer Plus	Móvil	Ejercicios mentales
Stimulus	Móvil	Estimulación cognitiva con ejercicios interactivos.
Entrenamiento de la memoria	Móvil	Permite ejercitar: la memoria a corto plazo, la memoria de trabajo, la memoria visual y la memoria espacial.
Memory Box	Móvil	Estimula la memoria a largo plazo y fomenta las conversaciones e intercambios entre historias de una persona de edad avanzada y el cuidador o familiar
Backup Memory	Móvil	Ayuda a estimular los recuerdos de las personas. Permite personalizar con imágenes.
Refresh my Memory	Móvil	Permite recordar dónde se han dejado los objetos.
Senda	Móvil	Un dispositivo geolocalizable que se conecta a los móviles de los familiares.
AlzhUp	Móvil	Simula la manera en que el cerebro recopila las experiencias para crear Bancos de recuerdos personales para personalizar las terapias.
Alzheimer, CEAFA	Móvil	Ayuda a localizar los recursos necesarios para la tarea de cuidador (ortopedias, centros de día, entre otros)
GreyMatters	Móvil	Propone la gamificación para mantener despierta la mente de las personas
Alzheimer's Info	Móvil	Otorga información y noticias sobre la enfermedad.
Alzheimer App	Móvil	Consejos prácticos para los cuidadores. Información de la enfermedad. Permite donaciones a la Federación de Alzheimer Italia.

<b>Nombre</b>	<b>Plataforma</b>	<b>Funciones</b>
Lumosity	Móvil y web	Juegos y herramientas desarrollados por un equipo de neurocientíficos
Brain Challenge	Multiplataforma	Videojuego de ejercicios mentales.
Apensar	Móvil	Juego de completar las palabras basado en vocabulario y agilidad mental.
Brain Juice	Nintendo DS	Juegos para entrenar el cerebro en aspectos como memoria, cálculo y percepción.
Musictherapy	Móvil	Revista de musicoterapia.
Comfort Zone	Móvil	Muestra la ubicación actual, última ubicación conocida y obtener indicaciones. Permite a la familia mantenerse en contacto con su familiar con Alzheimer.

## CRONOGRAMA

Para determinar el alcance del proyecto y dar cumplimiento a cada una de las actividades planteadas, se desarrollaron cronogramas de las actividades a realizar durante cada uno de los semestres en los cuales se desarrolló este proyecto, esto ayudó a organizar la forma de trabajo, a continuación se presentarán las actividades y sus fechas de ejecución de proyecto de grado 1 y proyecto de grado 2.

### Proyecto de grado 1

Tabla 2. Cronograma Proyecto de grado 1.

Actividad	Fecha Inicio	Fecha Final
Marco Conceptual: Entender el problema	1/09/2017	10/09/2017
<b>Estado del arte: Estudio de herramientas desarrolladas</b>		
Semalz	27/08/2017	29/08/2017
Semalz Plus	26/08/2017	28/08/2017
Framework para E-Health y M-Health	5/09/2017	15/09/2017
Búsqueda de juegos en el mercado	10/09/2017	14/09/2017
<b>Rediseño de aplicación.</b>		
Elección arquitectura para el desarrollo	14/09/2017	21/09/2017
Planeación de Seguridad.	22/09/2017	25/09/2017
Diseño Base de datos (prototipo)	2/09/2017	7/09/2017
Definición de niveles de cada uno de los juegos.	5/09/2017	7/09/2017
Diseño de imágenes para los juegos preestablecidos	10/09/2017	30/09/2017
<b>Desarrollo de la aplicación Front-End</b>		
Desarrollo juego Galería	22/09/2017	30/09/2017
Desarrollo juego Calculemos	30/09/2017	8/10/2017

<b>Actividad</b>	<b>Fecha Inicio</b>	<b>Fecha Final</b>
Desarrollo juego Percepción	9/10/2017	17/10/2017
Desarrollo menú	5/10/2017	10/10/2017
Desarrollo Módulo de manejo de usuarios	1/10/2017	5/10/2017
Desarrollo juego Formas	26/10/2017	1/11/2017
Desarrollo juego Atención	2/11/2017	10/11/2017
<b>Pruebas</b>		
Selección instituciones	15/09/2017	25/09/2017
Definición de aspectos a observar	25/09/2017	5/10/2017
Ejecución de pruebas	25/10/2017	25/11/2017
Medición de resultados	25/11/2017	28/11/2017
Documentación	25/11/2017	5/12/2017
<b>Presentación final</b>		
Vitrina académica	28/11/2017	28/11/2017

## Proyecto de grado 2

*Tabla 3. Cronograma Proyecto de grado 2.*

<b>Actividad</b>	<b>Fecha Inicio</b>	<b>Fecha Final</b>
<b>Desarrollo de la aplicación.</b>		
Desarrollo Back-End Paciente, Personal Salud, Familiar.	22/01/2018	31/01/2018
Desarrollo Back-End Galería, Calculemos, Formas, Atención y Percepción	4/02/2018	6/02/2018
Desarrollo Front.End y Back-End personalizar Niveles de preguntas por paciente	7/02/2018	8/02/2018
Manejo Resultados, almacenamiento y consultas de juegos	9/02/2018	11/02/2018

<b>Actividad</b>	<b>Fecha Inicio</b>	<b>Fecha Final</b>
Desarrollo Front-End Musicoterapia	12/02/2018	17/02/2018
Desarrollo Back-End Musicoterapia	16/02/2018	21/02/2018
Desarrollo Front-End ¿Qué usar?	22/02/2018	27/02/2018
Desarrollo Back-End ¿Qué usar?	25/02/2018	4/03/2018
Implementación de servidores y arquitectura	5/03/2018	11/03/2018
Operaciones Aleatorias	12/03/2018	13/03/2018
¿Qué usar? Aleatorio.	14/03/2018	16/03/2018
Implementación de Seguridad	14/03/2018	18/03/2018
Cifrar Contraseña	17/03/2018	17/03/2018
Creación Preguntas ¿Qué usar?	18/03/2018	20/03/2018
<b>Pruebas</b>		
Documentación	20/04/2018	25/04/2018
<b>Documentación</b>		
Manual de Usuario	01/04/2018	20/04/2018
Manual de Desarrollo	10/04/2018	22/04/2018
Manual de Instalación	15/04/2018	17/04/2018
Artículo técnico.	25/03/2018	30/04/2018
Libro Proyecto de grado	01/04/2018	30/04/2018
Vitrina Académica	03/05/2018	03/05/2018

## DESARROLLO

La enfermedad del Alzheimer (EA) afecta la memoria, el afectado se vuelve olvidadizo, especialmente con hechos que acaban de suceder, es decir, afecta la memoria a corto plazo. Puede tener dificultad para la comunicación, muchas veces fallan encontrando palabras necesarias para establecer una comunicación y cuando ya está en la gradualmente van perdiendo la capacidad de recordar nombres de personas relacionadas y cercanas. Con el paso del tiempo, cuando alcanzan la **etapa intermedia, moderada o etapa 2**, dejan de reconocer a familiares, amigos y también olvidan rutinas y nombres de objetos que anteriormente conocía a la perfección. Presentan pérdida de la orientación, lo que puede ocasionar que se pierdan hasta en lugares conocidos. La noción del tiempo se ve afectada. El ánimo y sus comportamientos sufrirán cambios, se podrán presentar depresión, ansiedad y reacciones agresivas.

La demencia también puede afectar el razonamiento, la comprensión, el cálculo, la capacidad de aprendizaje y el juicio. El deterioro de la función cognitiva suele ir acompañado por el deterioro del control emocional, el comportamiento social o la motivación. Sin embargo, se ha determinado la utilidad de “La terapia ocupacional, encaminada a la realización de ejercicios y actividades que favorezcan el mantenimiento y la mejora de las funciones cognitivas; se ha demostrado, de hecho, que la realización de determinados ejercicios mentales mejora la sintomatología asociada a la demencia” (Sanitas). Según estudios realizados se ha encontrado que al igual que la actividad física, la actividad mental ayudan a mantener en el tiempo el funcionamiento cerebral adecuado, pues al pasar mayor tiempo ejercitando el cerebro, se estimula el trabajo de las neuronas y retrasa el avance de la enfermedad.

EntreMente se enfoca y es de utilidad para pacientes que se encuentran entre la fase 1 y la fase 5 según la escala FAST. Para las etapas más avanzada es muy difícil que los pacientes puedan seguir la terapia por medio de la aplicación, pues dependen mucho de acompañantes o familiares para realizar todas sus actividades diarias, lo que impide realizar estos ejercicios que ofrece la aplicación.

Dados los resultados de las investigaciones antes mencionadas, es claro que los pacientes que sufren esta enfermedad (EA) poseen características especiales tanto en su condición física como psicológica, las cuales fueron tenidas en cuenta en el diseño y planeación de EntreMente.

“La rehabilitación cognitiva, está demostrado que retrasa la evolución en fases iniciales de la enfermedad, porque el trabajo neuropsicológico se centra en las funciones de la memoria, atención, percepción, razonamiento, orientación que están conservadas todavía, a través de ejercicios que mantengan las conexiones neuronales activas.”<sup>23</sup>

### **Consideraciones especiales para el diseño**

Como reflejan numerosos estudios, los pacientes sometidos a este tratamiento mejoran tanto en test cognitivos (Mini-Mental, ADAS), como en autonomía, autoestima y calidad de vida”. (Hilván Oró, Belén, 2016).

Uno de los aspectos más importantes tenidos en cuenta a la hora del diseño de *EntreMente*, es la dificultad de concentración. Esto llevó a determinar la necesidad de una interfaz visual que evite elementos que puedan convertirse en distractores para los pacientes, por lo que se evitó incluir imágenes innecesarias, marcos y cualquier elemento que no haga parte de los juegos; igualmente se determina que se debe utilizar un fondo blanco.

Ahora bien, dado que son característicos de los pacientes con EA los cambios en el estado de ánimo, cambios de humor e irritabilidad, se determinó una segunda directriz y esta es, no incluir elementos que puedan generar ansiedad o desespero en los pacientes. Esto se tradujo en no incluir control de límite de tiempo para realizar las actividades, por ende *EntreMente* no cuenta con elementos que puedan ser generadores de presión, tales como relojes en cuenta regresiva, ya que al hacer evidente que la persona no logra alcanzar los resultados, podría generar sensación de impotencia y surgir desespero e irritabilidad en las pacientes, lo cual a su vez puede generar inconvenientes para continuar con las terapias. Por el contrario, la idea es que el paciente cuente con actividades tipo retos, con diversos niveles de dificultad. Cuando un paciente responde de forma incorrecta se contabilizan los errores y cuando acumula varios, la aplicación automáticamente empezará a desplegar retos con un nivel de dificultad menor.

Dado que un gran porcentaje de las personas que actualmente sufren esta enfermedad deben estar en un rango de edad entre 65 y 90 años, es necesario tener en cuenta que hay una gran probabilidad de que no sean hábiles en el

---

<sup>23</sup> Silván Oró, Belén, 2016, La enfermedad del Alzheimer y la rehabilitación de la memoria. Recuperado de <https://elbosquepsicologos.com/la-enfermedad-de-alzheimer-y-la-rehabilitacion-de-la-memoria/>

uso de dispositivos tecnológicos, por lo que no se incluye acciones que requieran pericia.

Cada uno de los juegos incluidos en *EntreMente* tiene objetivo de cubrir alguna de las actividades de varias terapias que reciben los pacientes en su tratamiento para retrasar el avance de esta enfermedad. Las imágenes que se utilizan, el tamaño de la letra, las instrucciones, buscan ayudar al paciente a entender en forma sencilla la acción que se espera que desarrolle.

## **Arquitectura**

Uno de los principales inconvenientes en Colombia, en lo relacionado con el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer, es la falta de atención médica especializada para los pacientes. Pensando cómo generar alternativas que permitan mayor cubrimiento de la atención, *EntreMente* se ha desarrollado como una aplicación web, para que pueda ser accedida por más personas y no solo en Colombia, podrán acceder desde cualquier parte del mundo. Los altos costos para el tratamiento de estos pacientes, son fuente de preocupación, pues Colombia no podrá estar preparado para el crecimiento acelerado de la tasa de pacientes con esta enfermedad, pues como se mencionó previamente, la falta de profesionales del sector la salud, con el perfil requerido para el tratamiento requerido es una realidad; es por ello que uno de los principales objetivos de *EntreMente* es brindar a los pacientes no solo un recurso de TNF, si no, permitir comunicación virtual con médicos, enfermeros, psicólogos, terapeutas y demás personal de la salud que deba involucrarse en el tratamiento de esta enfermedad. Es por esto que la arquitectura contempla un componente de telemedicina, que permitirá a los profesionales de la salud conocer el desempeño de cada paciente en los diversos retos que componen la aplicación. Así, los avances, o no, que se presentarán a lo largo de la utilización del aplicativo, se ilustran en forma gráfica, de modo que el tratante pueda analizarlos y dar indicaciones dirigidas al cuidador y los familiares del paciente en seguimiento. Esto claramente contribuirá a disminuir la brecha entre la relación personal de la salud - Pacientes con enfermedad de Alzheimer (EA).

Para entender cómo funciona *EntreMente*, se debe entender la arquitectura utilizada. La construcción se basa en un API RestFul, esto permite la separación entre cliente y servidor, lo que ayuda al desarrollo ya que es factible escalar el producto sin problemas considerables. Este ha sido desarrollado en Java con framework de Spring. Las peticiones estarán protegidas por un token

de seguridad, el cual será utilizado para validar la sesión, esto permitirá proteger el tema de acceso sin autorización. Por otro lado, la persistencia de la información estará a cargo de una base de datos relacional.

## Juegos

*EntreMente* plantea siete juegos para la rehabilitación cognitiva. Cada uno de ellos busca dar al paciente y acompañantes una ayuda para estimular el trabajo de las neuronas y retrasar el avance de la enfermedad, por medio de esta aplicación.

## Atención

Dado que uno de los síntomas de la enfermedad del Alzheimer (EA), es la pérdida de memoria a corto plazo, los pacientes muchas veces pierden la capacidad de reconocer personas, animales y objetos. Con el objetivo de evitar distorsiones temporales, que generan dificultades en los pacientes a la hora de realizar distintas asociaciones, nace este juego. Se busca estimular la memoria a corto plazo usando para esto imágenes e instrucciones concisas de modo que el jugador deba forzar recuerdos para poder responder de manera correcta la pregunta. Esto funciona como terapia de estimulación cognitiva.



Figura 1. Juego atención.

## Galería

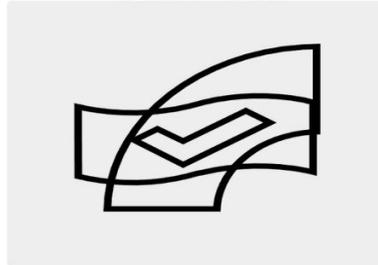
Entre una etapa intermedia y avanzada de la enfermedad, los pacientes empiezan a perder la memoria a largo plazo, olvidando nombres de familiares, así como de personajes famosos y muchos otros recuerdos. “Se deteriora la memoria semántica, que incluye el recuerdo consciente de la información sobre hechos y conocimientos generales sobre el mundo, se olvidan los datos aprendidos, por ejemplo, para responder a la pregunta de si la llave inglesa es una herramienta” (Silván Oró, Belén, 2016). Es por eso que el juego de Galería busca ejercitar esta memoria, pues tendrán que recurrir a sus recuerdos para reconocer diferentes imágenes alusivas a personajes históricos, lugares reconocidos, obras, artistas entre otros. Es de anotar que existe la posibilidad de personalizar el juego para cada paciente de modo que se puedan incluir fotografías y textos asociados a éstas, de modo que cada paciente esté en su propio contexto.



Figura 2. Juego galería.

## Formas

Los pacientes con EA, empiezan a disminuir la capacidad de razonamiento espacial, y se considera que esta capacidad es fundamental para realizar actividades diarias; es por ello que EntreMente con su juego de Formas, ayuda al paciente a estimular este tipo de razonamiento.



Elige la silueta que no aparece mezclada con las siluetas que se muestran en la imagen superior

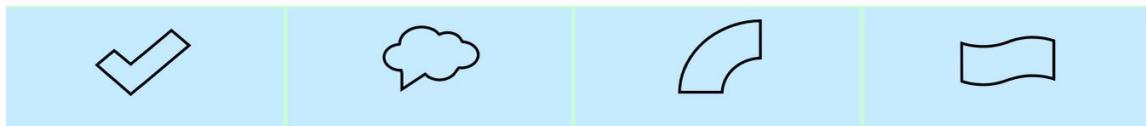


Figura 3. Juego formas.

### ¿Qué usar?

A medida que avanza la enfermedad, los pacientes empiezan a perder la independencia, lo que ocasiona que sus actividades de la vida diaria se vean afectadas, pues muchas veces podrán llegar a olvidar lo que tienen que utilizar o la secuencia a seguir en actividades de la vida diaria, como qué elementos usar cuando van a bañarse, con qué cubiertos se debe comer una determinada comida, qué elementos incluir en la vestimenta a usar según la actividad a realizar, en fin, son muchas actividades, que con el tiempo van olvidando. Este juego pretende estimular en los pacientes este tipo de razonamientos; en la terapia ocupacional esta terapia se conoce como “Absurdos” y se considera fundamental. Según la psicóloga Belén Silván Oró, En la curva final de la enfermedad las personas con Alzheimer pierden los automatismos en las tareas que requieren secuencias aprendidas, como vestirse, afeitarse, comer, siendo muy común que se pongan dos o tres calcetines en un mismo pie, o tal vez traten de colocarse la camiseta encima de la camisa, que se afeitan y luego se pongan la espuma de afeitarse. Por eso se consideró estratégico incluir un módulo dedicado a ejercitar el cerebro, mostrando diferentes actividades de la vida diaria, y así ayudar al paciente a recordar diversos eventos que tiene que realizar a diario.

Ayuda! -

## ¿Qué usar?

Pregunta 1 de 8. Nivel 1

¿Que prendas utilizaría para ir a un gimnasio?



Figura 4. Juego ¿Qué usar?.

## Calculemos

Tiene por objetivo ayudar a los pacientes con el razonamiento matemático. Para esto se presentan diferentes operaciones matemáticas, iniciando por aquella de menor nivel de dificultad y a medida que acierta se incluyen otras que demandan cálculos más elaborados. Esto se traduce en que las operaciones que se presentan inicialmente son sumas con números de un solo dígito, posteriormente se incluyen operaciones de resta; después se manejan gradualmente operaciones de dos o más dígitos, pero sin permitir llegar a resultados negativos, ya que este es un concepto bastante abstracto. Lo anterior tiene por objetivo estimular la habilidad de realizar mentalmente las operaciones, sin tiempo límite.

Ayuda! -

## Calculemos

Pregunta 1 de 8. Nivel 1

$$12+11$$

1	23
25	9

Salir

Figura 5. Juego calculemos.

## Percepción

Teniendo en consideración afirmaciones como la que hace<sup>24</sup> “en la enfermedad de Alzheimer está presente no sólo el daño cognitivo, sino también, una pérdida progresiva en el procesamiento sensorial, que distorsiona la interpretación del estímulo y afecta la capacidad de producir una respuesta adaptativa. Las respuestas adaptativas son el producto de un proceso en el que el sistema nervioso central toma la información, la interpreta y produce una acción significativa; las respuestas pueden ser afectivas, motoras, fisiológicas o funcionales para una persona mayor con este tipo de demencia. Sin embargo, estas respuestas pueden alterarse por los déficits cognitivos que disminuyen la capacidad de atención, lo cual afecta la velocidad de procesamiento de la integración sensorial ... En principio, la integración perceptual visual debe trabajarse, pues permite el control de los movimientos y facilita el desarrollo de habilidades visoespaciales dirigidas a la cognición. La integración visoperceptual contribuye al mantenimiento del esquema corporal y a la retroalimentación de la imagen que la persona hace de sí mismo y del ambiente. Para que esto se lleve a cabo se requiere estimular cuatro mecanismos: el seguimiento visual, la constancia espacial, la percepción de la distancia y la percepción de la profundidad, todos los cuales son básicos para habilidades como moverse en el espacio, localizar objetos y discriminar obstáculos” Para apoyar el tratamiento de psicoestimulación cognitiva, *EntreMente* tomó en cuenta los mecanismos de estimulación sugeridos y los incluyó en este módulo. En un juego por niveles el paciente se enfrenta a actividades que buscan estimular y entrenar las distintas capacidades y funciones cognitivas del paciente.

---

<sup>24</sup>Monsalve Robayo Angélica María, Rozo Reyes Claudia Marcela, 2009, Integración sensorial y demencia tipo Alzheimer: principios y métodos para la rehabilitación. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74502009000400012](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502009000400012)



Figura 6. Juego percepción.

## Musicoterapia

Según Facundo Manes quien es neurólogo y neurocientífico (PhD in Sciences, Cambridge University) “La música puede ser una herramienta poderosa en el tratamiento de trastornos cerebrales y lesiones adquiridas ayudando a los pacientes a recuperar habilidades lingüísticas y motrices, ya que activa a casi todas las regiones del cerebro. Estudios de neuroimagen muestran que tanto al escuchar como al hacer música se estimulan conexiones en una amplia franja de regiones cerebrales normalmente involucradas en la emoción, la recompensa, la cognición, la sensación y el movimiento”. Es por esto que hasta ahora, uno de los principales tratamientos no farmacológicos que se utilizan para tratar la Enfermedad de Alzheimer (EA) es la musicoterapia. Dado que los pacientes en el transcurso de la enfermedad generan, muchas veces comportamientos agresivos y que se ha comprobado que la música lleva a generar recuerdos agradables y que promueve la estimulación sensorial, logra desacelerar los procesos de declinación física, psicológica y cognitiva, se determina incluir un juego que busca ayudar a los pacientes, terapeutas y familiares por medio de diferentes videos musicales a lograr estos efectos. Este juego permite seleccionar la música que evoque recuerdos especiales en cada paciente, de forma que realmente sea un estímulo a la evocación y permita sentirse más tranquilo, pues se puede personalizar para que atiendan a los recuerdos específicos de cada paciente.

Ayuda!-

## Musicoterapia

Pregunta 1 de 8. Nivel 1



¿Cómo se llama esta canción?

Tu boca	En tus brazos la muerte
En un beso la vida	Destino

Figura 7. Juego musicoterapia.

## Perfiles

EntreMente cuenta con 3 perfiles. EL primero de ellos será para todos los Pacientes, en el se podrá realizar todas las terapias por medio de los juegos que se presentan, además llevará todas las relaciones tanto con el personal de la salud como los familiares. Cada vez que se acceda a un juego, este registrará el avance para recibir retroalimentación. También podrá observar ciertos mensajes que serán enviados por el personal de la salud y familiares.

El segundo perfil, será el familiar, este podrá tener contacto con el personal de la salud para recibir retroalimentación de los pacientes, así mismo podrá enviar mensajes para tener comunicación con estos últimos. Podrán consultar el historial médico del paciente, observar el avance en cada uno de los juegos y por ultimo personalizar los juegos para los pacientes.

El último perfil será para el personal de la salud, estos podrán actualizar el historial médico del paciente, darán retroalimentación al paciente y al familiar y al igual que los familiares podrán consultar el progreso de los pacientes y personalizar los juegos.



Figura 8. Selección del perfil..

## Historial médico

Para el personal de la salud es fundamental conocer el estado actual de la enfermedad de los pacientes, así podrá dar una retroalimentación más precisas, dependiendo del estado del paciente. Para ello *EntreMente* contará con el módulo que permitirá llevar registro del estado y cambios en la enfermedad; para esto, se registran la fecha, el encargado de hacer el diagnóstico, su rol o especialización, el nombre o nivel de la enfermedad. Este historial médico podrá ser consultado por los familiares del paciente.

#	Codigo	Nombre	Fecha	Nombre	Rol
3	ALZ2	Alzheimer Nivel 2	2018-01-21	Juan Pablo Arevalo Merchan Medico	Neurólogo
4	ALZ3	Alzheimer Nivel 3	2018-03-21	Juan Pablo Arevalo Merchan Medico	Neurólogo
5	ALZ3	Alzheimer Nivel 3	2018-04-08	Juan Pablo Arevalo Merchan Medico	Neurólogo

Figura 9. Historial médico desde el perfil del personal de la salud.

## Nivel

El jugador, llevará un nivel, calculado a partir de las preguntas correctas respondidas a lo largo de su trayectoria en el juego. Este será motivacional para el paciente, pues nunca disminuirá así responde mal preguntas. Esto es conocido como *Gamification*.

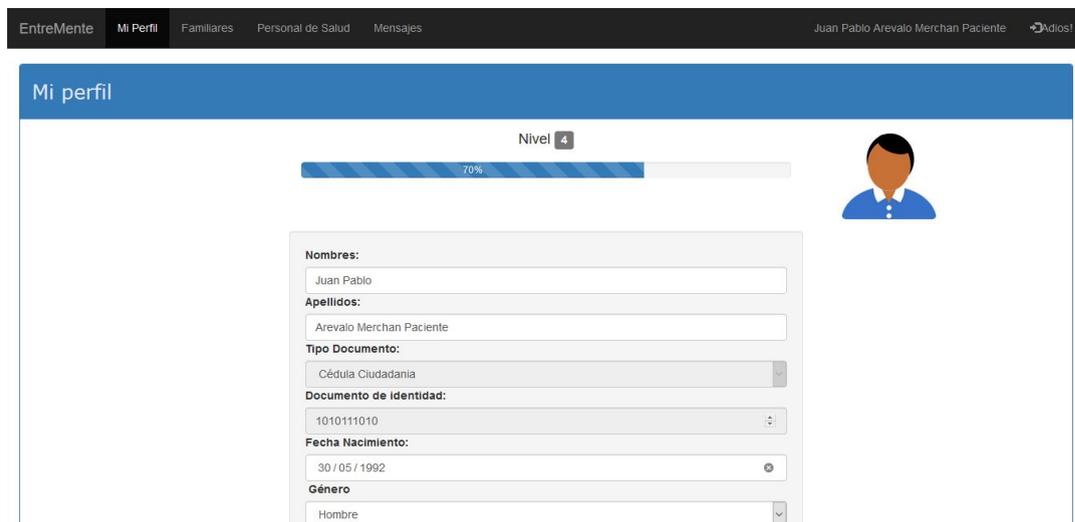


Figura 10. Nivel en el perfil del paciente.

## Progreso

A medida que el jugador avance en los juegos, se llevará un registro por cada vez que juega, dónde se llevará la cantidad de preguntas correctas, incorrectas, el tiempo jugado y el nivel máximo alcanzado, esto permitirá llevar al personal de la salud y familiares un control sobre su rendimiento por cada uno de los juegos a lo largo del tiempo, a partir de ello se podrá dar una retroalimentación por parte del personal de la salud. Este progreso se podrá filtrar por medio de una fecha inicial y una final, así poder ver el avance en un intervalo de tiempo específico. Adicional podrá ser visto en periodo de tiempos ya sea por días, meses o años.



Figura 11. Tabla del progreso de un jugador.



Figura 12. Diagramas del progreso de un jugador.

## Familiar

*EntreMente* tiene un perfil, dedicado a todos los familiares o acompañantes que están presentes en todo el proceso de la enfermedad del paciente y tienen objetivos específicos, el primero de ellos poder tener una comunicación con el personal de la salud que atiende al paciente para seguir las indicaciones que el les de, poder hacer un seguimiento al progreso que lleva el paciente en el juego y por último poder personalizar o adicionar preguntas a los juegos, pues aunque cada uno de los niveles que se presentan en el juego han sido planeados para los pacientes, cada uno puede presentar conocimientos diferentes por lo tanto se ha dado la opción de personalizarlos y este perfil será

uno de los encargados. Adicional a esto podrá consultar el estado del historial médico del paciente.

EntreMente Mi Perfil Mis Familiares Juan Pablo Arevalo Merchan Familiar Adios!

### Mi perfil

**Nombres:**  
Juan Pablo

**Apellidos:**  
Arevalo Merchan Familiar

**Tipo Documento:**  
Tarjeta de identidad

**Documento de identidad:**  
12312

**Correo:**  
juan@juan.com

**Usuario:**  
juanFamiliar

Guardar

Cerrar Sesión

Figura 13. Perfil del familiar.

## Personal de la Salud

El perfil del personal de la salud será el encargado de darle una retroalimentación a los familiares y al paciente acerca del avance de su enfermedad y del progreso que lleva en cada uno de los juegos a partir del progreso que lleva el jugar. También será el encargado de adicionar nuevos registros al historial médico de los pacientes.

EntreMente Mi Perfil Pacientes Juan Pablo Arevalo Merchan Medico Adios!

### Mi perfil

**Nombres:**  
Juan Pablo

**Apellidos:**  
Arevalo Merchan Medico

**Tipo Documento:**  
Tarjeta de Identidad

**Documento de identidad:**  
1111

**Rol:**  
Terapeuta

**Correo**  
juan.arevalo.merchan@gmail.com

**Nombre de usuario:**  
juanMedico

Guardar

Figura 14. Perfil del personal de la salud.

## Telemedicina

Uno de los componentes más importantes es el de telemedicina, pues lo que se busca es proveer un mecanismo que permita disminuir la brecha que hay en el acceso a la salud para los pacientes que sufren de Alzheimer. Lo que se logró es incorporar un componente que permita la comunicación. Por medio de este componente se da la posibilidad de que personal de la salud, tratante del paciente, brinde retroalimentación o consejos a los familiares y pacientes sobre cómo seguir usando la aplicación para lograr la terapia requerida, con base en la información que ha podido consultar acerca del progreso de los juegos. Se podrá tener una comunicación directa entre los familiares - personal de la salud, y se se desea el paciente podrá tener acceso a los mensajes, dependiendo de la configuración elegida. De esta manera se ayuda a tener acceso a los pacientes a una comunicación más efectiva y sin las largas esperas a recibir cita con los médicos tratantes de la enfermedad.

EntreMente Mi Perfil Pacientes Juan Pablo Arevalo Merchan Medico Adios!

### Juan Pablo Arevalo Merchan Paciente

Fecha:  
dd / mm / aaaa

Mensaje:

Enviar a Paciente

Enviar

Atras

Figura 15. Envío de mensajes.

EntreMente Mi Perfil Pacientes Juan Pablo Arevalo Merchan Medico Adios!

### Formas

#### Musicoterapia

#### ¿Qué Usar?

#### Mensajes

#	Fecha	Mensaje	Tipo	Nombre	Rol	Ver paciente
1	2005-05-12	Tienes que trabajar mucho mas	Personal Salud	Juan Pablo Arevalo Merchan Familiar	Medico General	<input checked="" type="checkbox"/>
3	2018-01-01	Este mensaje lo envia un médico. En enero	Personal Salud	Juan Pablo Arevalo Merchan Medico	Neurólogo	<input checked="" type="checkbox"/>
2	2018-01-11	Hola	Personal Salud	Juan Pablo Arevalo Merchan Medico	Neurólogo	<input type="checkbox"/>
6	2018-01-12	Enero 12	Familiar	Juan Pablo Arevalo Merchan Familiar	Padres	<input checked="" type="checkbox"/>
4	2018-01-13	adasd	Personal Salud	Juan Pablo Arevalo Merchan Medico	Neurólogo	<input type="checkbox"/>
5	2018-01-19	hola	Familiar	Juan Pablo Arevalo Merchan Familiar	Padres	<input checked="" type="checkbox"/>

Enviar mensaje

Figura 16. Consulta de mensajes.

## **Seguridad**

Con todo el tema de tratamiento de datos, es fundamental almacenar la información de los usuarios de la aplicación de manera segura, para ello se determinó la conveniencia de realizar cifrado de los datos privados.

Se ha iniciado con el cifrado de la contraseña, allí se ha utilizado un algoritmo de función Hash, que funciona como cifrado en una sola línea, esto quiere decir que no existe una función que reverse esté cifrado para conocer el mensaje real. Esto es utilizado en la mayoría de sistemas para almacenar las contraseñas de usuario. Se ha utilizado SHA, como función de cifrado.

Por otra parte, en reuniones sostenidas con personal de la salud, han mencionado la necesidad de cifrar datos privados importantes tales como el correo electrónico y el número de identificación de los usuarios; para esto se ha determinado utilizar AES. Almacenamos estos datos de forma segura.

Por otro lado se utilizó JWTT, esto permite tener seguridad para que cualquier personas no pueda acceder a las peticiones que se pueden realizar al servidor back-end. Solo los que se identifiquen correctamente en el sistema, recibirán un token de autenticación, el cual permitirá realizar las peticiones.

## **PRUEBAS**

Se realizaron dos tipos de pruebas, para tener una mejor retroalimentación desde puntos de vista diferentes. Las primeras pruebas realizadas para determinar el funcionamiento de *EntreMente*, se realizaron con personas que no padecen la Enfermedad de Alzheimer (EA), a estas pruebas se les llamó de “Usabilidad”.

Por otro lado, se han efectuaron pruebas con terapeutas ocupacionales, gracias a la fundación Neuroactivo Club día Alzheimer: Es por ello que se ha determinado realizar las pruebas allí, pues cuentan con dos de los perfiles que se manejan en la aplicación: los pacientes y el personal de la salud y por otro lado tienen una relación cercana con los familiares o acompañantes de estos pacientes, lo que brinda una mayor visión sobre el objetivo de la aplicación, buscando tener retroalimentación a partir de personas especializadas en el tema. Lo que ayuda a tener mejores correcciones a futuro.

### **Usabilidad**

Una vez superadas las etapas de diseño y desarrollo del primer grupo de juegos que conforma la aplicación de estimulación cognitiva, se avanzó a la etapa de pruebas. Dada la importancia de trabajar de la mano con personas ajenas al desarrollo de la aplicación, se planeó hacer posible tomar en cuenta diferentes puntos de vista para detectar y corregir errores. Es por ello que *EntreMente* se puso a prueba con perfiles de personas muy diferentes.

Una de las pruebas realizadas se realizó con estudiantes e ingenieros de sistemas, que no tuvieron relación alguna ni con el diseño ni con el desarrollo de la aplicación; gracias a ello se detectaron y corrigieron algunos errores y se tomaron en cuenta cada una de las sugerencias realizadas, pues temas mínimos como lo son las validaciones no tenidas en cuenta, ayudan a tener cada día más a tener una aplicación mejor.

Posteriormente, *EntreMente* se sometió a pruebas de usabilidad presentándola a personas sin y con enfermedad de Alzheimer. Las pruebas con personas de edad, pero sin problemas de EA, ayudaron a determinar cómo ven ellos la aplicación y que tan útil la perciben, pues independiente del perfil del usuario, este desarrollo servirá para ejercitar la memoria de personas que poseen o no la enfermedad, simplemente por el hecho de realizar acciones preventivas, ayudando así a disminuir el riesgo o avance con el que ataca esta enfermedad a la población mundial. Y ellos no han sido los únicos encargados de realizar las pruebas de usabilidad, se han hecho, con personas de diferentes edades,

géneros, especialidades, profesiones, cada una de ellas, dando su punto de vista acerca de la aplicación.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los juegos.

*Tabla 4. Resultado Juego Atención.*

<b>Edad</b>	<b>Género</b>	<b>Correctas</b>	<b>Incorrectas</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Nivel Máximo</b>
22	Femenino	38	7	9:59	4
32	Femenino	38	7	11:22	4
55	Femenino	41	10	7:50	4
22	Masculino	38	7	12:00	4
24	Masculino	37	6	8:25	4
31	Femenino	37	6	8:40	4
57	Masculino	34	3	7:18	4
57	Femenino	33	2	8:50	4

*Tabla 5. Resultado Juego Galería.*

<b>Edad</b>	<b>Género</b>	<b>Correctas</b>	<b>Incorrectas</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Nivel Máximo</b>
22	Femenino	34	3	5:41	4
32	Femenino	33	3	3:27	4
55	Femenino	33	2	2:10	4
22	Masculino	40	9	4:50	4
24	Masculino	32	1	3:01	4
31	Femenino	35	4	4:18	4
57	Masculino	33	2	2:39	4
57	Femenino	31	0	3:06	4

*Tabla 6. Resultado Juego Formas.*

<b>Edad</b>	<b>Género</b>	<b>Correctas</b>	<b>Incorrectas</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Nivel Máximo</b>
22	Femenino	36	8	7:43	4
32	Femenino	33	2	5:54	4
55	Femenino	38	7	5:50	4
22	Masculino	33	2	5:20	4
24	Masculino	32	1	3:34	4
31	Femenino	55	3	8:00	4
57	Masculino	31	0	3:02	4
57	Femenino	33	2	5:38	4

*Tabla 7. Resultado Juego Calculemos.*

<b>Edad</b>	<b>Género</b>	<b>Correctas</b>	<b>Incorrectas</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Nivel Máximo</b>
22	Femenino	36	5	4:16	4
32	Femenino	32	1	4:06	4
55	Femenino	36	5	2:50	4
22	Masculino	36	5	6:14	4
24	Masculino	35	4	3:50	4
31	Femenino	32	1	2:50	4
57	Masculino	33	2	2:29	4
57	Femenino	32	1	3:30	4

*Tabla 8. Resultado Juego Percepción.*

<b>Edad</b>	<b>Género</b>	<b>Correctas</b>	<b>Incorrectas</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Nivel Máximo</b>
22	Femenino	23	0	4:48	3
32	Femenino	25	2	5:21	3
55	Femenino	37	14	5:02	3
22	Masculino	26	3	5:15	3
24	Masculino	23	0	3:03	3
31	Femenino	25	2	3:15	3
57	Masculino	26	3	2:58	3
57	Femenino	23	0	5:08	3

### **Pruebas con pacientes y personal de la salud.**

Las pruebas con pacientes y personal de la salud se llevaron a cabo conjuntamente con una institución dedicada a atender pacientes con Alzheimer. Allí, probaron la aplicación durante los últimos meses de desarrollo del proyecto, usándola especialmente como medio de trabajo entre terapeuta y paciente. Se recibió retroalimentación frecuente, la cual fué insumo para correcciones de errores y posibles mejoras para brindar una mayor satisfacción con el producto.

Se realizaron reuniones periódicas entre profesionales de la mencionada institución y los miembros del equipo del proyecto *EntreMente*; en cada una de ellas se determinaron ajustes o se detectaba la necesidad de incluir nuevas actividades. De estas sugerencias de ajuste surgió la necesidad de eliminar elementos que se habían incluido buscando que la aplicación fuera agradable al paciente, pero que al probarla resultaron convertirse en elementos distractores. También se requirió hacer ajustes a la redacción de las instrucciones ya que inicialmente eran muy extensas, lo que, en pacientes con este tipo de enfermedad, ocasiona confusión y poco entendimiento de lo que deben realizar; la preguntas se modificaron para que sean cortas y más específicas.

Se evidenció que a una gran mayoría de pacientes no asocian las imágenes tipo caricatura o dibujos infantiles con su realidad, de modo que en las preguntas, se deben utilizar imágenes que reflejen la realidad.

Hay que tener en cuenta que los pacientes actuales que sufren de esta enfermedad tienen en promedio de edad de entre los 65 y 90 años, por lo tanto, si se usan imágenes muy modernas, no serán reconocidas por los pacientes.

Uno de los resultados de probar *EntreMente* en la institución, fue descubrir su utilidad para realizar actividades grupales; los terapeutas utilizan este tipo de actividades para promover la interacción con los pacientes y ayudar a que ellos mismos interactúen entre sí; también determinaron que los juegos son de utilidad para trabajar aspectos relacionados con lenguaje y comunicación, elementos que también se ven afectados por la enfermedad. Hay que tener en cuenta que algunos pacientes son analfabetas, otros no tienen una buena comprensión de lectura, por lo tanto, será muy importante un acompañamiento para realizar las diferentes actividades del juego.

## **Conclusiones de pruebas**

Se ha venido trabajando con una institución, quienes se describen como “... el Club de la Memoria, nos especializamos en consolidar las mejores técnicas utilizando las últimas tecnologías empleadas a nivel mundial para ejercitar y mantener la mente activa”. Basados en la experiencia que esté institución tiene cuidando pacientes con la enfermedad del Alzheimer (EA), se ha podido tener una retroalimentación importante por su pertinencia basada en las pruebas que se han realizado a la aplicación. Este tipo de pruebas ha ayudado determinar ajustes que se efectuaron buscando optimizar cada uno de los juegos y módulos que se han desarrollado.

Desde un inicio *EntreMente* tenía como objetivo, ser un recurso de estimulación de la memoria, usado por el paciente o el paciente y su cuidador, pero gracias a las pruebas realizadas, se ha concluido que también tiene un gran potencial como TNF para realizar terapias grupales. Aún falta la etapa de realizar pruebas por tiempo prolongado con pacientes que no asisten a este tipo de instituciones, de forma que se pueda determinar cuáles son las actividades que más les atraen y les benefician.

Trabajar de la mano con personas relacionadas directamente con la enfermedad, ayudó a entender cómo se vive con este tipo de pacientes, cuáles son sus requisitos, que necesitan, como lo necesitan, pues sin la experiencia este proyecto sería difícil terminar de la manera que se ha realizado.

La telemedicina ayuda a disminuir la brecha en atención a los pacientes que sufren esta enfermedad, pues según todas las cifras que presenta esta investigación, el sector salud tiene muy pocos especialistas tratantes de esta enfermedad, lo que genera una poca cobertura a nivel nacional de la enfermedad. Es por eso que, a partir de esta aplicación se podrá dar una retroalimentación a todos los pacientes sin necesidad de estar presencialmente, pues basado en todos los datos generados por este, se podrá ayudar al personal de la salud a atender de forma más rápida y eficiente a los pacientes.

## CONCLUSIONES

Ha sido un proyecto con muchos aprendizajes, desde conocer a fondo el tema de la enfermedad, hasta tener contacto con personas que sufren de la enfermedad y con sus familiares. Muchas personas piensan que la enfermedad del Alzheimer (EA) es cuestión de vejez, pero esto va más allá, la gravedad de la enfermedad está reflejada en las cifras relacionadas en este documento relacionadas con el dramático aumento del número de pacientes, de costos y de falta de atención óptima. El Alzheimer es en realidad es una enfermedad y muy grave, que requiere contar con diversidad de recursos para optimizar la atención. Ha sido un éxito encontrar una forma adecuada para utilizar los avances en tecnologías de información y comunicación para posibilitar que personas utilicen y ejerciten cada vez menos su memoria, pues lo que en años anteriores se hacía exclusivamente asesorado y dirigido por profesionales de la salud, será posible hacerlo desde las casa evitando desplazamientos a personas a quienes los cambios les afectan el estado de ánimo y que además pueden contar con dificultades para movilizarse. Estas actividades podrán realizarse a través de tecnologías como computadores, tabletas y celulares, lo que ratifica el hecho que cada vez más, las tecnologías de información y comunicación son muy útiles para apoyar actividades de las personas y disminuir brechas geográficas que pueden hacer inequitativo el acceso a derechos de toda la población.

Los resultados de investigación demuestran que la enfermedad de Alzheimer aumentará en forma acelerada y es necesario prever y trabajar en contar con recursos que hagan factible atender a los pacientes que así lo requieren, con calidad, oportunidad y de forma efectiva. La telemedicina está llamada a imponerse y ser el medio para disminuir brechas de acceso a salud en poblaciones con dificultades de movilidad o de acceso a los servicios

Generar recursos que han uso de tecnologías que faciliten la vida de los personas, puede ser elemento que posibilite estabilizar o disminuir las cifras de esta enfermedad, pero por ahora la única forma posible es ejercitando constantemente el cerebro, para así mantener las conexiones entre neuronas.

Se ha podido cumplir a cabalidad cada uno de los objetivos propuestos, aun dejando de hacer ciertas actividades por falta de tiempo, actividades que se plantean para un futuro retomar este proyecto y completarlo para mejorar cada día más y poder ponerlo a disposición de muchos más que lo requieran. Aunque actualmente se busca que este software funcione con instituciones que se ocupan de trabajar en estimulación cognitiva y con los pacientes que no asistan a ellas, se debe como lograr ponerlo a disposición para que cualquier persona en cualquier parte del mundo pueda llegar a utilizarlo y que investigadores y personal médico también desde cualquier parte del mundo pueda apoyarlos, acercando mucho más a cumplir con el cubrimiento en atención a pacientes que no puede tener acceso a la salud en lo relacionado con este tipo de enfermedades que afectan la capacidad cognitiva.

## **RECOMENDACIONES**

### **Reconocimiento familiar**

Se ha planteado realizar un juego de reconocimiento de grupo familiar, pero por el tiempo no ha sido posible implementarlo. Este juego consiste en poder subir imágenes alusivas al grupo familiar del paciente, padre, madre, hermanos, hijos, nietos o cualquier integrante de la familia o amigo, para que el paciente pueda reconocerlo. Es importante tanto para los familiares como para los pacientes poder estar ejercitando sus recuerdos del grupo familiar, pues en la enfermedad es uno de los recuerdos que más fácil pierden. Es por eso que se ha planteado para el futuro realizar este componente, fundamental para las terapias de los pacientes.

### **Juegos aleatorios**

Es muy importante para los pacientes la aleatoriedad de los juegos, pues muchos de ellos se empiezan a aprender las respuestas y esto no beneficiará mucho en la terapia. Actualmente existen 2 juegos implementados que buscan una pequeña forma de aleatoriedad en los juegos, el primero de ellos "*Calculemos*" pues todas las operaciones son generadas a partir del sistema, con la aleatoriedad que es posible por medio de la librería Random. El otro juego que se ha realizado con opción de aleatoriedad es el juego "*¿Qué usar?*" pues lo que hace es traer de la base de datos imágenes aleatorias. Entre más imágenes se asignen de respuesta a la pregunta, menor probabilidad de sacar la misma respuesta.

Los otros juegos son un poco más estáticos pues no presentan esta opción de aleatoriedad. Pero como el desarrollo de la aplicación se ha realizado teniendo en cuenta tener un bajo acoplamiento, los cambios para realizar la aleatoriedad de los juegos será muy fácil, solo se deberá cambiar los datos que recupera la pregunta de la base de datos. Por eso es importante tener en cuenta para el futuro, poder realizar este cambio a todos los juegos y brindar la opción de mejorar la aleatoriedad.

## **Perfil Investigador**

Por falta de tiempo y falta de tener unos requisitos mejor definidos para la realización del perfil de investigador, para este proyecto de grado no se ha podido realizar la implementación de este. Pero para el futuro del proyecto, será muy importante contar con un perfil de investigador, que pueda consultar la información generada por la aplicación para posibles investigaciones sobre la enfermedad, pero antes de eso, es recomendado consultar con profesionales, para saber que tipo de información requieren ellos, así poder definir de una manera correcta los requisitos para el desarrollo de este perfil.

## **Kinect**

En toda la retroalimentación obtenida por los profesionales del sector de la salud, se ha planteado la creación de un juego para realizar ejercicios físicos, pues esto en la terapia de rehabilitación cognitiva es muy importante, para ello se planteó utilizar el kinect o algún similar, para la realización de un juego que permita realizar este tipo de actividades que los pacientes tengan que imitar.

## REFERENCIAS

1. Confederación Española del Alzheimer, OMS: Alzheimer sustituye al SIDA como enfermedad más mortal. 2017. Recuperado de <https://www.ceafa.es/es/que-comunicamos/noticias/oms-alzheimer-sustituye-al-sida-como-enfermedad-mas-mortal>
2. El Tiempo, El 98 por ciento del país ya está conectado a internet, 2017. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/cobertura-de-internet-en-colombia-llego-al-98-por-ciento-165716>
3. Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017, Demencia Nota descriptiva. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs362/es/>
4. Bermejo-Pareja, Llamas-Velasco, & Villarejo-Galende, 2016, Prevención de la enfermedad de Alzheimer: un camino a seguir, Revista Clínica Española.
5. Sanitas, Las fases de la demencia: escala FAST. Recuperado de : <https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/tercera-edad/demencias/escala-fast.html>
6. Entrevistas Temáticas, Doctor Javier Olazarán Rodríguez. Recuperado de: <https://www.hipocampo.org/entrevistas/jolazaran.asp>
7. García-Alberca, José María, 2018, Terapias no farmacológicas en el alzhéimer. Recuperado de: <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/mente-y-cerebro/pensamiento-sin-rumbo-689/terapias-no-farmacologicas-en-el-alzhimer-14701>
8. CRE Alzheimer Salamanca, Terapia no farmacológicas. Recuperado de: [http://www.crealzheimer.es/crealzheimer\\_01/terapias\\_no\\_farmacologicas/index.htm](http://www.crealzheimer.es/crealzheimer_01/terapias_no_farmacologicas/index.htm)
9. Esteve, M. y Collado Gil A. (2013) El hábito de lectura como factor protector del deterioro cognitivo. Gaceta Sanitaria [Internet], [https://scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-9111201300100013&lang=es](https://scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-9111201300100013&lang=es).
10. Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017, Demencia Nota descriptiva. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs362/es/>
11. Universidad Internacional de Valencia, 2017, Demencia tipos y síntomas fundamentales. Recuperado de: <https://www.universidadviu.es/demencias-tipos/>

12. BrightFocus Foundation, 2016, Signos y Síntomas. Recuperado de: <https://www.brightfocus.org/espanol/la-enfermedad-de-alzheimer-y-la-demencia/enfermedad-de-alzheimer-sintomas-y-etapas>
13. JPND Research, ¿Qué es una enfermedad neurodegenerativa?. Recuperado de: <http://www.neurodegenerationresearch.eu/es/acerca-del-jpnd/que-es-una-enfermedad-neurodegenerativa/>
14. Dementia Care Central, Tipos de demencia. Recuperado de: <https://www.dementiacarecentral.com/caregiverinfo/tipos-de-demencia/>
15. Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017, El número de personas que padecen demencia se triplicará en los próximos 30 años. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/dementia-triple-affected/es/>
16. Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud, 2013, Demencia Una prioridad de salud pública. Recuperado de: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/98377/9789275318256\\_spa.pdf;jsessionid=2B3E04CD3BC2013206C08D5DDE59315D?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/98377/9789275318256_spa.pdf;jsessionid=2B3E04CD3BC2013206C08D5DDE59315D?sequence=1)
17. Mayo Clinic, Enfermedad de Alzheimer. Recuperado de: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/alzheimers-disease/symptoms-causes/syc-20350447>
18. CuidatePlus, Alzheimer. Recuperado de: <http://www.cuidateplus.com/enfermedades/neurologicas/alzheimer.html>
19. Sanitas, El tratamiento de la demencia. Recuperado de: <https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/tercera-edad/demencias/demencia-tratamiento.html>
20. Enfermedad de Alzheimer: parte 1. Recuperado de : <https://www.hipocampo.org/alzheimer.asp>
21. CogniFit, Demencias El declive de las funciones cognitivas. Recuperado de: <https://www.cognifit.com/es/demencia>
22. Dementia Care Central, La enfermedad del Alzheimer: Introducción. Recuperado de: <https://www.dementiacarecentral.com/caregiverinfo/la-enfermedad-de-alzheimer-introduccion/>

23. Universidad ICESI, Takeuchi, Yuri, Alzheimer un problema de salud pública en Colombia. Recuperado de: <https://www.icesi.edu.co/unicesi/todas-las-noticias/2241-alzheimer-un-problema-de-salud-publica-en-colombia>
24. La opinión, El día Mundial del Alzheimer y las alarmantes cifras de esta enfermedad, 2016. Recuperado de: <https://www.laopinion.com.co/vida-y-salud/el-dia-mundial-del-alzheimer-y-las-alarmanentes-cifras-de-esta-enfermedad-119215#OP>
25. Cuadros, Robinson, Cafam, 2013, Prevalencia de las demencias en Colombia. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/ETS/prevalencia-demencia-colombia.pdf>
26. El Tiempo, 2017, La demencia ya es una de las principales causas de muerte en el mundo. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/vida/salud/cifras-de-la-demencia-en-el-mundo-en-2015-60337>
27. El país, 2017, Día mundial del Alzheimer: la costosa enfermedad que borra recuerdos. Recuperado de: <http://www.elpais.com.co/familia/en-el-dia-mundial-del-alzheimer-conozca-los-costos-de-la-enfermedad-que-borra-recuerdos.html>
28. Asociación Peruana de Enfermedad de Alzheimer y otras Demencias, Tratamientos de la enfermedad de Alzheimer. Recuperado de: <https://www.alzheimerperu.org/tratamientos-enfermedad-alzheimer.html>
29. Chappotin, Dunia, 2017, Tratamiento de la enfermedad de Alzheimer: lo más importante que debemos conocer. Recuperado de: <https://infotiti.com/2017/12/tratamiento-alzheimer/>
30. Alzheimer's association, Tratamientos. Recuperado de: <https://www.alz.org/espanol/treatment/tratamientos.asp>
31. Jiménez-Balado, Juan, Glutamato (neurotransmisor): definición y funciones. Recuperado de: <https://psicologiaymente.net/neurociencias/glutamato-neurotransmisor>
32. López López, Lorena, Alzheimer y Musicoterapia. Recuperado de: <http://www.lamusicoterapia.com/alzheimer-y-musicoterapia/>
33. Manes, Facundo, 2015, ¿Qué le hace la música a nuestro cerebro?. Recuperado de: [https://elpais.com/elpais/2015/08/31/ciencia/1441020979\\_017115.html](https://elpais.com/elpais/2015/08/31/ciencia/1441020979_017115.html)
34. Silván Oró, Belén, 2016, La enfermedad del Alzheimer y la rehabilitación de la memoria. Recuperado de

<https://elbosquepsicologos.com/la-enfermedad-de-alzheimer-y-la-rehabilitacion-de-la-memoria/>

35. Formiga Francesc, Robles M. José, Fort Isabel, Demencia, una enfermedad evolutiva: demencia severa. Identificación de demencia terminal, Revista Española de Geriatria y Gerontología, 2009
36. CRE Alzheimer Salamanca, Aplicaciones para personas con demencia, recuperado de [http://www.crealzheimer.es/crealzheimer\\_01/recursos/apps/apps\\_enfermos/index.htm](http://www.crealzheimer.es/crealzheimer_01/recursos/apps/apps_enfermos/index.htm)
37. Ippok, Aplicaciones móviles contra el Alzheimer, recuperado de <http://www.ippok.com/blog/6-aplicaciones-moviles-contra-el-alzheimer/>
38. Farías Juan Paulo, López Cristo Andrés, Software para ejercitar la memoria SEMALZ PLUS, 2016. Proyecto de grado. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
39. Carvajal Laura Viviana, Software para ejercitar la memoria - SEMALZ, 2016. Proyecto de grado. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
40. Wikipedia, Neuropsicología. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Neuropsicolog%C3%ADa>
41. Matallana Gómez María Alexandra, Amaya Lara Jeannette Lilian, Beltrán Villegas Andrés, Chavarro Deisy, Romero Silva Germán, Puerto García Stephanie, Ruiz Gómez Fernando, Vásquez Candia Maria Elizabeth, Estudio de disponibilidad y distribución de la oferta de médicos especialistas, en servicios de alta y mediana complejidad en Colombia, 2011, Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/Observatorio%20Talento%20Humano%20en%20Salud/DisponibilidadDistribuci%C3%B3nMdEspecialistasCendex.pdf>
42. Arbey Gutiérrez William, Situación actual del médico geriatra en Colombia, 2015. Recuperado de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/vnimedica/article/view/16355>
43. Noticias Caracol, ¿Cuánto cuesta tratar pacientes con Alzheimer en Colombia? Vea lo que revela este estudio, 2018. Recuperado de <https://noticias.caracol.com/cali/cuanto-cuesta-tratar-pacientes-con-alzheimer-en-colombia-vea-lo-que-revela-este-estudio>
44. Dinero, El 74% de la población colombiana habita en zonas urbanas, 2012, recuperado de <https://www.dinero.com/economia/articulo/el-74-poblacion-colombiana-habita-zonas-urbanas/147272>