

# **PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA**

## **FONOVIR: APP CON REALIDAD VIRTUAL PARA PERSONAS ADULTAS CON TARTAMUDEZ**

**Sztafij, Bianca Lucila – LU1102702**

Ingeniería Informática

Tutor:

**Falanga, Gastón, UADE**

**2022**



**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

## **Agradecimientos**

Esta sección está dedicada a todos aquellos que directa o indirectamente han aportado algo a este proyecto. Las palabras no me alcanzan para poder agradecer a cada uno, pero quiero destacar:

A mi familia, amigos y conocidos, por siempre apoyarme y estar dispuestos a darme una mano cuando tuve problemas. Por hacerme crecer en una persona de quien estoy feliz de ser.

A Cecilia Cerlón, por la predisposición a colaborar con este proyecto y ayudar a transformarlo en su mejor versión posible.

A mi tutor, Gastón Falanga, no solamente por ser un maravilloso tutor a lo largo de este proyecto, sino por haber sido un gran profesor del cual he aprendido muchas cosas que siempre tendré en cuenta de acá al futuro.

Finalmente, le quiero agradecer en particular a mi mamá, Laura, por inspirarme en el día a día, al punto de hacerlo para llevar a cabo este proyecto. Por toda la ayuda y el cariño que siempre me ha dado. Por el orgullo que me genera ser tu hija.

## Resumen

FonoVR es una app móvil destinada a la ayuda de los adultos con tartamudez mediante la realización de ejercicios de terapia de habla y meditación a través de una Realidad Virtual.

La tartamudez es un trastorno de la fluidez del habla, la cual se caracteriza por repeticiones o prolongaciones de sílabas, sonidos o bloqueos, así como movimientos asociados al esfuerzo de hablar, y todos éstos tienen grados variados. Se estima que el 1% de la población mundial tartamudea.

Debido al tamaño de dicha población, no hay mucha información disponible para que la gente pueda entender mejor el trastorno. Esto ha generado estigmas sobre la tartamudez que son erróneos y dañinos, llegando al punto en el que los tartamudos mismos ven su disfluencia del habla como algo que necesitan corregir. Y para los adultos, esto deriva en cosas como falta de confianza o ideas pesimistas, pensando que ya no tienen chance de cambiar o modificar su habla, lo cual es falso.

Ante esto, FonoVR busca tratar estos sentimientos negativos para que sean reemplazados por emociones positivas y la persona se sienta más confiada en sí misma. De este modo, los ejercicios de terapia darán mejores resultados. Para lograr esto, se implementarán ejercicios personalizados que se realizan en terapias del habla, así como una lista de meditaciones para ayudar a relajar a la persona tanto física como mentalmente. Además, para lograr retener más la atención del usuario, estas funciones serán enseñadas mediante el uso de la Realidad Virtual. Por último, pero no menos importante, se le brindará al usuario información respecto a su progreso a través de la implementación de feedback fisiológico.

## **Abstract**

FonoVR is a mobile app destined to aid adults who stutter by doing exercises that are used in speech therapy as well as meditation, all through a Virtual Reality.

Stuttering is a speech disorder, characterized by repetitions or prolongation of syllables, sounds or interruptions known as blocks, as well as movements associated with the effort done to talk, all with various degrees. It is estimated that 1% of the world population stutters.

Due to the size of said population, there is not much information available for people to understand the disorder better. This has generated stigmas around stuttering that are wrong and harmful, getting to the point where people with stuttering themselves see their speech disfluency as something they should fix. And for adults, this ends up in things like lack of confidence or pessimistic ideas, thinking that they have no chance to change or modify their way of talking, which is false.

In view of this, FonoVR seeks to treat these negative feelings so that they get replaced by positive emotions and the person can feel more confident in themselves. This way, the therapy exercises will give better results. To achieve this, we will implement personalized exercises that are done in speech therapy, as well as a list of meditations to help the person relax both physically and mentally. Furthermore, to retain the user's attention, these functions will be taught through the use of Virtual Reality. Last but not least, we will give the user information about their progress through the implementation of physiological feedback.

## Contenido

1. Introducción	7
1.1. Objetivos	7
1.2. Alcance	7
1.3. Descripción	8
2. Antecedentes	9
2.1. Marco Teórico	9
2.1.1. Tartamudez	9
2.1.2. Tartamudez en Adultos	10
2.2. Estado del Arte	12
2.3. User Research	14
2.3.1. Realidad Virtual	14
2.3.2. Meditación	15
2.3.3. Entrevista a Lic. Cecilia Cerlon	15
2.3.4. Ejercicios	17
3. Descripción	19
3.1. Requerimientos Funcionales	21
3.1.1. Épicas	21
3.2. Diagrama de Base de Datos	22
3.3. Diagrama de Arquitectura	23
4. Metodologías de Desarrollo	25
4.1. Desarrollo	27
4.1.1. Identidad	27
4.1.1.1. Nombre	27
4.1.1.2. Estética	28
4.1.1.3. Logo	28
4.1.2. Diagramas de Flujo UX	29
4.1.3. Algoritmo para Contacto Visual	33
4.1.4. Seguridad	36
4.1.4.1. Legalidad	37

4.1.5. Cronograma	38
4.1.5.1. Roadmap a Futuro	41
4.2. Herramientas Utilizadas	42
4.2.1. Unity 2019	42
4.2.2. Autodesk Maya 2020.4	43
4.2.3. Google Cardboard	43
4.2.4. Firebase Console	44
4.2.5. GanttPRO	44
4.3. Frameworks, Lenguajes y Librerías	44
4.3.1. C#	45
4.3.2. Unity Asset Store	45
4.3.3. GVR SDK for Unity v1.200.1	45
4.3.4. Firebase Unity SDK 9.6.0	45
4.3.4. Google Services	46
5. Modelo de negocio	46
6. Pruebas Realizadas y Discusión	49
7. Conclusión	54
8. Referencias bibliográficas	56
9. Anexos	59
Anexo A: Entrevista a Cecilia	59
10. Índice de Figuras	68
11. Índice de Tablas	70

## 1. Introducción

### 1.1. Objetivos

El objetivo de FonoVR es ayudar a los adultos con tartamudez, desde el control de sus emociones, a iniciar un proceso para aceptar y mejorar su forma de comunicar. El proyecto se llevará a cabo en Argentina durante el año 2023.

Y en específico, FonoVR busca:

- Brindar al tartamudo un espacio virtual que le ayude a mejorar la fluidez y, con ello, su calidad de vida diaria en cualquier entorno.
- Lograr que la persona llegue a un nivel comunicacional que sea óptimo para ella misma, con cambios notorios mediante los ejercicios que realiza.
- Permitirle al tartamudo ver su progreso a través de un registro que se generará con datos fisiológicos obtenidos de los ejercicios que practique.

### 1.2. Alcance

La aplicación FonoVR incluye reconocimiento de patrones de habla, actitudes asociadas con el paso del tiempo y emociones generadas por la manera de hablar mediante un cuestionario inicial, de modo que se sepa qué tipos de ejercicios requiere el paciente. Dichos ejercicios son de práctica de habla, avalados por fonoaudiólogos especialistas en tartamudez y por la Asociación Argentina de Tartamudez, y de meditación, ambos se realizan en realidad virtual y se personalizan de acuerdo a las necesidades relacionadas a la tartamudez del usuario (lo cual se sabrá con el cuestionario ya mencionado). No se incluirá feedback respecto a la pronunciación de los ejercicios de práctica.

Con el primer release se incluye una Realidad Virtual, en adelante RV, para teléfonos celulares y, en un release futuro, la herramienta tendrá soporte para el uso de cascos especiales para RV.

En adición a lo anterior, se incluye feedback fisiológico a modo de ayuda para que el tartamudo tenga un control de la manifestación de sus emociones a la hora de hacer ejercicios. Con esta información, el usuario puede comprobar su progreso en el manejo de sus emociones a la hora de hablar y la eficacia de la meditación en ayudar a calmar a la persona.

Todo esto quedará registrado en una pantalla donde se podrán ver los datos en una forma fácil de leer, como porcentajes y gráficos comparativos.

Otra característica incluida dentro del primer release es el tracking de movimiento. Con este, se detecta si la persona está muy nerviosa a la hora de hablar, al punto de estar inquieta. Se tiene en cuenta si la persona tiene un tic específico a la hora de trabarse, el cual debe realizar para lograr decir alguna letra o sílaba en específico. A futuro, se implementará detección de latidos del corazón y sudor para hacer el registro de las emociones más certero.

### **1.3. Descripción**

Los adultos que tienen tartamudez, suelen sentirse frustrados ante su situación, teniendo una visión negativa de su disfluencia del habla. Dichas emociones negativas generan miedos, hábitos malos e inseguridades en estas personas, tales como pánico escénico, evitación de conversaciones, falta de confianza en sí mismo, ansiedad, entre otras cosas. Son demasiado conscientes de su tartamudez casi todo el tiempo y prefieren evitar hablar para no pasar por una experiencia que les genera vergüenza si se llega a manifestar su disfluencia. Sumado a esto, algo que tampoco ayuda es el estigma que existe en la sociedad respecto a la tartamudez, así como también la falta de información o difusión de información errónea.

Debido a esta forma de pensar, se ven resignados a la posibilidad de trabajar su tartamudez y son escépticos a realizar tratamientos con un fonoaudiólogo, ya que ellos buscan una cura instantánea. Sin embargo, esta no existe; la tartamudez no es algo que la medicina de hoy en día ha encontrado la forma de quitar de los adultos, pese a que en los chicos hay una alta probabilidad de remisión. Para los adultos, como veremos más adelante en la sección de entrevista, no importa el método que utilicen, la tartamudez nunca se puede eliminar completamente debido a que ha alcanzado un nivel de manifestación crónico. Muchas personas no llegan ni al 70% de fluidez. Este concepto es necesario que sea entendido por los adultos con tartamudez como un primer paso hacia la mejora de su situación.

La app, en base a lo investigado a lo largo de este proyecto, se dirige a personas tartamudas adultas porque son un segmento poblacional que menos atención tiene debido a que la fonoaudiología se enfoca más los chicos para poder tratarlos por la tartamudez (abordado en la sección de Tartamudez en Adultos). Ellos han adquirido hábitos a lo largo de su vida, en especial si no han tenido la posibilidad de un tratamiento con fonoaudiólogos

dedicados al tratamiento de la tartamudez y, además, muchas veces no saben que se puede mejorar su situación. Estos son adultos que necesitan de contención, comprensión y seguimiento en un tratamiento de tartamudez. Además, si el tartamudo lo desea, se utilizará esta herramienta como acompañamiento con un tratamiento que esté realizando con un fonoaudiólogo especialista, aunque no será necesario.

## **2. Antecedentes**

Con el objetivo de lograr comprender mejor la problemática, se ha realizado una investigación sobre la tartamudez, su estado actual y de qué formas otros la han abordado. Posteriormente, se analizará dicha información para desarrollar una aplicación que brinde la solución que los futuros usuarios necesitan.

### **2.1. Marco Teórico**

En esta sección se expondrá la investigación realizada respecto a la tartamudez. Ayudará a entender mejor su origen y los problemas que presenta.

#### **2.1.1. Tartamudez**

De acuerdo a The Stuttering Foundation (2022), la tartamudez es un trastorno de la fluidez del habla, la cual se caracteriza por repeticiones o prolongaciones de sílabas, sonidos o bloqueos, así como movimientos asociados al esfuerzo de hablar, y todos estos tienen grados variados. Se estima que el 1% de la población mundial tartamudea. En su libro *“Tartamudez y Cluttering: Estudio y recuperación de las alteraciones de la fluidez”*, Biain de Touzet (2017) hace referencia al Doctor Luc De Nil cuando menciona cómo funcionan los cerebros de los tartamudos en comparación a las demás personas. Según el autor, los mecanismos neurales del habla y del lenguaje en las personas disfluentes son bilaterales, es decir, usan ambos hemisferios del cerebro cuando hablan; las personas fluidas utilizan solamente el hemisferio izquierdo. Debido a ello, existe un doble comando que no siempre logra sincronizarse, lo que produce accidentes vinculados con el lenguaje y también relativos al control motor del habla.

La tartamudez durante mucho tiempo tuvo vastísimas teorías de surgimiento; según la Fundación Española de la Tartamudez (2022), un ejemplo fue el foco de la

tartamudez en neurosis y problemas psíquicos en la segunda mitad del siglo XIX, y otras personas que la atribuían a problemas auditivos o continuación de hábitos infantiles. La Organización Mundial de la Salud define enfermedad como una alteración o desviación del estado fisiológico en una o varias partes del cuerpo, por causas en general conocidas, manifestada por síntomas y signos característicos, y cuya evolución es más o menos previsible (Herrero, 2016). Entonces, hay varios motivos por el que no se debe considerar a la tartamudez una enfermedad; la verdadera causa de la tartamudez no se sabe hasta hoy en día, aunque de acuerdo con numerosas fuentes —Biain de Touzet (2002), Fundación Española de la Tartamudez (2008), Rodríguez Carrillo (2005), y otras— se sospecha de factores genéticos, sociales, psicológicos y biológicos. Además, la tartamudez posee característica de ser involuntaria y cíclica de acuerdo a la Fundación Española de la Tartamudez (2022) —es decir, hay días en que las personas tartamudean más y otros menos, y de forma diferente— La evolución de la tartamudez, entonces, no se puede clasificar como predecible. Es por ello que no se puede decir que es una enfermedad, pero sí se pueden lograr cambios en la forma de comunicación, con prácticas fonoaudiológicas por sobre todo.

En lineamientos generales, la tartamudez es una disfluencia del habla de la cual se ha propagado estigmas a lo largo del tiempo. Dichos estigmas son dañinos y han logrado persistir hasta el día de hoy en aquellas personas que no están informadas del tema; tartamudos incluidos.

### **2.1.2. Tartamudez en Adultos**

Según Biain de Touzet (2002), el individuo que ha llegado a la adultez con una disfluencia crónica, es probable que tenga incorporados una serie de hábitos de tensión y actitudes crónicas que se acompañan de sentimientos y pensamientos erróneos respecto de la tartamudez. Un adulto que tartamudea cree que ya no tiene chance de cambio o de modificación de su habla, que pierde el tiempo. En general, ha habido interferencia con los vínculos parentales, sensación de no comprensión, padres que no sabían manejar ese tema o han sido sumamente exigentes. Tienen una actitud resignada, a veces escéptica por recordar tratamientos y ejercicios de infancia que no dieron resultado, lo cual coloca al profesional de hoy día en situación de reclamo y recuerdo frustrado con sus propios padres. Es por ello que

se debe comenzar con una evaluación objetiva de la dificultad verbal y el estudio de las actitudes relacionadas con la disfluencia (aspectos cognitivo, lingüístico y motor del habla).

Actualmente, los tratamientos se focalizan más en la prevención en los niños de entre 2 y 5 años para tratar de revertir en el mejor de los casos la disfluencia; que de no lograrlo pueden hacer que sea lo más leve posible incluso en la adolescencia. Este foco se debe a que existe una posibilidad alta de remisión en este grupo poblacional; un 80% de acuerdo a la Asociación Argentina de la Tartamudez (2022) y la Fundación Española de la Tartamudez (2022). Aun así, la tartamudez en adultos siempre se puede mejorar, con práctica de todo tipo de herramientas y de otros profesionales de ser necesario como acompañamientos psicológicos.

En otro libro, Biain de Touzet (2017) describe los distintos componentes de la tartamudez en el adulto que no ha trabajado su disfluencia o lo ha hecho de forma insuficiente o inadecuada.

- Cognitivo: El cerebro del tartamudo ha generado un conjunto de pensamientos e ideas equivocadas y distorsionadas con respecto al hecho de trabarse, por lo que no está dispuesto a hacer público nada que se relacione con su tartamudez.
- Estigma social y el autoestigma: Estos hacen que la persona piense que cualquier cosa es mejor que reconocerse como disfluyente; prefieren sufrir cosas más graves que reconocer que tienen tartamudez.
- Motor: La persona ha trabajado arduamente para minimizar la repercusión motora y adquirió comportamientos que encubren temblores, rigidez, espasmos, rupturas y evitaciones. También puede haber adquirido conductas como taparse la boca, carraspear o hacer que tiene otro tipo de molestia.
- Lingüístico: El adulto quizás tenga el nivel intelectual suficiente para evitar lo que sucede, hacer rodeos y hasta funcione en un nivel intelectual menor ya sea por elección o refugio. Por ello, la mayoría de su energía comunicativa está concentrada en la inhibición de las manifestaciones de su disfluencia.

Además de estos componentes, Biain menciona que el disfluyente hablará lo justo y necesario, pudiendo tener bloqueada la capacidad de manifestar emociones, así como quizás la persona trabaje en algo elegido para no tener que hablar, siga una carrera condicionada por su disfluencia, lleve una vida social limitada y/o tenga una espontaneidad

interferida. En el caso de tener una familia propia, en la mayoría de los casos suele ser la pareja quien hable por el tartamudo.

Entonces, se puede concluir que la tartamudez hoy en día tiene mayor foco en los niños debido a que hay mayor probabilidad de remisión. Pensando que "ya no hay vuelta atrás", los adultos con tartamudez tienen una visión negativa de su vida, la cual se origina a causa de su disfluencia. En general, suelen evitar situaciones que les hagan tener que hablar, o harán lo que sea para no dejar que la gente sepa de su tartamudez. También desconfían de los tratamientos con fonoaudiólogos, ya que ninguno les ha dado una solución instantánea como ellos desean.

## 2.2. Estado del Arte

Como se ha mencionado antes, el foco de los tratamientos de tartamudez está en los niños de entre 2 y 5 años debido a la alta probabilidad de remisión. Existen numerosas aplicaciones que se focalizan en ayudar a los niños a pronunciar mediante la realización de ejercicios avalados por fonoaudiólogos. Debido a esto, se cree que el aporte de FonoVR tiene un valor alto, ya que su foco son los adultos con tartamudez. Aun así, existen aplicaciones genéricas para el uso de la mayoría de las edades.

Una aplicación a destacar es Stamuraí (2017), una app para la tartamudez en inglés. En la Figura 1 se muestran capturas de pantalla de dicha aplicación.

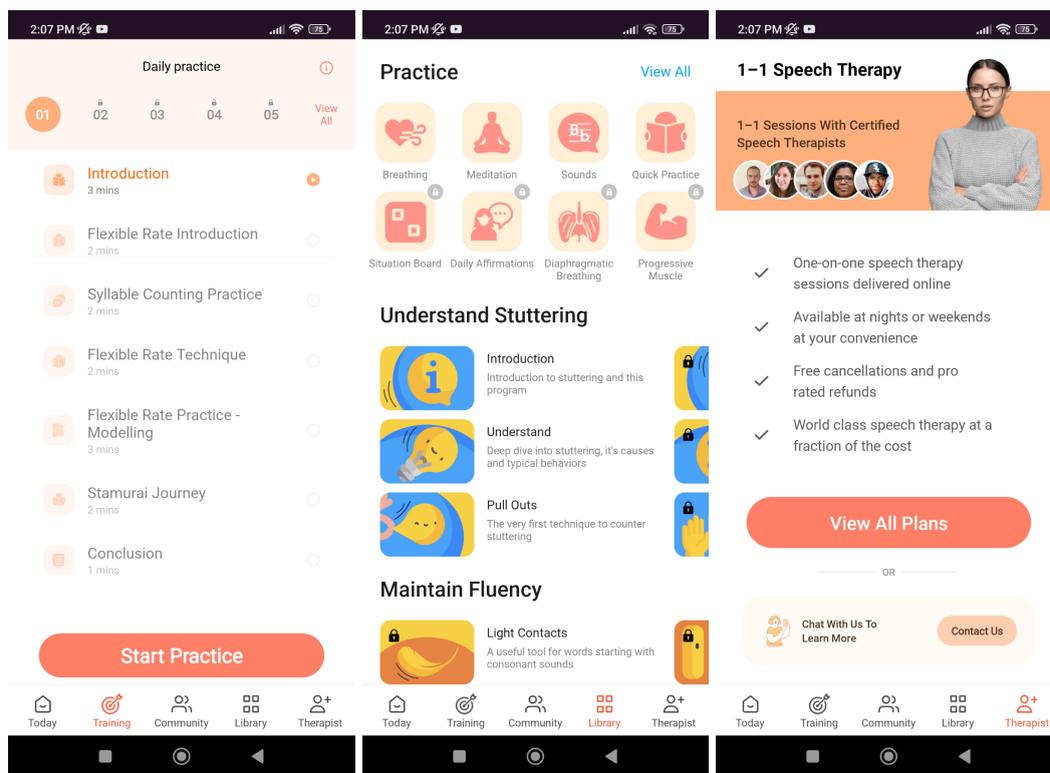


Figura 1: Screenshots de Stamurai

Stamurai tiene dos bases: la primera es el uso de la terapia de modificación del tartamudeo, la cual asume que la mayoría de los problemas de los tartamudos provienen de evitar sus disfluencias, palabras y situaciones temidas. El objetivo de dicha terapia es cambiar esas conductas viejas y negativas por unas nuevas y positivas, haciendo que la persona se sienta más cómoda al tartamudear. La segunda base de esta aplicación es el modelado de fluidez, que incluye técnicas para mantener la fluidez, las cuales generan estrés en la persona para ejercerlas en la vida cotidiana. Tras haber utilizado la app por un tiempo con el propósito de probarla y analizarla, lo que he notado es que la aplicación está constantemente mandando notificaciones a modo de “recordatorio” para hacer práctica todos los días. Más adelante en la sección de entrevista, se destaca la necesidad de no insistir al paciente en hacer tratamiento; debe ser algo libre, natural y cómodo para su persona. El nivel de insistencia que Stamurai tiene le pone una presión inconsciente al tartamudo, pensando que todos los días debe practicar y, por consiguiente, perder un día de entrenamiento le va a afectar. Si bien uno de los objetivos de FonoVR es que la fluidez del usuario mejore, no se busca que el usuario esté focalizado de forma tan poco sana en mejorarla ni incomodarlo o generarle falsas

expectativas, sino que se acepte a sí mismo por como es y que vaya al ritmo que la persona se proponga. Por lo tanto, la app se diferencia de Stamura en ese acercamiento a la tartamudez; algo que es sutil, pero clave para la sanación mental del tartamudo.

Otra mención notable es la aplicación withVR, la cual es una aplicación en desarrollo que, así como FonoVR, utiliza la RV como herramienta para ayudar a personas con tartamudez. Sin embargo, en el caso de withVR, se realiza una terapia de exposición y análisis de movimientos oculares. Para Gareth Walkom, el líder del proyecto, una de las dificultades que tiene la tartamudez es lograr conseguir la oportunidad de trabajar dicha disfluencia dentro de un ambiente libre de juicio. Con esto en mente, withVR recrea escenarios de la vida real en una RV para practicar situaciones como dar tu opinión en clase, pedir la comida que vos quieres en vez de lo que es fácil decir, etc., por lo que la manera en la que se trata la problemática es distinta a FonoVR. Otra cosa a destacar de withVR es que, si bien se creó con la idea de trabajar la tartamudez en mente, este proyecto no es necesariamente exclusivo para los tartamudos; una persona que tiene pánico escénico puede utilizarla para ayudarle a superar su miedo sin ser necesariamente alguien con tartamudez.

Entonces, en base a esta investigación, se concluye que las aplicaciones existentes no han abordado la tartamudez en adultos con un foco en las emociones y frustraciones que la disfluencia trae consigo, forma en la cual FonoVR si la aborda.

## **2.3. User Research**

En esta parte se mostrarán estudios e investigaciones realizadas, las cuales involucran todo aquello que los usuarios experimentaran en FonoVR y cómo los beneficia.

### **2.3.1. Realidad Virtual**

De acuerdo a una investigación realizada por la Universidad de Warwick (2018), dirigida por Allcoat Devon, la RV genera una experiencia de aprendizaje positiva y con mayor interacción. Dicho estudio involucró a un total de 99 estudiantes que fueron encuestados tras haber realizado una de las siguientes pruebas de medios de aprendizaje: RV, video tradicional y lectura de libro. Estas personas tomaron un examen antes y después de aprender con sus respectivos medios y los resultados demostraron que la RV obtuvo mejor adquisición de conocimiento, así como entendimiento de los temas y retención de la información. También se les ha preguntado a los estudiantes que califiquen la emoción de las

experiencias y la mayoría respondió que los videos son algo básico y aburrido con lo que aprender, mientras que la RV hace que aprender sea más emocionante.

Por lo tanto, se puede concluir de este estudio que el uso de la RV en el ambiente de aprendizaje genera una respuesta positiva en las personas, incentivando y estimulándolas a aprender. En base a este resultado, se ha optado por utilizar la RV en FonoVR con el objetivo de incentivar a los tartamudos a verse más interesados en los ejercicios.

### **2.3.2. Meditación**

Según la Real Academia Española (2021), meditar es “Pensar atenta y detenidamente sobre algo”. En otras palabras, es una práctica en la cual el individuo entrena la mente para conseguir un objetivo.

Un estudio realizado en 2012 (Beilby Janet, et al., 2021) se centró en una terapia conocida como Terapia de Aceptación y Compromiso, en adelante TAC, la cual consiste en incentivar a las personas a aceptar sus sentimientos y pensamientos en vez de “batallar” y sentirse culpable de estos. El programa consistió en estudiar 20 adultos con tartamudez, los cuales fueron expuestos a 2 horas semanales de terapia durante ocho semanas. El objetivo incluía mejorar: (a) funcionamiento psicosocial, (b) buena disposición para terapia y cambio, (c) utilización de técnicas de atención y flexibilidad psicológica, y (d) frecuencia de trabas. TAC demostró ser una técnica efectiva para tratar y mejorar todos los objetivos mencionados y además, se reveló que las ganancias terapéuticas obtenidas fueron retenidas a lo largo del tiempo. Con ello, concluyeron que TAC puede ser una intervención prometedora y novedosa para los adultos con tartamudez.

Viendo la eficacia de esta terapia, se concluye que una meditación basada en TAC sería la mejor manera de tratar la tartamudez con FonoVR, ya que incita a la persona a aceptarse por como es en vez de querer cambiar para "ser normal".

### **2.3.3. Entrevista a Lic. Cecilia Cerlon**

Tras haber hecho una investigación profunda sobre la tartamudez y la terapia, se procedió a entablar una entrevista con la Licenciada en Fonoaudiología Cecilia Cerlon, especializada en disfluencia (tartamudez). El objetivo de dicha entrevista fue confirmar las cosas que se investigaron, entenderlas más a profundidad desde la perspectiva de alguien

involucrado en la tartamudez y descubrir que ocurre durante la terapia del habla. Dicha entrevista puede ser leída en detalle en la sección del Anexo A: Entrevista a Lic. Cecilia Cerlon.

Una vez finalizada la entrevista y analizadas las respuestas, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- No se puede clasificar la tartamudez en categorías o tipos. Cada persona tiene sus propios fonemas con los que se traban.
- Uno de los principales objetivos de la terapia del habla es ayudar a la persona a estar cómoda cuando tartamudea. Otro objetivo es que la persona construya la fluidez y entrene un nuevo patrón motor.
- Se trabaja primero en lo que la persona percibe como "lo peor" y hay que tener en cuenta la expectativa del paciente.
- Algunas de las técnicas utilizadas para ayudar a los tartamudos son: Acercamiento Suave al Primer Sonido de la Palabra (De ahora en más ERA), Sobrearticulación, Fonación continuada, Errores normales y Cancelación.
- Se busca identificar la forma en que se traba la persona y los movimientos secundarios, y reducir la tensión y emociones negativas de estos. Posteriormente se enseñan técnicas para lograr un habla relajada y luego, a mantener dichas técnicas a lo largo del tiempo.
- Se da prioridad a lo que el paciente quiere o necesita. Sin embargo, si este está desesperado por solucionar su situación, hay que hacer un trabajo para que la persona entienda cual es el verdadero objetivo de la terapia (el cual no es hacer que la tartamudez desaparezca).
- No se busca la perfección, sino la comodidad. Se le da libertad al tartamudo de manejar la frecuencia con la que hace las sesiones de terapia, así como cuando quiere dejarla.
- Los tartamudos llegan a la terapia con pensamientos negativos; se creen incapaces de hacer varias cosas debido a la tartamudez y se limitan a sí mismos. Sin embargo, no hay que invalidar sus sentimientos negativos; hay que hacerles sentir escuchados, ser entendidos desde el lado de las emociones y trabajar el problema desde ahí.

- Los tartamudos suelen hacer movimientos relacionados al esfuerzo de intentar hablar. Si ocultan mucho la tartamudez, se les agregan aún más movimientos involuntarios inconscientemente.
- En terapia, los tartamudos se pueden encontrar hasta más relajados que si están solos.
- El mayor miedo de los tartamudos es que se note su tartamudez y esto es trabajado en la misma terapia.
- Un gran porcentaje de tartamudos evitan mantener contacto visual con la otra persona. Esto se trabaja en terapia.
- Hay distintas herramientas que un tartamudo podría usar que pueden (o no) ayudarles personalmente a sentirse mejor consigo mismos. La meditación es una de ellas, cuyos beneficios incluyen, entre varios, calmar ansiedades y angustia.
- Las emociones tienen un rol importante en la tartamudez. Estas afectan los pensamientos y viceversa.

Entonces, gracias a la entrevista, se ha obtenido información con profundidad. Ahora, se entiende cómo opera el tartamudo, cómo trabajar la tartamudez de la persona, cómo diseñar los ejercicios, qué tener en cuenta al diseñarlos y el objetivo de estos.

### **2.3.4. Ejercicios**

En esta sección se explicará brevemente cómo se ejecuta cada una de las técnicas que Cecilia ha mencionado en la entrevista.

1) **ERA**, o ERASM, son las siglas en inglés de una técnica usada en terapia conocida como “*Easy Relax Approach and Smooth Movement*”, que puede traducirse como “Acercamiento Suave al Primer Sonido de la Palabra”. De acuerdo a Le Huche (2000), esta técnica consiste en desacelerar y suavizar el paso de la articulación del primer al segundo fonema de una palabra. Con la tensión disminuida al inicio de una frase, se hace posible decir de una sola vez dicha frase, o hasta un enunciado entero. Como resultado de la leve prolongación de la transición fonética, la palabra así pronunciada tiene un aspecto algo particular, que da la impresión de una ligera dificultad controlada.

El ERA puede ser utilizado de manera diferente según los terapeutas y los pacientes. Puede ser considerado como un simple sistema antibloqueo que habrá que recordar constantemente de por vida o, por el contrario, como una herramienta para utilizar exclusivamente durante las sesiones mientras se entrena, en vez de darle uso en la vida cotidiana.

**2) Sobre-articulación**, también conocido como Exageración Consonántica, trata de la exageración a la hora de articular el sonido. Según Soto Vega (2012), se utiliza esta técnica en el caso de que el paciente requiera utilizar la articulación con exceso para así evitar pasar por alto las consonantes. Esto le ayudará a que tome conciencia de los fonemas finales y mediales.

**3) Fonación Continuada**, de acuerdo a Katherine Lobos (2011), es una técnica en la cual se produce de manera continuada todos los sonidos de la frase, ligándose entre sí y favoreciendo las transiciones de sonido a sonido. Este ejercicio se usa cuando la persona suele trabarse en las pausas o inicios de las oraciones.

**4) Errores Normales** es una técnica que Biain de Touzet (2017) describe como un proceso en el que se escucha la radio o la televisión y se extraen muestras de producción de lenguaje común para verificar la cantidad de repeticiones, sonidos continuados, interjecciones, muletillas y agregados que presenta. Como las personas disfluentes piensan que el lenguaje de las demás personas es perfecto, es necesario que practiquen estas disfluencias típicas, que no son tensas y que no necesitan someterse a tratamiento. Se practicará a partir de los listados que ellos mismos descubran.

**5) Cancelación**, según Biain de Touzet (2017), se trata de poder detener el espasmo que ocurre por reflejo natural y lograr volver a decir la palabra o la frase, atendiendo al ERA y la Fonación Continuada. Se utiliza en las situaciones en las que se está hablando despreocupadamente y se ve uno sorprendido en medio de una frase con un bloqueo. La persona tiene que, en ese momento, en vez de permitir al reflejo natural ocurrir –seguir empujando–, se debe volver a empezar la palabra o la frase teniendo en cuenta el ERA y la Fonación Continuada. Esta técnica implica un manejo profundo de no insistir con el espasmo y la tensión, pudiendo cambiar sobre la marcha la conducta verbal.

Ahora que se conoce cuáles técnicas se practican en base a las letras y cuales son prácticas generales, hay que pensar cómo dividir los ejercicios para las dificultades de las personas para que elijan cosas que necesitan y le pueden ayudar.

La doctora Silvia Friedman, quien es fonoaudióloga clínica, hizo referencia en una entrevista con Tartamudez y Yo (2021) a las vocales y a “5 encuentros” para las consonantes. Esto quiere decir que ella clasifica a las letras dependiendo del movimiento que uno realiza con su boca para las consonantes, y las vocales son su propio grupo, por lo tanto son 6 grupos. Si bien no les da nombres, si hace una demostración de cada categoría. Basándonos en los grupos de Silvia, se decidió implementar este sistema en el cuestionario de dificultades de la persona para facilidad del usuario, ya que es probable que si una persona se traba con la letra P, se puede llegar a trabar también con la B.

Entonces, ya que Silvia no menciona un nombre para estos grupos, se eligieron nombres originales para FonoVR en base a cómo se podrían percibir los movimientos de la boca.

- Vocales (*A, E, I, O, U*)
- Unión Labial (*B, M, P*)
- Mordida Labial (*F, V*)
- Dientes Unidos (*C(ce), S, X, Y, Z*)
- Palatal (*D, L, N, R, T*)
- Gutural (*G, J, K, Ñ, Q*)

### 3. Descripción

Para brindar apoyo a los disfluentes en la adultez a dar sus primeros pasos para cambiar su estado mental y emocional, así como ayudarles a mejorar su fluidez, se propone la creación de FonoVR, una aplicación móvil de RV para dispositivos Android, en conjunto con la colaboración de fonoaudiólogos especialistas en tartamudez para enseñar ejercicios que se realizan en terapia del habla. Dichos ejercicios son personalizados para cada usuario con distintos grados y tipos de tartamudez para que la eficiencia de estos sea mayor.

- A) Ejercicios de terapia del habla en RV según el tipo de tartamudez que posean —visible u oculta— desde formas de pronunciación, vocalización, lectura, grabaciones, movimientos corporales asociados al habla, coordinación de cuerpo y habla, palabras difíciles, sustitución de palabras, situaciones estresantes; todo apuntando a hablar con mayor comodidad.

- B) Ejercicios de meditación guiada en RV para relajar las emociones de la persona respecto a su forma de hablar, donde una persona guía al paciente. Son de corta duración, ya que la intención es realizarlas en cualquier lugar cuando se necesite. Son diferentes según el tipo de emoción o sensación corporal se necesite aquietar —nervios, ansiedad, miedo, vergüenza, culpa, tensión física, etcétera— El paciente la elige al momento de realizarla.

Ambos tipos de ejercicios serán consultados con especialistas en tartamudez y, en base a estos, se desarrollarán luego para verlos en la RV de la aplicación. Luego el paciente aplicará estas actividades en su práctica diaria, generando los reportes mencionados. El uso de la Realidad Virtual se debe a que estudios realizados por la universidad de Warwick —que serán desarrollados más adelante en la sección de user research— demuestran que la RV ayuda a la inmersión de las personas en comparación a un video, así como también aumenta el interés del usuario en la actividad. No solamente eso, sino que según investigaciones realizadas por Philip Lindner y un grupo de asociados en 2020, la RV es eficaz en el tratamiento de trastornos de ansiedad, particularmente en el miedo a hablar en público, el cual suele frecuentar entre los tartamudos.

Por otro lado, gracias a la implementación de feedback fisiológico, se obtendrán datos del usuario con el cual se llevará un registro de su progreso —por ejemplo, su nivel de inquietud o nerviosismo—

Siguiendo los estudios anteriormente mencionados de Biain de Touzet, los adultos con tartamudez concurren a la consulta con desconfianza, perdiendo la paciencia porque los resultados que ve son solo temporales, por lo que hay cierta desconfianza en la interacción, así como también llegan resignados a estos tratamientos porque piensan “si no lo solucioné de chico, ya no se puede hacer nada”. Normalmente estos hábitos se ven algo influenciados por los prejuicios respecto a la tartamudez, pensando que se puede curar instantáneamente y/o deseando que así sea, ya que el adulto quiere ser “normal” lo antes posible. Por lo que esta app permite no estar atado constantemente al terapeuta y lograr mejoras con la práctica diaria. El costo termina siendo menor que el de un tratamiento tradicional semanal y logra una interacción con la app más alta por tenerlo al alcance de la mano a cualquier hora del día.

Los aportes de FonoVR serán los siguientes:

- Ayudará a personas adultas con tartamudez a realizar ejercicios de manera práctica, fácil, cómoda y atractiva mediante la realidad virtual, en cualquier momento del día.
- Fomentará la inclusión social de los tartamudos, ayudándolos a mejorar en el ámbito de las conversaciones.
- Ayudará al tartamudo en el camino de aceptación de su tartamudez, haciendo que gane más confianza en sí mismo.
- Las personas tartamudas se sentirán más relajadas y hablarán con más fluidez gracias a las meditaciones.
- Los tartamudos estarán al tanto de cómo se encuentra la manifestación física de su tartamudez y podrán ver su progreso hacia la mejora mediante una tabla con información fisiológica.

### **3.1.Requerimientos Funcionales**

En esta sección se hablará de las descripciones de las funcionalidades que deberá realizar FonoVR. Esto incluirá tanto el manejo de datos como las acciones que el usuario podrá realizar.

#### **3.1.1. Épicas**

- **Creación de cuenta**

Como usuario quiero poder crear una cuenta en FonoVR para poder acceder a los ejercicios.

- **Cuestionario sobre estado de la tartamudez**

Como usuario quiero realizar un cuestionario sobre mi tartamudez para que se me asignen los ejercicios que necesito en base a mis respuestas.

- **Acceso a ejercicios**

Como usuario quiero acceder a las técnicas de terapia del habla para mejorar mi fluidez.

- **Acceso a meditación**

Como usuario quiero realizar meditación para ayudar a calmar mi ansiedad y otros sentimientos negativos.

- **Acceso a perfil**

Como usuario quiero ver estadísticas de mi tartamudez para saber si estuve haciendo progreso.

### 3.2. Diagrama de Base de Datos

Para FonoVR, se ha optado por utilizar Firebase para hostear el backend del proyecto; una base de datos NoSQL que guarda la información como árboles JSON en la nube. La figura 2 es una representación del formato establecido para la base de datos; específicamente, es la estructura de la colección de usuarios y cómo se podría leer.

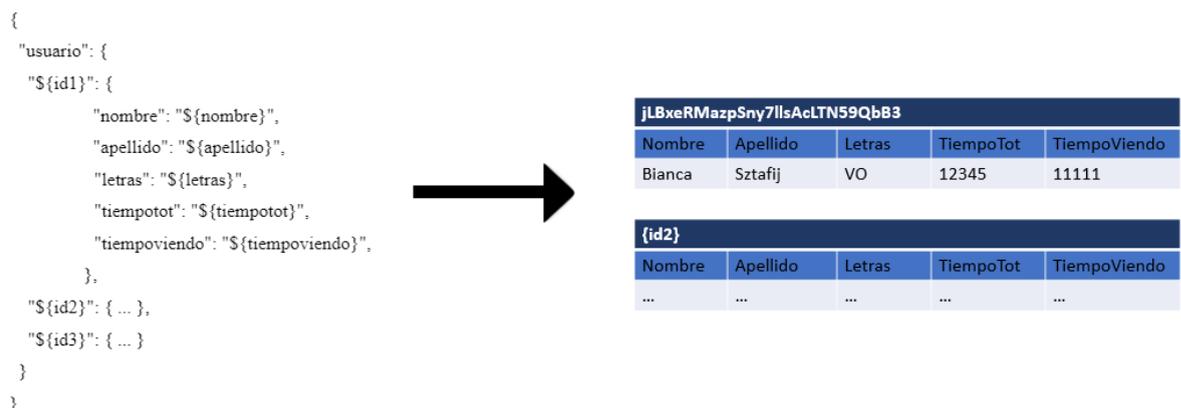


Figura 2: Estructura de árbol JSON para usuarios - Interpretación en una tabla

Desde Unity, se registran estos árboles JSON cuando un usuario crea su cuenta y se modifican cuando el usuario quiere cambiar sus preferencias, o bien tras hacer un ejercicio para actualizar la información.

Para poder crear el ID con el cual se le da nombre al documento que contiene campos, se utiliza la API de autenticación de Firebase, que provee un ID único y aleatorio para cada usuario, así como se ve en la figura 3. En base a este alfanumérico generado, luego se crea el árbol JSON del usuario que se muestra en la figura 4.

Identificador	Proveedores	Fecha de creación	Fecha de acceso	UID de usuario
bsztafij@uade.edu.ar		10 oct 2022	13 oct 2022	jLBxeRMazpSny7llsAcLTN59QbB3

Figura 3: Estructura de la API de autenticación de Firebase

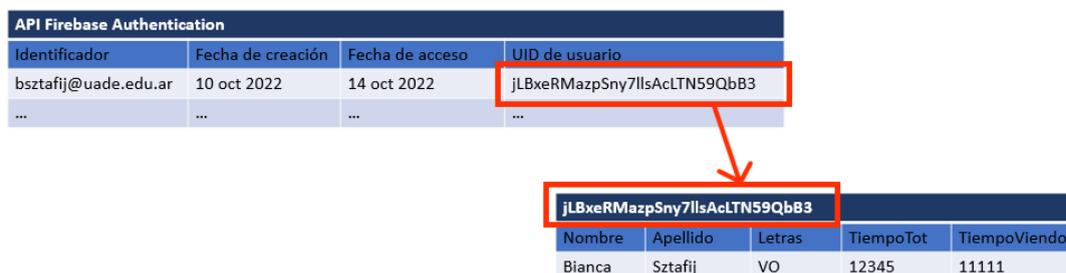


Figura 4: Interpretación en forma de tablas - ¿Cómo se relacionan el árbol JSON de los usuarios y la API de autenticación?

Además de los usuarios, existe la posibilidad de que se cree una colección de ejercicios dentro de la base de datos, donde se tendrían todos los ejercicios con sus nombres, descripciones y grupo al que pertenecen. El objetivo de esto sería que se obtengan estos datos sólo cuando el cliente los pida, reduciendo la cantidad de archivos dentro de la aplicación de FonoVR y, así, su tamaño o peso en los dispositivos de los usuarios. Sin embargo, el tamaño actual de la aplicación no es tan grande como para que este beneficio sea notorio.

### 3.3. Diagrama de Arquitectura

La arquitectura de FonoVR es la que se presenta en la figura 5.

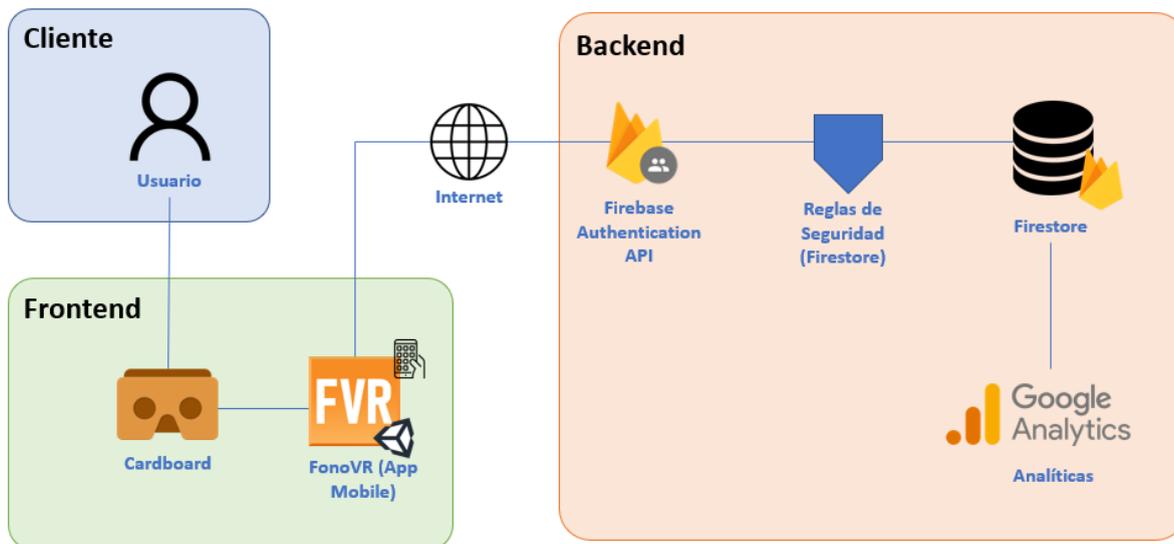


Figura 5: Diagrama de Arquitectura

La aplicación está desarrollada como un proyecto de Unity y este luego es empaquetado para ser usado en tecnología Android; aunque como veremos más adelante en la sección de herramientas utilizadas, se puede empaquetar para otras tecnologías.

El usuario de FonoVR primero requerirá de la aplicación Cardboard para poder utilizar la herramienta. Una vez lo tenga instalado en su dispositivo, podrá acceder a la aplicación, la cual fue creada con librerías que le permiten ser compatible con Cardboard, y así, podrá interactuar a través del frontend de esta arquitectura. Las personas que son usuarios registrados de FonoVR podrán interactuar con la aplicación en su totalidad, mientras que los que no están registrados podrán ingresar sus datos para convertirse en usuarios. Todo esto siempre y cuando el usuario se encuentre conectado a internet, ya sea con datos móviles o WiFi.

Cuando FonoVR recibe una petición del cliente, la API de autenticación de Firebase verificará los permisos para asegurarse que la persona mandando la solicitud es un usuario; esta conexión se realiza en un script C#, el cual utiliza Unity. Tras pasar esa etapa, Firebase tiene implementado un sistema de reglas en su servicio de Firestore, las cuales incrementan la seguridad de la base de datos asegurando que el usuario sólo pueda obtener los datos que le corresponden a la hora de hacer el pedido, y no tendrá acceso a ningún otro al no cumplir con las credenciales (Esto se ampliará en la sección de Seguridad más adelante). Una vez confirmado, la base de datos dentro de Firebase cumplirá con la petición del usuario.

La elección de Firebase para el desarrollo del backend se debe a las numerosas funcionalidades que provee (desarrollado más adelante en la sección de Herramientas Utilizadas dentro de Metodologías de Desarrollo), las cuales ayudarán al crecimiento de FonoVR. Todas estas brindan grandes beneficios para las aplicaciones al estar integradas dentro de un mismo servicio sin requerir de conectar distintos servicios para cada función, los cuales pueden o no ser compatibles. Entre los beneficios que actualmente usa el proyecto, no solo se encuentra el hosting de servidores para base de datos, sino también un módulo de analíticas.

En lo que respecta a la base de datos en sí, esta se encuentra alojada en los servidores de San Pablo, lo cual lo posiciona bastante cerca de nuestro país. En sus términos de servicio, Firebase promete que hay una disponibilidad del 99.95% por mes, y esto se verifica al ver el dashboard donde uno puede visualizar el estado de sus servicios, los cuales se presentan activos la mayoría del tiempo. La única redundancia que se ha creado dentro de la estructura del proyecto es el ID del usuario que está tanto en la autenticación como en la base de datos. Sin embargo, esto es simplemente para verificar que los usuarios solo puedan acceder a sus propios datos, y no tengan posibilidad de ver los de los demás, manteniendo la privacidad de cada individuo.

Luego se encuentran también las analíticas que están creadas a partir de las interacciones con las bases de datos alojadas en Firebase; integrado con Google Analytics (2005), este módulo nos permite ver el rendimiento de la aplicación, usuarios conectados, peticiones de lectura y escritura, retención de usuarios, y otras gráficas más. Con estos datos, se pueden analizar, una vez FonoVR esté abierto al público, las oportunidades de mejora para los usuarios o para el rendimiento del servidor, así como también permite vigilar que no haya anomalías o ataques en las peticiones recibidas.

#### **4. Metodologías de Desarrollo**

FonoVR se desarrolló dentro de un marco de metodología *waterfall model*. Según Petersen (2009), este enfoque del trabajo es lineal con este modelo, por lo que se prioriza tener cada paso de desarrollo terminado antes de pasar al siguiente, brindando así una idea clara y predecible del proyecto de principio a fin. Con esto, se obtiene un mejor

entendimiento de la situación actual y las necesidades de la aplicación, así como vemos en la figura 6 el diagrama diseñado con el *waterfall model* en mente, creado con GanttPRO (2023).

Para comenzar el proyecto, se tuvo una idea de lo que se quería obtener como producto: Una RV para celular que permitiera elegir entre distintos ejercicios para tartamudos. Con estos requerimientos, se decidieron las herramientas que se utilizarían para el desarrollo de la aplicación. Una vez que estas fueron decididas, recién en ese momento comenzó la etapa de planeamiento del diseño de FonoVR, tanto visual como funcional en base a cómo operaban las herramientas elegidas.

Tras finalizar el diseño, se inició la etapa de implementación; sin embargo, como también se menciona en las secciones de Cronograma y Discusión más adelante, varias de estas herramientas que se habían elegido terminaron siendo descartadas y reemplazadas por otras, ya que tras desarrollar parte del código, se descubrieron ciertas limitaciones que no permitían crear la aplicación del modo que se quería.

Con estas limitaciones, el proyecto tuvo que retrasar parte del desarrollo, ya que no se podían avanzar las funcionalidades sin herramientas con las cuales trabajar. Tras elegir nuevos softwares, se tuvo que revisar el diseño visual y funcional de FonoVR para que se adapte a las capacidades de dichas herramientas. Con esto asegurado, por fin se pudo reiniciar la etapa de implementación sin problemas.

FonoVR en particular, por como estaba planeado y diseñado, pasó por distintas etapas de desarrollo que dependían mucho de que otras se terminen antes para avanzar. Esto evidencia que el desarrollo del proyecto fue lineal de principio a fin, lo cual es lo que destaca al *waterfall model*. Sin embargo, pese al problema que se tuvo, ya se había planeado el cronograma de desarrollo de FonoVR desde el principio; al crearlo, se tuvo en cuenta la posible ocurrencia de retrasos en el proyecto, por lo que se agregaron días para tener la oportunidad de poner la aplicación nuevamente en tiempo y forma en caso de que hubiesen dificultades.

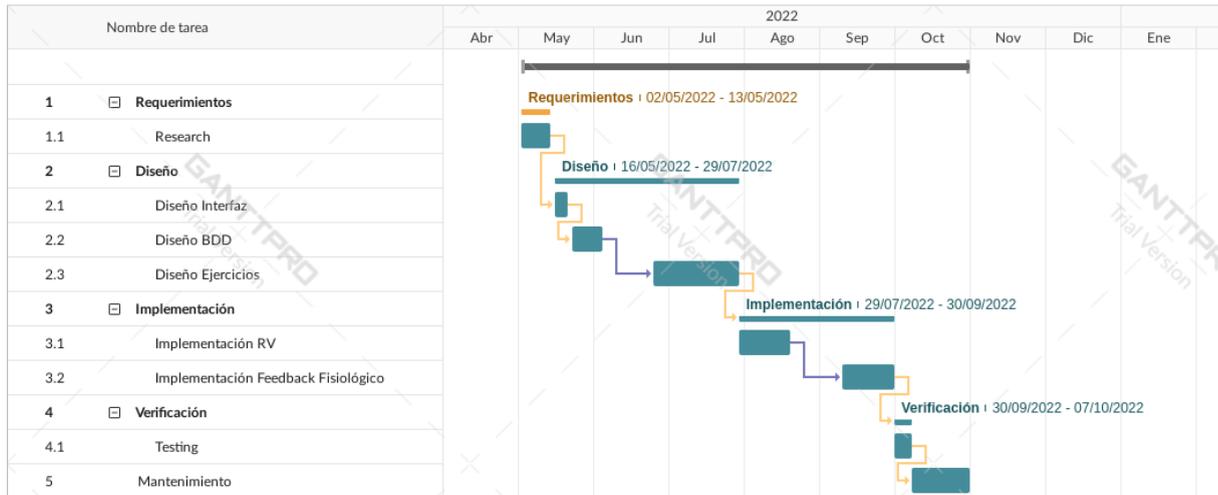


Figura 6: Diagrama Gantt del proyecto

## 4.1. Desarrollo

En esta sección del documento, se hablará del proceso de desarrollo del proyecto.

### 4.1.1. Identidad

A lo largo de esta parte, se hablará de las distintas cosas que le dan su identidad a FonoVR

#### 4.1.1.1. Nombre

Al tratar de nombrar una aplicación, una buena técnica para ayudar a decidir es ver que tienen en común los nombres de las aplicaciones que se encuentran en el mercado. Tomando de ejemplo a Stamura y a WithVR, uno podría deducir que lo que ambos nombres comparten es que a) son fáciles de recordar, y b) es relativamente fácil de inferir para que pueden utilizarse o que contienen. Stamura, por su parte, le da a la gente una idea que es una aplicación para la tartamudez, ya que es un juego de palabras donde fusionan *Stammering* (tartamudez) con *Samurai*. Luego, WithVR implica que hay RV involucrada en este proyecto. Y si uno analiza otras aplicaciones existentes tanto para celulares como para computadora, varias también cumplen con este patrón.

Debido a esto, se pensó en nombrar al proyecto FonoVR. Fono, según la Real Academia Española (2022) significa “Voz”, “Sonido”; la idea detrás de esto es que los

posibles usuarios relacionen la aplicación con la fonoaudiología y entonces “automáticamente” deduzcan que está involucrada con la tartamudez. Por la parte de VR, son las siglas en inglés de *Virtual Reality*, las cuales son muy comunes en las aplicaciones que incluyen RV. He ahí la decisión del nombre detrás de la aplicación.

#### **4.1.1.2. Estética**

Daivata Patil (2012) describe, en general, cuáles son las percepciones que la gente tiene respecto a cada color y, al pensar en FonoVR, la idea siempre fue darle una estética a la aplicación que le de confianza y tranquilidad a los usuarios, pero que también ayude a mantenerlos activos y enfocados. Por lo que, de acuerdo a las dichas percepciones de los colores, hay dos colores que ayudan a lograr este objetivo.

Daivata describe al azul como un color que las personas asocian a la confianza, al sentimiento de pertenencia y a la serenidad, generando paz en las personas. Por otro lado, describe al naranja como un color vibrante y que está asociado a la alegría y al calor afectivo; es un color amistoso y estimulante. Entonces, cuando se aplican estos colores a un producto, se asocian esos sentimientos y sensaciones con dicho producto. Por lo tanto, se eligió que FonoVR tenga variaciones de los colores azul y naranja.

#### **4.1.1.3. Logo**

Para FonoVR hay 2 cosas claves que se quieren destacar de la aplicación y consecuentemente transmitir al público: Tartamudez y Realidad Virtual. De esta forma es fácil que la gente conozca el propósito de la herramienta. En adición a eso, también hay que transmitir la “energía” que tiene la aplicación, por lo que usar los colores mencionados en la sección anterior es una manera de representar esto. Otro aspecto a tener en cuenta es que no afecte a las personas que tengan distintas discapacidades visuales, por lo que el tono de los colores no puede ser arbitrario; se ha utilizado la herramienta WhoCanUse (Corey Ginnivan) para asegurarse de que los colores sean apropiados para todas las personas. Por último, se planteó lograr que sea fácil de ver incluso cuando es transformado en un icono minimizado para la aplicación, entonces se optó por la utilización de letras grandes.

Con todo lo mencionado en mente, se diseñaron dos versiones del logo de FonoVR para que puedan ser usados en distintas ocasiones (Figura 7).



Figura 7: Logos de FonoVR. Icono de la app y logo sin fondo respectivamente.

### 4.1.2. Diagramas de Flujo UX

En esta sección, se mostrarán los diagramas de proceso con el objetivo de visualizar el alcance de las funcionalidades de FonoVR, y cómo funciona cada una.

#### 4.1.2.1. Registro

(Figura 8) Para que un usuario pueda realizar cualquier funcionalidad en FonoVR, primero requiere que este esté registrado. Para aquellos que son nuevos, y por lo tanto aún no se han registrado, deben ingresar los datos requeridos de forma correcta. Una vez esté completo, podrán tener acceso a las funciones de la aplicación.

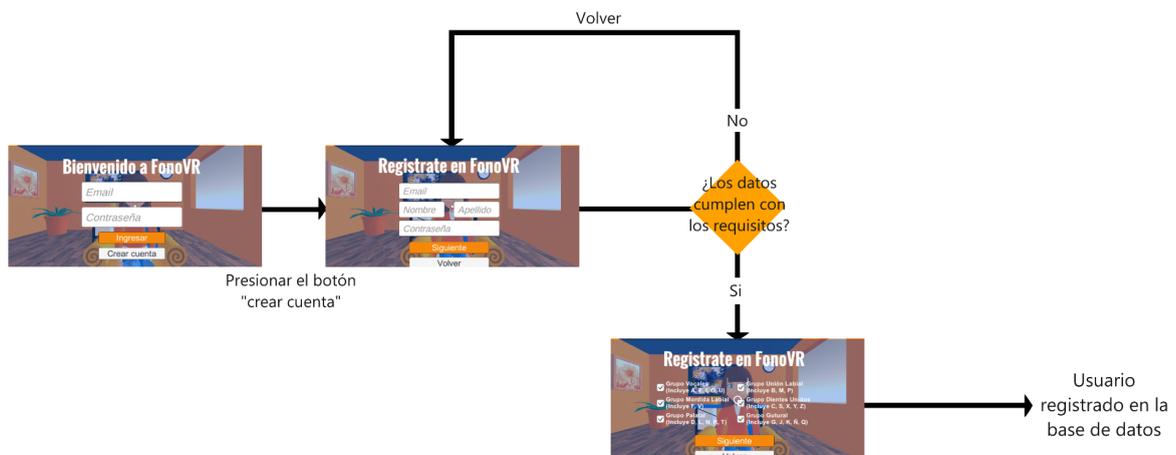


Figura 8: Diagrama de flujo - Registro

### 4.1.2.2. Login

(Figura 9) Cuando un usuario está registrado en la base de datos, este tiene la posibilidad de acceder a las funcionalidades de FonoVR. Este incluye un proceso de chequeo de autenticación, donde se verifica primero que el usuario exista, y luego que los datos ingresados sean los correctos. Si en cualquiera de estos dos casos no es correcto, entonces se le dirá al usuario que hubo un error y que debe revisar los datos que está ingresando. Cuando son correctos, el usuario tendrá permitido acceder a las funcionalidades que FonoVR provee.

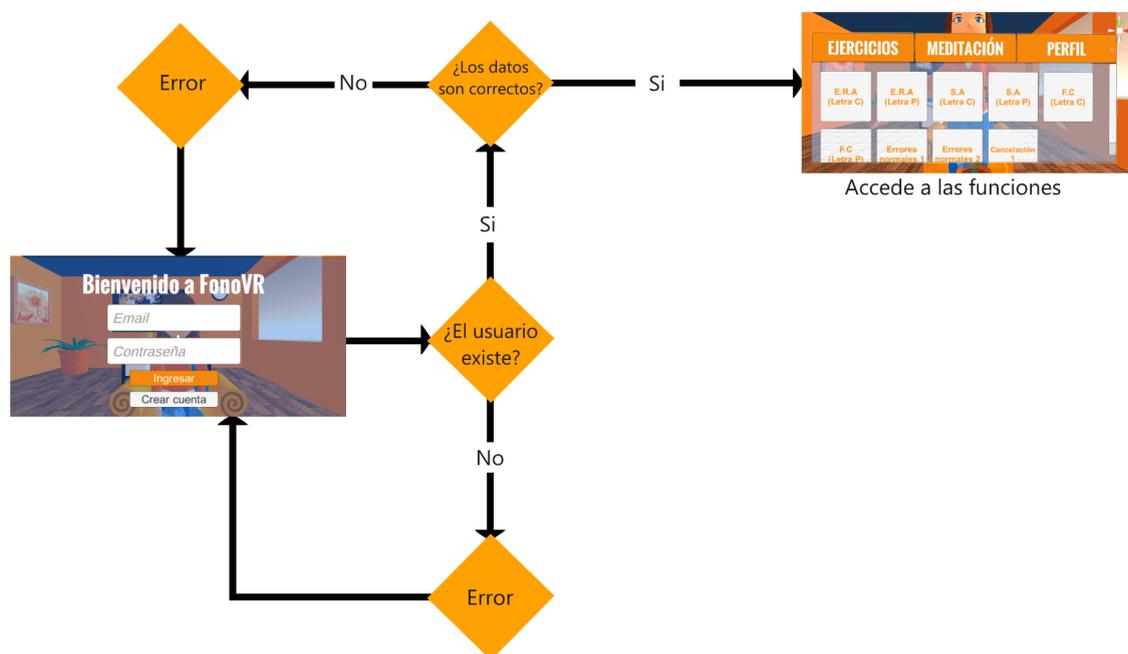


Figura 9: Diagrama de flujo - Login

### 4.1.2.3. Ejercicio de Fluidez

(Figura 10) Partiendo de un usuario que se ha logueado en FonoVR, y este quiere realizar un ejercicio de fluidez, se le dirige al menú principal. Dentro de la pestaña “Ejercicios”, el usuario puede elegir una de las varias opciones que ofrece la herramienta. Cuando ha elegido uno, aparecerá una ventana con una descripción del ejercicio. Si el usuario lo considera apto, entonces una vez presionado el botón “Iniciar”, comenzará la explicación del ejercicio. En cualquier momento, tiene la opción de detener la explicación y volver al menú.



Figura 10: Diagrama de flujo - Ejercicios de Fluidez

#### 4.1.2.4. Meditación

(Figura 11) Partiendo de un usuario que se ha logueado en FonoVR, y este quiere realizar meditación, se le dirige al menú principal. Al dirigirse a la pestaña “Meditación”, se le mostrarán las opciones que hay disponibles, y una vez elija una, comenzará la sesión de meditación. En cualquier momento, tiene la opción de detener la meditación y volver al menú.



Figura 11: Diagrama de flujo - Meditación

#### 4.1.2.5. Revisión de Estado

(Figura 12) Partiendo de un usuario que se ha logueado en FonoVR, y este quiere ver los datos de su estado actual, se le dirige al menú principal. Al dirigirse a la pestaña “Perfil”, puede ver todos sus datos. Cuando cliquea en el botón “Ver mi progreso”, se abrirá

una pantalla que muestra datos obtenidos del feedback fisiológico. Si desea cerrar esta pantalla, puede hacerlo en cualquier momento.



Figura 12: Diagrama de flujo - Revisión de Estado

### 4.1.3. Algoritmo para Contacto Visual

Para la parte del feedback fisiológico de FonoVR, se diseñó un sistema propio innovando con las herramientas que Unity ya provee para la creación de UI.

El resultado que se pretendía obtener era que se cuente cuánto tiempo la persona mantiene contacto visual con el avatar de la fonoaudióloga mientras que el usuario realiza las sesiones, y comparar ese tiempo con el tiempo total de duración de la sesión. De eso, se sacaría un porcentaje con el cual la persona podría saber que tan frecuentemente mantiene contacto con las personas. En la entrevista con Cecilia, se habló respecto a este tema, y se puede concluir que esta función podría ayudar a las personas a entrenarse a ser más conscientes al respecto.

Teniendo esto en mente, se pensó como un sistema de puntuación; cuanto más cerca de los ojos esté viendo la persona, será mejor el “puntaje”. Como se muestra en la Figura 13, hay distintas “zonas” para detectar qué tan cerca de los ojos está mirando la persona.

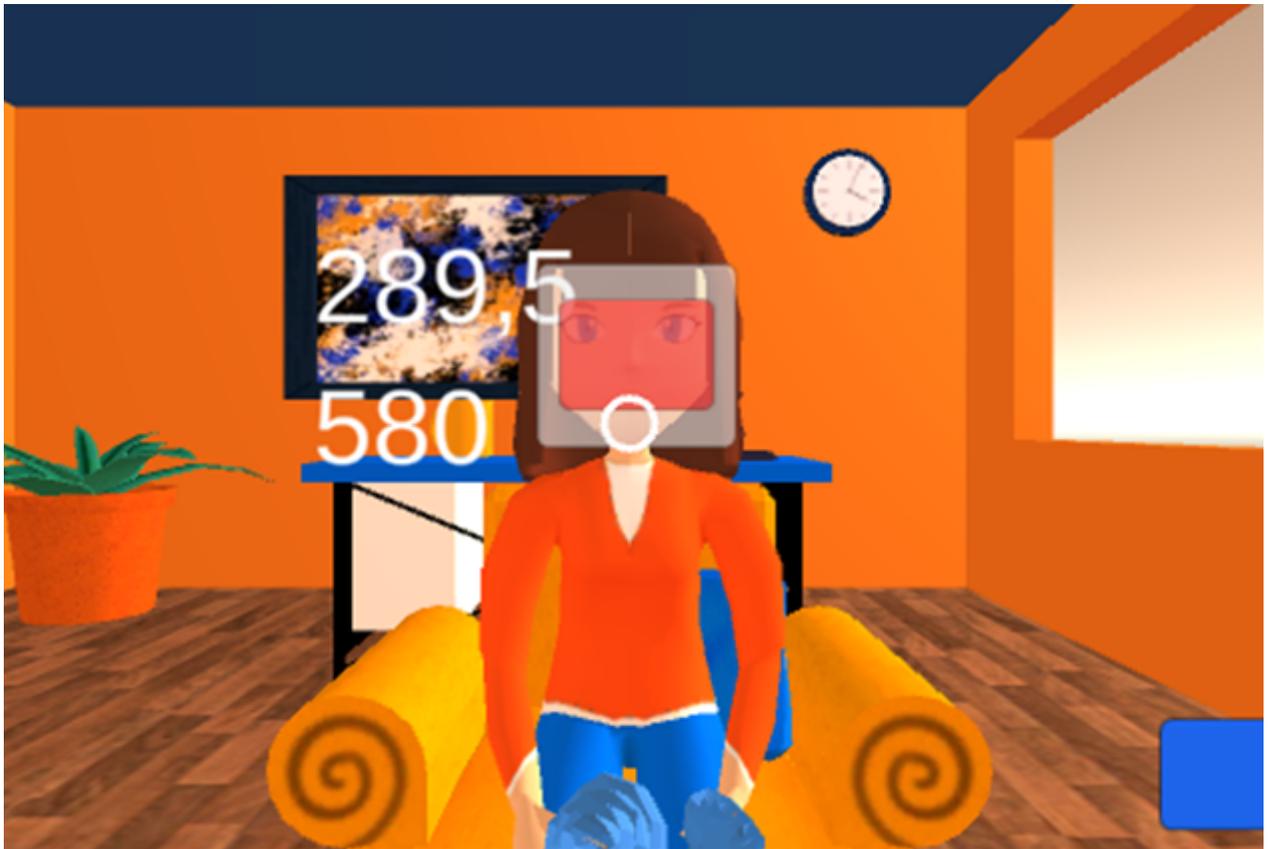


Figura 13: Screenshot de FonoVR desde el editor de Unity demostrando el funcionamiento del contacto visual

Tómese en cuenta que, en esta imagen, se está mostrando el sistema que en la versión utilizable de FonoVR no se va a ver; el propósito de esta vista es demostrar.

El número de abajo es el tiempo que ha pasado desde que comenzó la sesión de terapia, y el de arriba marca el tiempo que mantuviste contacto visual. Cuando el usuario tiene el puntero de la RV localizado en el cuadrado rojo, se va constantemente sumando 1 punto al contador mientras este estado continúe.; esto significa que si la persona mantiene el puntero dentro de ese cuadrado todo el tiempo, el número de arriba y abajo sería el mismo, y significa que el contacto visual fue del 100%. Si el puntero está dentro del cuadrado gris, se sumará constantemente 0.5 puntos al contador mientras este estado continúe. Por último, si el puntero no está apuntando a ninguno de estos cuadrados, entonces no se sumarán puntos mientras este estado continúe.

El código para que todos estos datos sean procesados fue hecho con un script C#, y por las funciones que se han utilizado, la estructura de este código es compatible con

otros “cursores”. Esto quiere decir que es posible utilizarlo en distintas plataformas, lo que ahorrará tiempo en el futuro al querer diseñar, por ejemplo, una versión para computadoras de FonoVR.

Además de esto, es fácil de adaptar para otras “sensibilidades”; si se quisieran modificar los tamaños de los cuadrados, o agregar más a este sistema y que ofrezcan distintas puntuaciones, es un proceso fácil de realizar. Y en relación con adaptarse, en la figura 14 podemos ver una imagen parecida a la anterior, pero ahora con 4 nuevos rectángulos. Estos son “detectores auxiliares”, y ayudarán a que si un tartamudo mueve la cabeza al hacer prácticas y trabarse, entonces le suma puntos a la persona para compensar el tiempo perdido con ese reflejo innato.

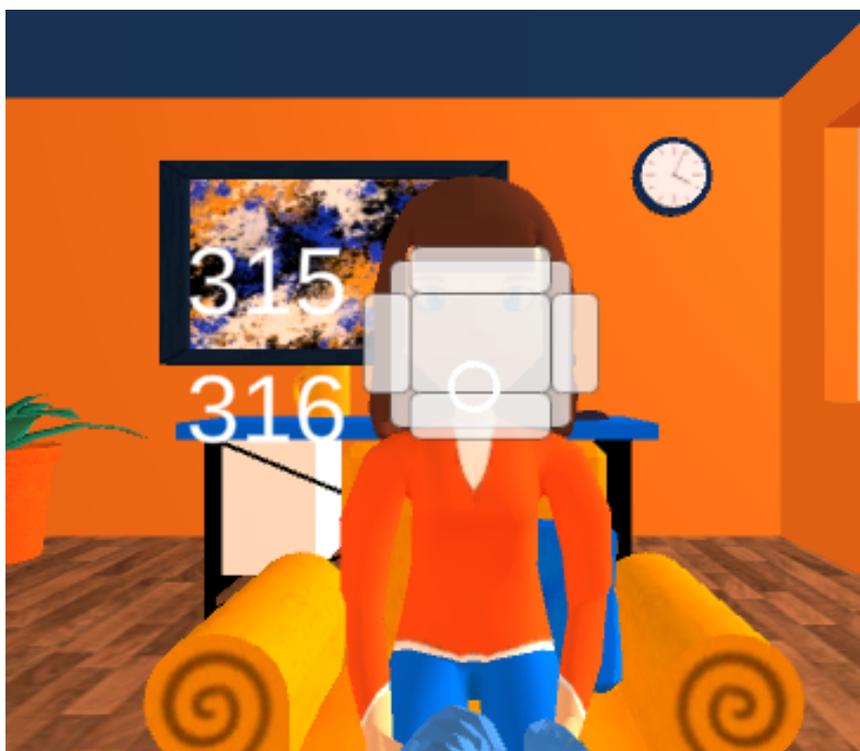


Figura 14: Detectores auxiliares.

En conclusión, se diseñó un sistema escalable y flexible para esta función de FonoVR, lo cual brindará mucho beneficio en el futuro tanto para cualquier nuevo rasgo que se quiera agregar a la aplicación, como para ahorrar tiempo de desarrollo al utilizar este código como un estándar.

#### 4.1.4. Seguridad

En lo que respecta a la seguridad de FonoVR, Firebase tiene incluido esto dentro de su servicio. Como host de base de datos, este posee una sección con reglas de seguridad, las cuales son determinadas por el dueño del proyecto y pueden ser modificadas en cualquier momento que se desee. Con esto, se permite agregar una capa de seguridad a las peticiones que se le hacen a la base de datos.

Lo que se ve en la Figura 15 son las reglas que se han creado para las peticiones.

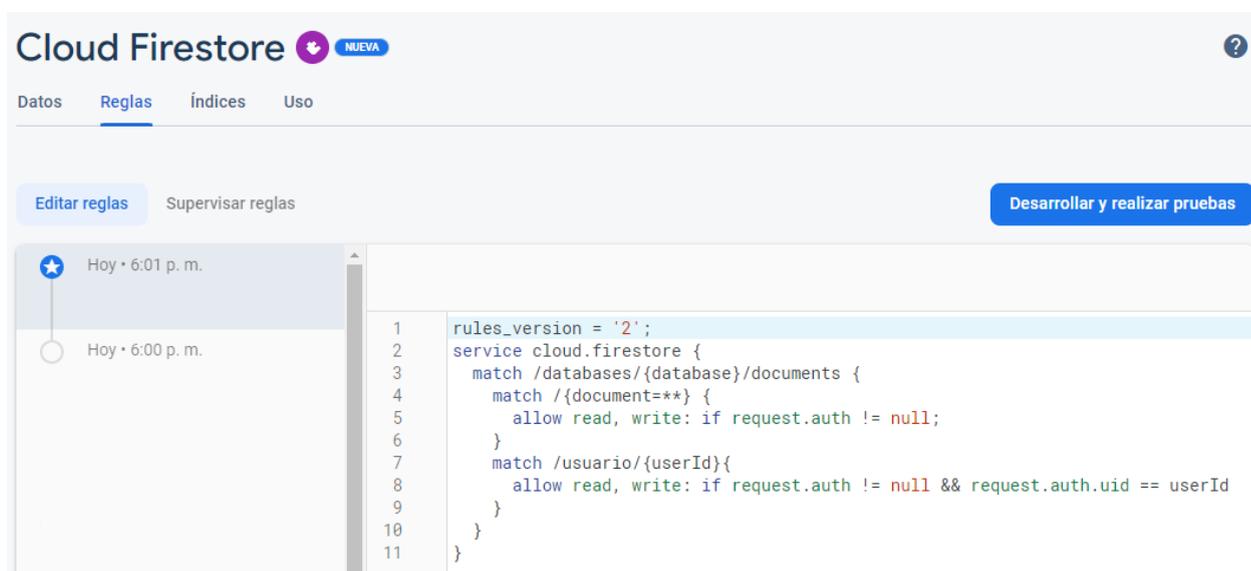


Figura 15: Reglas de la base de datos de FonoVR en Firestore

La manera en la que se lee es la siguiente: Solamente se puede ver los datos de una persona si se envía información a través del método de autenticación, y si los datos que se proveyeron concuerdan con los datos en la base de datos, en cuyo caso sólo se podrá ver la información que ha concordado (Ejemplo: Si el UID es 1 y envío eso en la autenticación, entonces solo se verá la información guardada en la base de datos que le corresponda al UID 1). Los UID no son algo fácil de adivinar; estos son creados por Firebase en forma aleatoria y no siguen ningún patrón (A1, A2, A3,...). Por lo tanto, al haber determinado las reglas de esta forma, se ha incrementado la seguridad de la base de datos de FonoVR.

Al hacer esto, Firebase se compromete en hacer que las reglas se cumplan tal cual se las da el desarrollador, por lo que siempre y cuando el desarrollador las haya hecho

bien, el proyecto debería estar seguro. ¿Pero están realmente seguros los datos? ¿Cómo los utiliza Firebase?

Firestore es utilizado por numerosas empresas muy conocidas. Twitch, Youtube, Gmail, Duolingo, entre otras utilizan los servicios de Firestore para el registro de usuarios y demás funciones. Entonces uno podría concluir que si empresas de gran renombre confían su información en este servicio, es porque es bueno.

Ahora, Firestore tiene un servicio de Google Analytics, el cual le permite a sus clientes generar estadísticas de sus aplicaciones y verificar distintos datos que pueden ser de interés. Ya sea performance, cantidad de usuarios conectados, cantidad de peticiones a la base de datos, etc. En su sección de ayuda y soporte, Firestore destaca lo siguiente:

*"El SDK y las etiquetas de Google usan IDs de instancias de aplicación y cookies, respectivamente, para medir la interacción con los usuarios. Si bien estos identificadores proporcionan información sobre el comportamiento de los usuarios, Google prohíbe que los clientes envíen información de identificación personal a Google Analytics."*

Por lo tanto, no es que los datos que identifican al usuario quedan guardados ni se usan en sí. Es como rellenar una encuesta de forma anónima, pero todo es automático y con el objetivo de verificar que no hayan anomalías en el sistema, es decir, por la seguridad del usuario mismo.

En adición a esto, Firestore también ofrece un servicio de App Check, donde al pagar una suma de dinero, se puede contratar un proveedor que agrega otra capa de seguridad al proyecto; App Check se encarga de verificar que las peticiones a las bases de datos lleguen de dispositivos legítimos y de aplicaciones aprobadas. Esto se planea agregar en un release a futuro.

#### **4.1.4.1. Legalidad**

Ya discutida la seguridad de FonoVR en sus transacciones de datos, lo que queda mencionar es el cumplimiento de las leyes.

Debido a que la aplicación se desarrolla en Argentina, y se tiene pensado distribuirla en este país, se aplican las leyes argentinas, y la que tiene mayor involucramiento en FonoVR es la ley 25326, Ley de Protección de Datos Personales.

Según InfoLEG (2005), el objetivo de esta ley es proteger los datos personales y sensibles de los argentinos que están guardados en, entre otros ejemplos, bases de datos para garantizar la privacidad de las personas.

En el artículo 9, se detalla lo siguiente:

*"El responsable o usuario del archivo de datos debe adoptar las medidas técnicas y organizativas que resulten necesarias para garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos personales, de modo de evitar su adulteración, pérdida, consulta o tratamiento no autorizado, y que permitan detectar desviaciones, intencionales o no, de información, ya sea que los riesgos provengan de la acción humana o del medio técnico utilizado."*

Como ya se ha mencionado previamente en la sección de seguridad, Firebase provee servicios para agregar capas de seguridad a las interacciones con la base de datos, las cuales FonoVR utiliza. Con esto, se garantiza que cualquier información que pudiera ser considerada sensible, de aquí a futuro, está protegida, y solamente puede acceder a esta el usuario mismo.

Luego, de acuerdo al artículo 5 y el 11 de la ley, se requiere el consentimiento de la persona para almacenar datos personales. Por lo que al registrarse en FonoVR, la persona consiente a que se guarden sus datos de acuerdo a los términos y condiciones que se presentarán en la aplicación, los cuales explicarán con qué fines se guardan. También, el artículo 11 inciso 2 dice que el consentimiento puede ser revocable, por lo que antes de sacar la aplicación al mercado, se agregará la opción de eliminar la cuenta.

#### **4.1.5. Cronograma**

En esta sección, se habla del proceso de research y desarrollo realizado a lo largo del año 2022 para crear FonoVR (Figura 16).



Figura 16: Cronograma del desarrollo de FonoVR

### Primera Fase:

Primero, se inició a fines de abril un research del marco teórico y los antecedentes de la tartamudez; como otras personas han tratado la tartamudez y las herramientas que se han utilizado para esto. Se han analizado y sacado conclusiones de estas investigaciones para así hacer un boceto inicial de la aplicación y tener una mejor idea de cómo funcionaría. En este periodo, se intentó realizar una entrevista a la licenciada Cecilia, pero debido a problemas de salud, se tuvo que postergar para la segunda fase del proyecto.

Posteriormente, se realizó un diseño prototipo de la interfaz y de la base de datos de lo que sería FonoVR en base a la información obtenida. Este diseño estaba abierto a posibles modificaciones basadas en la nueva información que se presentará.

### Segunda Fase:

Tomando el feedback recibido en base a la primera fase, se realizaron cambios al documento del proyecto, ampliando el research y agregando nuevas secciones.

A inicios de julio se realizó la entrevista con la fonoaudióloga Cecilia. No solamente respondió dudas, sino que además aportó información extra que posteriormente fue útil para diseñar los ejercicios, el cual fue el siguiente paso en esta fase del proyecto. Se escribió un guión inicial y posteriormente se grabó la voz que guiará al usuario a través de algunos de los ejercicios.

A inicios de agosto, tras hacer un poco más de investigación, se determinó que la herramienta que inicialmente se iba a utilizar para hacer el proyecto no funcionará para

realizar RV al nivel que FonoVR requería. El motivo de esto fue que la biblioteca tenía en realidad más desarrollada la parte de realidad aumentada. Debido a esto, se tuvieron que hacer algunos recortes para lo que sería la segunda entrega para así poder buscar la nueva alternativa con la cual desarrollar la aplicación y poder aprender a manejarla dentro del tiempo restante. Pese a este imprevisto, el proyecto en sí no se ve afectado; desde un principio, se han asignado “días de ajustes” tras cada entrega para que, ante cualquier problema, el proyecto pueda recuperar el paso que originalmente tenía esperado.

### **Tercera Fase:**

Las primeras semanas se focalizaron en terminar de aprender como utilizar Unity para el desarrollo de FonoVR. Tras haber realizado esto, se prosiguió a crear modelos 3D propios de la aplicación para que el ambiente se vea como se tenía en mente cuando se inició el proyecto.

Una vez terminado este proceso, se buscaron las opciones de backend que se podían utilizar para almacenar los datos. Originalmente, se quería una base de datos relacional, pero tras ver las opciones que se habían disponibles (que funcionen con Unity (2005) y sean compatibles con Android), finalmente se optó por utilizar Firebase. Pese a unas complicaciones iniciales, se logró conectar la aplicación con la base de datos luego de un tiempo, y posteriormente se empezaron a agregar los endpoints.

Finalizada la implementación de la base de datos, se prosiguió a trabajar en la función que se buscaba implementar en esta etapa del proyecto, que es el feedback fisiológico. Tras realizar distintas pruebas con lo que Unity permite realizar, se implementó un sistema propio para esta función (mencionado previamente en la sección de Algoritmo para Contacto Visual). Y por último, se implementó el filtro en base a las preferencias del usuario basado en los grupos con los que tienen dificultad.

### **Cuarta fase:**

Al ser la última etapa de desarrollo, el foco estuvo en optimizar algunas de las rutinas y funciones para que sean más eficientes. Se incrementó la seguridad de las peticiones a la base de datos, se corrigieron errores, se agregó una pantalla de carga, y se expandió el sistema de contacto visual para que sea personalizable.

Una vez pulidos todos estos aspectos, se contactaron distintas personas para el testeo de FonoVR y así encontrar errores, así como recibir feedback sobre la facilidad del uso de la aplicación con el objetivo de mejorarlo a futuro.

#### 4.1.5.1. Roadmap a Futuro

En esta sección se expone qué es lo que le espera para el futuro de FonoVR durante 2023, una vez ya lanzada la aplicación al mercado. Como se hablará en la sección de Pruebas Realizadas y Discusión, se le envió la app a un grupo de personas seleccionado, y posterior a probarla, completaron un formulario con sus opiniones tanto del estado actual de la herramienta así como lo que piensan de las funciones que se agregaran a futuro. Utilizando el feedback obtenido de este formulario, se decidió un orden para poder implementar estas funciones en base a que tanto valor le veían los usuarios. Se puede ver una vista resumida del porvenir en la Figura 17.

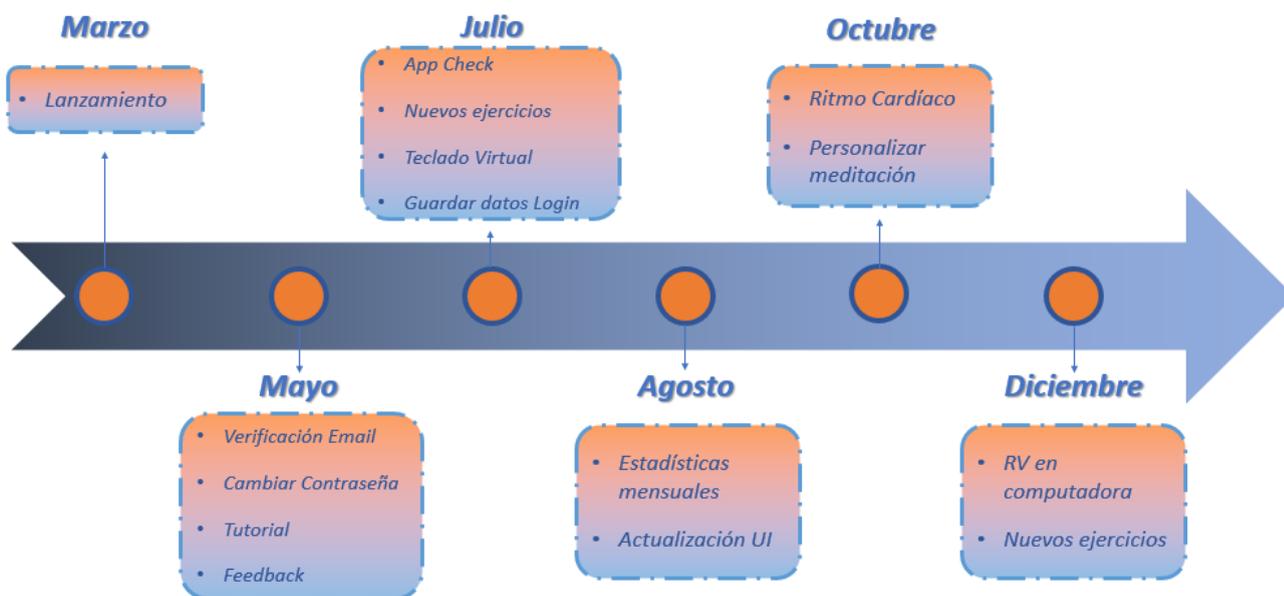


Figura 17: Roadmap FonoVR para releases a futuro

Para empezar, se implementará verificación por email para que los emails sean válidos y no se creen cuentas innecesarias que no se usarán. En relación a eso, se implementará la opción de cambiar la contraseña para aquellos que la olviden. Luego, debido a que la aplicación será la primera experiencia de RV para muchas personas, se creará un tutorial para explicar cómo manejar FonoVR, que hace cada botón y que funciones provee la

aplicación para el usuario. Por último pero no menos importante, se encuestara a los usuarios para recibir feedback sobre cómo mejorar la aplicación en cuanto a que tan fácil es de entender y usar, y así tener referencia para el futuro.

En el segundo release, se implementará App Check para aumentar aún más la seguridad de los usuarios de la aplicación. Se agregará la opción de escribir con un teclado virtual dentro de FonoVR para aquellos que lo encuentren más cómodo que el sistema actual de escritura. En adición a eso, se implementará la opción de que la aplicación guarde los datos de login para que los usuarios no tengan que escribirla siempre. Finalmente, se agregara un primer bache de nuevos ejercicios y meditaciones para ampliar las opciones de los usuarios.

Con el tercer release, el sistema de contacto visual separará los datos por mes; de estos, se podrán comparar las estadísticas finales de cada mes para que el usuario vea su progreso a lo largo del tiempo. Por último, tras haber analizado el feedback obtenido de la encuesta en el primer release, se modificará la interfaz de FonoVR para hacerla más amigable y fácil de entender.

En el cuarto release, se implementará otra instancia de feedback fisiológico: Ritmo Cardíaco. La persona podrá controlar qué tan tensa o nerviosa se encuentra al realizar los ejercicios o practicar, y también podrá ver su progreso a lo largo del tiempo con las estadísticas mensuales. Por último, se agregará la opción para que el usuario elija el ambiente en el que se encuentra al realizar meditaciones entre distintas opciones, así puede optar por estar en el lugar que mayor tranquilidad le brinde.

En el quinto y último release del año, se agregará la opción para que los usuarios usen FonoVR en sus computadoras con un Casco para RV con el objetivo de expandir la libertad del uso de la herramienta y la posibilidad de que el usuario se inmersa en ese mundo. En agregado a eso, se añadirá el segundo bache de nuevas meditaciones y ejercicios para brindar nuevas experiencias a los usuarios.

## **4.2.Herramientas Utilizadas**

A lo largo de esta sección se detallan aquellas herramientas que han sido usadas para permitir el desarrollo de FonoVR.

### **4.2.1. Unity 2019**

Unity (2005) es un motor de desarrollo de videojuegos creado por Unity Technologies y es uno de los más utilizados en la actualidad. Este software ofrece las herramientas necesarias para producir experiencias 3D en tiempo real. Además, tiene soporte de compilación con diferentes tipos de plataformas, por lo que, si uno deseara que su juego se pueda disfrutar tanto en computadora como en celular o consolas de videojuegos, Unity tiene una amplia cobertura de plataformas.

Unity, al ser un software tan popular, posee una gran comunidad de usuarios que crean librerías, tutoriales o responden a preguntas en foros, convirtiéndolo en una herramienta con fácil acceso a ayuda y soporte.

Para FonoVR, Unity puede ayudar a que en un futuro se pueda trasladar a otras plataformas, y, por lo tanto, pasar de ser solo exclusivo a RV en el celular a que se pueda usar con cascos.

### **4.2.2. Autodesk Maya 2020.4**

Autodesk Maya (1998) es un software de ordenador 3D profesional. Esta herramienta permite crear modelos 3D tanto de objetos como personajes, incluyendo la creación de los “esqueletos”, Mapas UV, texturas y animaciones de estos. Maya se caracteriza por su potencia y las posibilidades de expansión y personalización de su interfaz, así como también ofrece herramientas intuitivas de modelado.

Se decidió utilizar Maya para la creación de los modelos 3D de FonoVR porque, gracias a el diseño de la interfaz intuitiva de la herramienta, es fácil aprender cómo utilizarla, lo cual permite que este proceso dentro del desarrollo del proyecto no se vea complicado. Además, Maya tiene integrada una opción que permite exportar sus modelos a un proyecto en Unity, lo que convierte a este software en una opción con grandes beneficios para FonoVR.

### **4.2.3. Google Cardboard**

Cardboard (2014) es una aplicación de celular que lleva la RV al teléfono de las personas. La premisa de Google Cardboard es la de transformar un teléfono inteligente cualquiera con Android en una plataforma de RV. Así, marca su diferencia principal con otros

productos como los cascos de realidad virtual, los cuales requieren de una computadora potente y un software específico para su uso. En este sentido, es una opción barata de utilizar para los usuarios que desean experimentar la RV, lo cual es uno de sus mayores atractivos.

Según Statista (2021), más del 80% de las personas poseían un teléfono con Android en 2020. En base a esto, se asume que la mayoría de las personas tienen acceso a la aplicación Cardboard. Con esto, entonces, FonoVR está al alcance de una gran cantidad de personas, ya que es seguro asumir que gran parte de los usuarios Android tienen instalada la versión 4.4 o alguna posterior, el cual es el requerimiento que tiene la aplicación de Cardboard para ser descargada. El hecho de tener una realidad virtual a tan solo un botón de descarga le añade atractivo y novedad a FonoVR.

#### **4.2.4. Firebase Console**

Firebase (2011) es una plataforma de desarrollo de apps. Con su modelo BaaS (Backend-As-A-Service), ofrece numerosas funciones a sus usuarios; permite tener bases de datos no relacionales, brinda reglas de seguridad y autenticación, ayuda a compilar y hostear las apps, obtiene estadísticas de rendimiento y estabilidad de la aplicación, sincroniza fácilmente los datos, permite implementar publicidades para obtener ingresos, entre varias otras funciones. Por si fuera poco, esta plataforma permite el desarrollo multiplataforma.

Oleksii Glib (2021) habló de los beneficios que BaaS puede brindar a un proyecto, más aún si tiene implementadas cosas como multiplataformas, chatbots, y también mencionando que es una opción financiera que ayuda al producto, ya que se encarga de varias cosas que normalmente requerirían pagarle el sueldo a numerosos desarrolladores. Por lo tanto, conociendo todas las funciones que ofrece Firebase, es una elección que provee muchas posibilidades que FonoVR puede aprovechar actualmente, y que le puede aportar a su crecimiento en el futuro cuando, por ejemplo, se quiera expandir los dispositivos en los que estará disponible (gracias a su flexibilidad multiplataforma). Al ofrecer todas estas funcionalidades por sí mismo, permite evitar utilizar varios servicios para distintas funcionalidades; al ser un producto actualmente manejado por google, es una opción más confiable en todas estas áreas que varias de las otras opciones.

#### 4.2.5. GanttPRO

GanttPRO (2023) es un proyecto de software online para crear y manejar cronogramas para proyectos o trabajos a modo de tabla Gantt. FonoVR ha logrado organizar y estar al tanto de las fechas gracias a sus múltiples funcionalidades, además de tener un workspace personalizable a la comunidad de cada miembro del equipo.

### 4.3. Frameworks, Lenguajes y Librerías

En esta sección se detallan los Frameworks, lenguajes y librerías utilizadas que, en conjunto, han permitido el desarrollo de FonoVR.

#### 4.3.1. C#

C# es un lenguaje de programación que fue aprobado como un estándar por la ECMA e ISO. Según W3schools (1999), es uno de los lenguajes más comunes de programación orientada a objetos, y por lo tanto, posee multitudes de foros y una comunidad activa. Unity utiliza C# para escribir los scripts que controlan todo lo que ocurre en los proyectos, desde sumar variables hasta crear un endpoint para una base de datos.

#### 4.3.2. Unity Asset Store

Unity Asset Store (2010) es una plataforma que contiene una creciente biblioteca de assets tanto comerciales como gratuitos creados tanto por Unity Technologies y miembros de la comunidad de Unity. Texturas, modelos, animaciones y extensiones son algunas de las cosas dentro de la gran cantidad de assets disponibles para utilizar en el editor. Esta plataforma facilita la implementación de los assets mediante una interfaz simple dentro del Editor Unity, y son descargados e importados directamente en sus proyectos.

La existencia de la Unity Asset Store permite realizar proyectos en Unity utilizando estos assets, ahorrando tiempo de desarrollo para focalizarse en las funcionalidades de este. Sumándole a eso la facilidad de importación hacia el proyecto, el desarrollo de FonoVR se beneficia enormemente de esta plataforma, ya que para la segunda etapa se han utilizado estos assets con el fin de demostrar las funciones implementadas que se esperaban cumplir para la fecha.

### **4.3.3. GVR SDK for Unity v1.200.1**

Esta es una librería utilizada en Unity y está actualmente almacenada en un repositorio de GitHub con distribución libre. Gracias a esta librería, se puede desarrollar una RV que sea compatible con la aplicación Google Cardboard.

### **4.3.4. Firebase Unity SDK 9.6.0**

Esta librería posee paquetes de Unity, y es creada dentro de la consola de Firebase cuando uno crea la base de datos basado en los datos de la aplicación. El propósito de estos paquetes es instalarlos en el proyecto de Unity para poder conectarlo con la base de datos que ofrece esta plataforma.

### **4.3.5. Google Services**

Un archivo JSON que, en conjunto con Firebase SDK, permite conectar la aplicación de Unity en donde está instalado con Firebase, y otorga acceso a los servicios que ofrece como Google Analytics o Firestore.

## **5. Modelo de negocio**

En esta sección se expone el plan del modelo de negocio que seguirá FonoVR.

Para una primera etapa, se tiene por idea que los usuarios paguen una suscripción mensual para poder utilizar la aplicación. De esta manera, se pueden cubrir los gastos del servicio de hosting de Firebase. Sin embargo, el monto apropiado a cobrar dependerá del costo que genere la cantidad del uso de la base de datos, y para calcular eso, se tiene que considerar que Firebase tiene dos planes: Spark Plan y Blaze Plan. El primero de estos es el plan que actualmente usa FonoVR, el cual permite hacer testing de forma gratuita sin que se cobre el uso del servicio. Pero una vez lanzado el proyecto al mercado, ya no es posible usarlo, en cuyo caso hay que cambiar al Blaze Plan.

Cloud Firestore		
Stored data	1 GiB total	No-cost up to 1 GiB total Then <a href="#">Google Cloud pricing</a>
Network egress	10 GiB/month	No-cost up to 10 GiB/month Then <a href="#">Google Cloud pricing</a>
Document writes	20K writes/day	No-cost up to 20K writes/day Then <a href="#">Google Cloud pricing</a>
Document reads	50K reads/day	No-cost up to 50K reads/day Then <a href="#">Google Cloud pricing</a>
Document deletes	20K deletes/day	No-cost up to 20K deletes/day Then <a href="#">Google Cloud pricing</a>

Figura 18: Tabla comparativa de los planes Spark y Blaze de Firebase respectivamente

Lo que se destaca de la Figura 18 es que el Blaze Plan es gratuito para realizar 20.000 peticiones de escritura y 50.000 de lectura, y si se supera ese número, hay que pagar. (Los otros números son demasiado grandes como para poder llegar a alcanzarlos).

Entonces, se asume que en el peor de los casos una persona realiza el siguiente listado de actividades cada día en FonoVR en promedio:

- Abrir el menú de ejercicios al loguearse (+1 petición de lectura)
- Realiza 10 ejercicios completos (+10 peticiones de escritura)
- Chequear el perfil y el progreso tras finalizar cada ejercicio (+20 peticiones de lectura)
- Cambiar las preferencias (+1 peticiones de escritura)

Esto terminaría siendo 21 peticiones de lectura y 11 de escritura por persona. Ahora, de acuerdo a Di Doménico y Pelliccioni en un estudio descriptivo sobre tartamudez hecho en 2020, aproximadamente 350.000 argentinos son tartamudos. Al multiplicar estos números, terminaría siendo 7.350.000 peticiones de lectura y 3.850.000 de escritura por día. Para calcular cuánto cuesta por mes el mantenimiento del servicio, existe la calculadora de Firebase que permite obtener el costo mensual del uso de Firestore, así como se demuestra en la Figura 19.

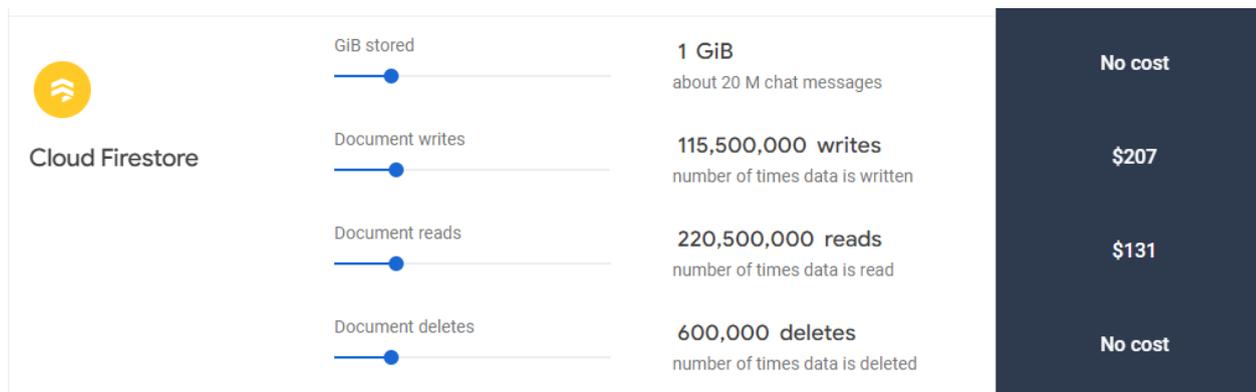


Figura 19: Calculadora de Firestore

Asumiendo 30 días en el mes y que cada día cada usuario realiza 21 peticiones de lectura y 11 de escritura, da en total 220.500.000 peticiones de lectura y 115.500.000 de escritura, lo que genera en total un costo de 338 U\$D para mantener la base de datos de FonoVR.

Si bien esto es el precio por el servicio de Firebase, aún se debe incluir en el cálculo el costo de contratar a un programador. De acuerdo a Glassdoor (2023), el sueldo promedio de un desarrollador junior en Argentina es de \$124.000 pesos argentinos. Con el objetivo de unificar todo en una misma moneda, se pasó el sueldo de pesos a dólares, utilizando como referencia el último valor del Dólar MEP (La Nación, 2023). Esto se transforma en un costo de aproximadamente 350 U\$D para contratar al programador. Por lo tanto, el costo total mensual del proyecto termina siendo de U\$D 688.

Tras plantear el cálculo del costo, lo que queda es hablar de la estrategia para cubrirlo. Como se ha mencionado al principio, el dinero vendrá de las suscripciones mensuales para los usuarios. Lo que conviene es poder atraer a los usuarios con lo principal que tiene FonoVR para ofrecer: la novedad de la RV y algo relativamente barato comparado con otras opciones. Por ello, se propone un costo de 5 U\$D mensuales para la suscripción, lo cual —si se mantiene la base de 350.000 usuarios— se transforman en 1.750.000 dólares. Sin embargo, asumir que 350.000 personas usarían FonoVR sería asumir que todo tartamudo en Argentina usaría la aplicación. Si se asume, entonces, una cantidad baja de 100 usuarios, no solamente es el costo de Firestore gratis (debido al volumen bajo de tráfico), sino que al pagar todos 5 U\$D, ya se cubriría el costo de contratar al desarrollador junior, y aún sobrarían dólares. Una opción que se podría realizar, con el fin de incentivar a los usuarios a que

prueben la aplicación, es que se ofrezca un 50% de descuento en el pago de la primera suscripción.

En la Tabla I, se muestra el VAN asumiendo 100 usuarios en FonoVR, con un 50% de descuento en el primer pago de la suscripción, y una tasa de interés del 10%. Posicionándose en esta visión pesimista, al sexto mes la aplicación se convertiría en un proyecto viable, mostrando ganancias que aumentarán a medida que avance su vida. Y en el caso de que FonoVR no realice primeros descuentos, o bien que tenga aún más usuarios, entonces la viabilidad aumentaría. Otra alternativa para ayudar a cubrir costos es el añadir publicidades dentro de la aplicación con AdMob que está integrado en los servicios de Firebase.

Inversión Inicial	Flujos de Caja						
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
350 USD	-100 USD	150 USD	150 USD	150 USD	150 USD	150 USD	150 USD
K = 10%	VAN =						76,02 USD

Tabla I - VAN

Por último, se buscaría llegar a un acuerdo para que FonoVR esté en manos de la Asociación Argentina de Tartamudez con el objetivo de que promuevan el uso de la app dentro de la comunidad de tartamudez.

## 6. Pruebas Realizadas y Discusión

A lo largo del desarrollo de FonoVR, se han realizado numerosas pruebas con las funciones y cambios en la estructura de la aplicación.

Al principio, se tenía en mente trabajar con React JS utilizando una librería que era tanto para RV como para Realidad Aumentada, y se pensó en el diseño de la aplicación en base a las debilidades y fuerzas de estas herramientas. Pero tras haber realizado pruebas con dicha librería, se descubrió que esta era en realidad una librería de Realidad Aumentada exclusivamente. Debido ha ello, el progreso durante la segunda fase del proyecto se vio retrasado en busca de alternativas y, una vez halladas, se repensó la estructura de FonoVR en base a estas nuevas herramientas (Unity y Firebase). Como se ha mencionado previamente en

otras secciones, se buscaba tener una base de datos relacional por la comodidad que brinda este tipo de base al conectar los datos ingresados en estas. Sin embargo, los beneficios que trae el servicio de Firebase supera lo que una base de datos relacional podría brindar consigo, por lo que era mejor adaptar FonoVR a la estructura de Firebase que buscar una alternativa a ReactJS que funcionara con bases de datos relacional.

Tras conectar el proyecto de Unity con Firebase, se iniciaron pruebas unitarias para crear cada función y verificar que funcionara. Una vez que se comprobará su funcionamiento individual, se hicieron pruebas integrales para verificar que todas las características sean accesibles y estén interconectadas, que no generen problemas en otra función o cambien cosas que no deberían en la base de datos.

Finalizada esta etapa de testing desde el lado de desarrollador, lo que quedó pendiente fue que un grupo cerrado de personas testeen la aplicación para así recibir feedback sobre la experiencia de usuario, o bien para que encuentren errores que no se encontraron antes. Si bien no todo el grupo es tartamudo, el propósito de este testing es ver cuáles son las primeras impresiones que las personas tienen al abrir la aplicación. Igualmente, el feedback recibido particularmente por las personas tartamudas del grupo es el que más valor tuvo, al formar parte del target de FonoVR.

Se les dió un listado de tareas a completar dentro de la aplicación:

1. Registrarse.
2. Ingresar.
3. Realizar un ejercicio.
4. Revisar su progreso y anotar el porcentaje.
5. Cambiar las preferencias.
6. Realizar otro ejercicio
7. Volver a revisar su progreso y comprobar si el % cambió.
8. Realizar una meditación.

Una vez que los tester realizaron estas tareas, se les envió un formulario de Google Forms (2008) para que respondan una serie de preguntas y obtener su feedback. De estas respuestas que se obtuvieron, se destacan las que se presentan en las figuras 19, 20,21 y 22

¿Pudiste realizar todas las tareas sin pedir ayuda?

6 respuestas

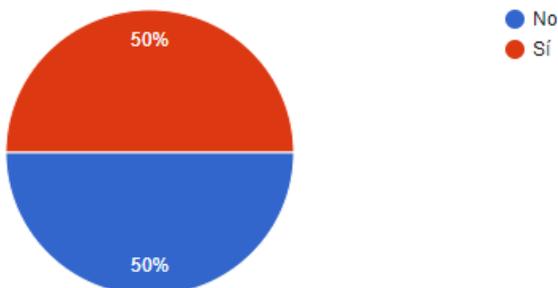


Figura 20: Respuestas de Encuesta - Ayuda

Del 1 al 5, ¿Qué tan intuitivo fue realizar cada tarea? Siendo 1 nada intuitivo y 5 completamente intuitivo.

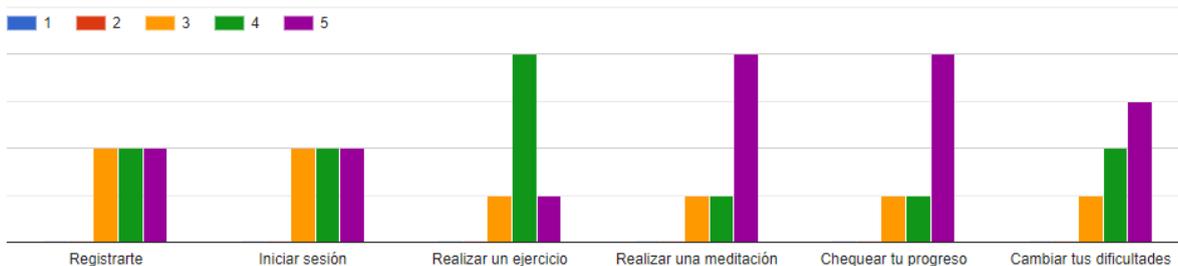


Figura 21: Respuestas de Encuesta - Intuición

Del 1 al 5, ¿Qué tan cómodo fue realizar cada tarea? Siendo 1 nada cómodo y 5 completamente cómodo

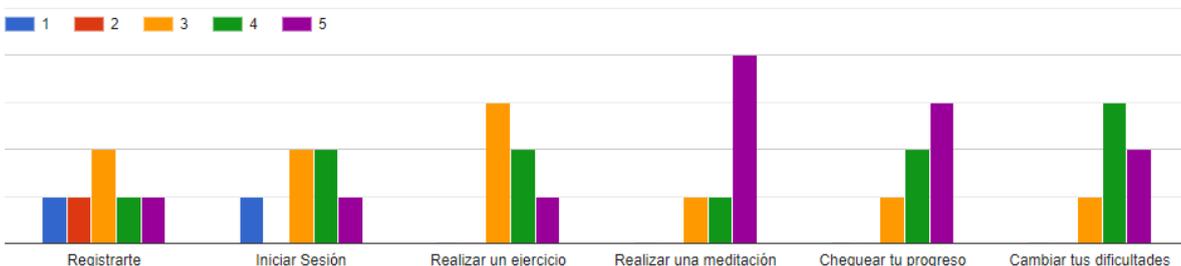


Figura 22: Respuestas de Encuesta - Comodidad

Lo que se puede concluir tanto de estos gráficos así como los comentarios personales de cada tester es que si bien la interfaz es relativamente intuitiva y saben dónde

buscar y encontrar las cosas, así como lo que hace cada una, a FonoVR aún le queda por mejorar en lo que se refiere a la comodidad del uso.

Específicamente, se detectaron dos características que generan esta incomodidad en los usuarios: primeramente el sistema de escritura, y en segundo lugar, las pantallas que son “anidadas” (es decir, pantallas que envían a otras pantallas que luego envían a otras, etc) o las que presentan mucha información.

Al haber muchos botones apareciendo y desapareciendo al cambiar pantallas, los usuarios se vieron levemente desorientados en la navegación a través de la aplicación. Además, pantallas como la de realizar ejercicio presentan muchas opciones, mientras que la pantalla de meditación actualmente presenta muy pocas opciones. Para solucionar esto, se propone en los release a futuro quitar las “capas” de pantallas en el flujo para realizar ejercicios, y poner la información que estas presentan en otro lado (por ejemplo, quitar la pantalla de descripción de ejercicios, y en su lugar, agregar una opción de ejercicio que introduzca y explique el tipo de ejercicio por cada tipo que haya).

En lo que respecta a la escritura, el problema está en cómo funciona el sistema de cardboard. Si uno desea escribir, debe mantener el celular en la posición exacta, y escribir de esa forma, lo que lo vuelve incómodo. Se les preguntó que opinarían de incluir un teclado virtual dentro de FonoVR, donde escribirán utilizando el cursor para escribir con este. Mientras que algunos presentaron interés en incluir el teclado, otros pensaron que generaría problemas distintos como escritura más lenta. Entonces, para un release futuro, se implementará el teclado virtual como una alternativa en vez de reemplazar el sistema actual.

Una vez analizado el feedback obtenido del estado actual de FonoVR, luego queda analizar el feedback obtenido sobre el futuro del proyecto. Se le preguntó a los usuarios que opinaban acerca de:

- Implementar un nuevo modo feedback fisiológico mediante tracking de latidos cardíacos.
- Lanzar una versión de FonoVR para computadora con casco de RV
- Incluir más ejercicios y meditaciones.
- Comparar el % de progreso con otros meses.

- Agregar un tutorial dentro de FonoVR para enseñar cómo usar la app, y que hace cada función.
- Personalizar el lugar en el que la persona se encuentra durante la meditación.

Las estadísticas de la encuesta resultaron en los gráficos que se ven en las figuras 23 y 24.

FonoVR tiene pensado agregar nuevas funciones en el futuro. Del 1 al 5, ¿Qué tanto te interesan? Siendo 1 nada interesado y 5 completamente interesado

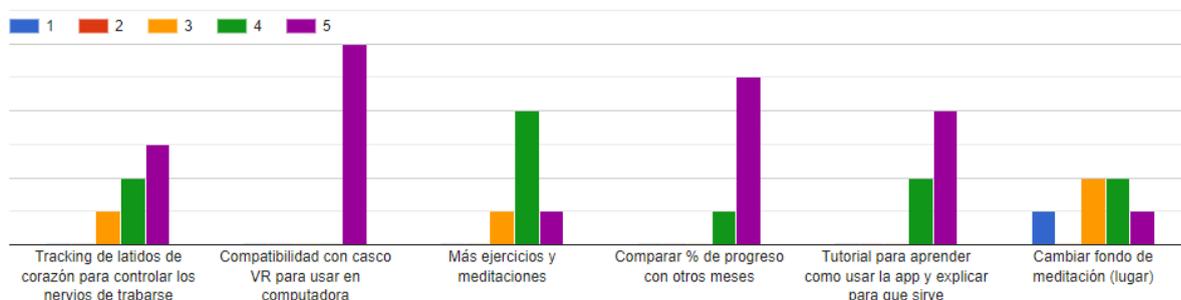


Figura 23: Respuestas de Encuesta - Interes

De las nuevas funciones en el futuro. ¿Qué prioridad les darías para que sean implementadas?

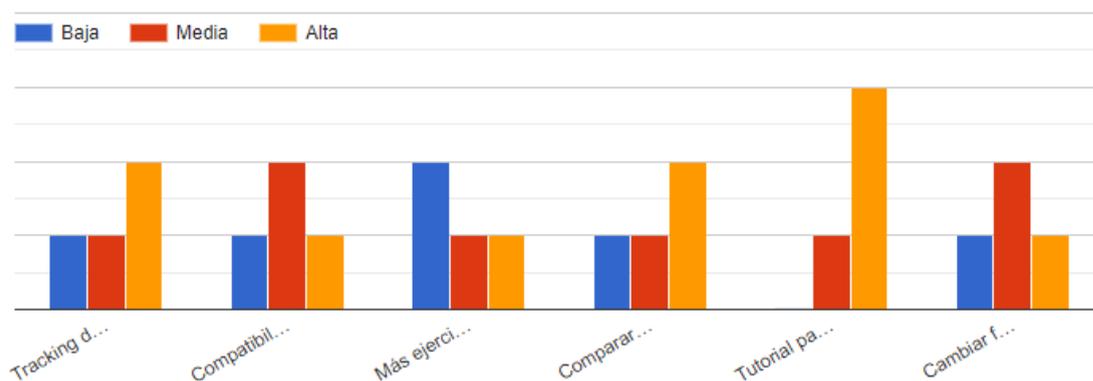


Figura 24: Respuestas de Encuesta - Prioridad

Al analizar estos gráficos y compararlos con la información obtenida en las respuestas anteriores, podemos ver que hay una necesidad de facilitar el uso de la aplicación mediante explicaciones, es decir, el tutorial debería ser de las primeras cosas que implementar

una vez FonoVR sea lanzado. Esto es entendible, ya que al ser una tecnología relativamente nueva para muchas personas, esto puede ser desorientante.

Además de la comodidad, los tester presentaron un interés por la inclusión de más funciones que les proveen información sobre su progreso, estas siendo el tracking de latido cardiaco y poder ver el progreso de la persona a lo largo de los meses. Por lo tanto, estas se encuentran en segundo puesto en el orden de prioridad.

Por otro lado, aunque los usuarios presentaron mucho interés en poder usar la aplicación en una computadora, reconocen que no hay ninguna urgencia para implementar esto y que preferirían primero las cosas mencionadas antes. Si bien esto podría potencialmente ampliar la comodidad de los usuarios, no es algo que todos tengan, y mucho menos un casco de RV para computadora.

Por último, se encuentra el añadido de más ejercicios y meditaciones, y poder personalizar el lugar de meditación. Si bien estos tienen menos prioridad que los otros, son relativamente fáciles de implementar, y por lo tanto, podrían intercalarse entre los distintos releases en el porvenir de FonoVR.

Gracias al feedback recibido durante la etapa de testing, el desarrollo del proyecto a futuro tendrá por prioridad aquello que los usuarios valoran más en un producto, lo que resulta como comodidad de uso y proveer información.

## **7. Conclusión**

FonoVR tiene por objetivo ser una aplicación que ayude a los adultos tartamudos, brindándoles una nueva herramienta a aquellos que buscan una primera experiencia en la búsqueda de mejorar su fluidez del habla. Al ofrecer una tecnología novedosa como la Realidad Virtual a través de un teléfono móvil, dispositivo que la mayoría de personas tienen, se vuelve un atractivo que incentiva a los adultos tartamudos a dar su primer paso.

Muchos adultos tartamudos creen que su vida está arruinada por la disfluencia, que no son capaces de cumplir sus sueños por esta. Otros se sienten estigmatizados por su condición y prefieren que la gente no se entere, incluso si esto significa no pedir ayuda a profesionales. Ningún tartamudo es igual que otro y, debido a eso, es importante brindarle una alternativa a aquellos que la necesitan; una alternativa que es privada y busca dar un empujón hacia un camino mejor.

Si bien las emociones no son una causa de la tartamudez, estas cumplen un rol como factor que puede alterar la fluidez de las personas. Es por eso que no solamente se ofrecen ejercicios para mejorar la fluidez, sino que también existe un espacio para que la persona pueda meditar y lograr relajarse en varios aspectos.

No es solamente la fluidez del habla lo que se ve afectado por la tartamudez, sino también el lenguaje corporal de la persona cuando habla; muchas veces desvían la mirada, o realizan movimientos involuntarios por el esfuerzo de intentar hablar. Con el feedback fisiológico, la persona puede ver estos factores en forma de datos, y así poder ver su progreso a lo largo del camino hacia la fluidez.

FonoVR fue creado con la ayuda de un profesional que trabaja día a día con personas tartamudas y su colaboración permitió tener un mejor entendimiento del problema que sufren estas personas, así como encontrar la manera de abordarlo y ofrecerles lo que necesitan para obtener aquello que buscan. El desarrollo de FonoVR se ha visto enormemente beneficiado por este enfoque.

En el futuro de este proyecto, se tendrá por objetivo mejorar la calidad de este servicio a las personas tartamudas; incrementando su facilidad de uso, y añadiendo nuevas funciones y ejercicios que le brindaran nuevas experiencias a los usuarios, se enriquecerán los beneficios de la herramienta, así como su atractivo visual. Se expandirá la voz en comunidades de tartamudez para que aquellos que necesitan de FonoVR sepan de la aplicación.

## 8. Referencias bibliográficas

- ALLCOAT, Devon, Von Mühlennen A., (2018) *Research in Learning Technology* [en línea] 1ª ed., Vol. 26, Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement [consulta 4 jun. 2022]. Disponible en: [https://journal.alt.ac.uk/index.php/rlt/article/view/2140/pdf\\_1](https://journal.alt.ac.uk/index.php/rlt/article/view/2140/pdf_1)
- ASOCIACIÓN ARGENTINA DE TARTAMUDEZ [en línea] [consulta 30 abr. 2022]. Disponible en: <https://www.aat.org.ar/>
- Autodesk (1998) *Autodesk Maya* (Versión 2020.4) [consulta 13 oct. 2022]. Disponible en: <https://latinoamerica.autodesk.com/products/maya/overview?term=1-YEAR&tab=subscriptio>  
n
- BEILBY, Janet M. , et al, (2012) *Journal of Fluency Disorders* [en línea] 1a ed., Vol. 37, Tema 4, *Acceptance and Commitment Therapy for adults who stutter: Psychosocial adjustment and speech fluency* [consulta 5 jun. 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094730X12000617?via%3Dihub>
- BIAIN DE TOUZET, Beatriz. (2002) *Tartamudez. Una disfluencia con cuerpo y alma*. 1a. ed., Buenos Aires: Paidós. 272 p. ISBN: 950-12-3451-7
- BIAIN DE TOUZET, Beatriz. (2017) *Tartamudez y cluttering. Estudio y recuperación de las alteraciones de la fluidez*. 1a. ed., Buenos Aires: Paidós. 407 p. ISBN: 978-950-12-9497-2
- DAIVATA, Patil. (2012) *Journal of Business and Retail Management Research* [en línea] 1ª ed., Vol 7, Tema 1, *Coloring consumer's psychology using different shades the role of perception of colors by consumers in consumer decision making process: a micro study of select departmental stores in Mumbai city, India* [consulta 23 ago. 2022]. Disponible en: [https://www.jbrmr.com/cdn/article\\_file/i-16\\_c-135.pdf](https://www.jbrmr.com/cdn/article_file/i-16_c-135.pdf)
- DI DOMÉNICO, Luisina, Pelliccioni C., (2020) *Estudio descriptivo acerca de las Representaciones Sociales sobre Tartamudez que poseen los docentes de escuelas primarias de la ciudad de Puerto General San Martín y Arroyo Seco, en septiembre de 2020*. [en línea] Rosario. 203 p. [consulta 24 ene. 2023]. Disponible en: <https://rehip.unr.edu.ar/xmlui/handle/2133/20510>
- FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA TARTAMUDEZ [en línea] [consulta 30 abr. 2022]. Disponible en: <https://www.fundacionttm.org/>
- GANTTPRO [en línea] [consulta 26 ene. 2023]. Disponible en: <https://help.ganttpro.com/hc/en-us>
- Glassdoor (2007) *Sueldos para Desarrollador Júnior en Argentina* [en línea] [consulta 24 ene. 2023]. Disponible en: [https://www.glassdoor.com.ar/Sueldos/desarrollador-j%C3%BAnior-sueldo-SRCH\\_KO0.20.htm](https://www.glassdoor.com.ar/Sueldos/desarrollador-j%C3%BAnior-sueldo-SRCH_KO0.20.htm)

- GINNIVAN, Corey. *Whocanuse* [en línea] [consulta 13 oct. 2022]. Disponible en: <https://www.whocanuse.com/>
- Google (2011) *Firebase* [Consola de Base de Datos]. Disponible en: <https://firebase.google.com/>
- Google (2011) *Firebase [Ayuda de Firebase - Support Google]*. [en línea] [consulta 23 ene. 2023]. Disponible en: <https://support.google.com/firebase/answer/6004245?hl=es-419>
- Google (2011) *Firebase [Firebase Pricing]*. [en línea] [consulta 24 ene. 2023]. Disponible en: <https://firebase.google.com/pricing?authuser=0>
- Google (2005) *Google Analytics* [Dashboard de Analíticas] . Disponible en: <https://analytics.google.com/analytics/web/>
- Google LLC (2014) *Cardboard* (Versión 3.2) [Aplicación Móvil]. Disponible en: Google Play (Descargada el: 20 jul. 2022)
- HERRERO JAÉN, Sara. (2016) *Formalización del concepto de salud a través de la lógica: impacto del lenguaje formal en las ciencias de la salud*. [en línea] Vol. 10, Ene. , Santa Cruz de la Palma. ISSN 1988-348X. [consulta 20 sep. 2022]. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1988-348X2016000200006](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2016000200006)
- PETERSEN, Kai, Wohlin, C., et al, (2009) *The Waterfall Model in Large-Scale Development* [en línea] Vol. 32, Product-Focused Software Process Improvement. 386-400 p. ISBN 978-3-642-02152-7. [Consulta 26 ene. 2023]. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-02152-7\\_29](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-02152-7_29)
- InfoLEG (2005) *Protección de los Datos Personales. Ley 25.326* [en línea] [consulta 23 ene. 2023]. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/60000-64999/64790/texact.htm>
- La Nación (2023) *Cotización del dólar hoy* [en línea][consulta 24 ene. 2023] Disponible en: <https://www.lanacion.com.ar/dolar-hoy/>
- LE HUCHE, François. (2000) *La tartamudez: opción curación*. 1ª ed., Barcelona: Masson. 199 p. ISBN: 84-458-0982-2
- LINDNER PHILIP, Dagö J., et al, *Cognitive Behaviour Therapy* (1972-2022) [en línea] 1ª ed., Vol. 50, Tema 1, Virtual Reality exposure therapy for public speaking anxiety in routine care: a single-subject effectiveness trial [consulta 1 may. 2022]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/action/showCopyRight?scroll=top&doi=10.1080%2F16506073.2020.1795240>
- LOBOS, Kathyryne. (2011) *Carpeta de Tartamudez* [en línea] Valparaíso. 41 p. [consulta 23 ago. 2022]. Disponible en: <https://fonoaudiologia.uv.cl/attachments/article/33/Carpeta%20Tartamudez.pdf>

- OLEKSII, Glib. (2021) BACKEND AS A SERVICE (BAAS): WHAT IS IT & KEY BENEFITS [en línea]. [consulta 14 oct 2022]. Disponible en: <https://acropolium.com/blog/first-look-at-backend-as-a-service/#:~:text=BaaS%20grants%20you%20access%20to,care%20of%20this%20for%20you>.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2021) Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., [versión 23.5 en línea]. [consulta 10 jun. 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es>
- RODRÍGUEZ CARRILLO, Pedro R. (2005) *Hablan los Tartamudos*. Coedición del Vicerrectorado Académico y Comisión de Estudios de Postgrado de la Facultad de Humanidades y Educación. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Capítulo 3, El enfoque Bio-Psico-Social de la Tartamudez. p.38-62. ISBN: 980-00-2229-5
- RUSMAXHAM, et al. (2019) gvr-unity-sdk (Version 1.200.1) [consulta 25 ago. 2022] Disponible en: <https://github.com/googlevr/gvr-unity-sdk/releases>
- SOTO VEGA, Jessica Graciela. (2012), Evaluación e intervención logopédica en los niños con trastornos del habla; que asisten a la Escuela Fiscal Honorato Vázquez. [en línea] 1ª ed., 126 p. [consulta 23 ago. 2022]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3793>
- Stamurai Speech Therapy (2017) *Stamurai: Stuttering Therapy* (Versión 7.4.18) [Aplicación Móvil]. Disponible en: Google Play (Descargada el: 9 jun. 2022)
- STATISTA (2021) *Android e iOS dominan el mercado de los smartphones* [en línea] [consulta 23 ago. 2022]. Disponible en: <https://es.statista.com/grafico/18920/cuota-de-mercado-mundial-de-smartphones-por-sistema-operativo/>
- Tartamudez y Yo (2021) *Otra mirada sobre la Tartamudez* [en línea] [consulta 23 ene. 2023]. Disponible en: <https://youtu.be/oMI8jFvTRgI>
- THE STUTTERING FOUNDATION [en línea] [consulta 30 abr. 2022]. Disponible en: <https://www.stutteringhelp.org/>
- Unity Technologies (2005) *Unity 2019* (Versión 4.40f1) Disponible en: <https://unity.com/es>
- Unity Asset Store (2010) [en línea] [consulta 23 ago. 2022]. Disponible en: <https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/AssetStore.html#:~:text=El%20Asset%20Store%20de%20Unity,tutoriales%20y%20extensiones%20del%20editor>.
- W3schools [en línea] [consulta 14 oct. 2022]. Disponible en: [https://www.w3schools.com/cs/cs\\_intro.php](https://www.w3schools.com/cs/cs_intro.php)
- WITHVR [en línea] [consulta 9 jun. 2022]. Disponible en: <https://withvr.app/es>

## 9. Anexos

### Anexo A: Entrevista a Lic. Cecilia Cerlon

**¿Qué tipos de tartamudez que has visto que son más típicas, o que se saben que son más típicas? Por ejemplo, decir que la gente suele trabarse más con las palabras que incluyen las letras S, T y C.**

*No hay una tartamudez típica. Hay tantos tipos de tartamudez como personas que tartamudean. La creencia de que se traban más con determinado fonema, es solo una creencia de cada persona. Es un fonema temido.*

**Relacionado a eso ¿Hay ejercicios distintos si una persona, por ejemplo, se traba usualmente con la S versus si se traba usualmente con la T? ¿Y si se traba mediante bloqueos o repeticiones, son diferentes?**

*Los dos grandes momentos en el tratamiento de modificación de la Tartamudez para el adulto son: a) enseñarle a la persona a que modifique los momentos en los que se traba y b) reducir los miedos y eliminar los comportamientos de evitación.*

*Lo primero se logra de distintas maneras; se le enseña a la Persona Que Tartamudea (de ahora en más PQT) a reducir la fuerza de sus espasmos y a suavizar su manera de tartamudear, para que pueda trabarse más cómoda. Debe acostumbrarse a la tensión, a su aparición y desaparición, y aprender a trabarse de una forma más relajada, fácil y abierta. Van Riper fue un gran exponente de este abordaje. Su punto de vista era que la mejor forma de mantener la tensión consistía en persistir en los sentimientos y percepciones negativos relacionados con la tartamudez. Recomendaba un cambio de actitudes y el aprendizaje de otras formas de comunicarse. Según este autor, la modificación de la tartamudez se realiza en cuatro pasos. En el primero de ellos, la PQT debe familiarizarse con la forma en que se traba y con cuál es el comportamiento motor que ocurre en ese momento. Es la fase de identificación, que incluye registrar movimientos secundarios, actitudes que ocurren en forma simultánea.*

*En segundo lugar, se reducen la tensión y las actitudes negativas frente al habla. Es la fase de desensibilización (siguiendo a Peters y otros, 2001). Aquí se reducen los miedos y otras emociones negativas, como la frustración y la turbación al trabarse. La*

*mayoría de las PQT necesitan afrontar la dificultad, porque muchas tienen tendencia a negarla o evadirla. La tolerancia en las repeticiones también requiere un trabajo de aceptación; congelar los accidentes y estudiarlos contribuye a lograrlo. Son muy temidas las reacciones del que oye tartamudear. Cuando se trabaja la Tartamudez voluntaria, se comprueba concretamente que el otro no tiene la respuesta que la PQT imagina y que esta puede permanecer tranquila al hablar y que debe ser más tolerante frente a sí misma.*

*En el tercer paso de este programa, la PQT debe aprender técnicas para lograr un habla relajada, con control respiratorio si es necesario, modificando la forma de trabarse y aflojando la tensión muscular.*

*Por último, en la fase de estabilización, la PQT aprende a mantener el comportamiento aprendido.*

*Los ejercicios son, en principio, los mismos, solo que se trabajan primero los que la persona teme más. La ejercitación que se hace para esto es el ERA (por las siglas en inglés). Consiste en un comienzo suave de las palabras. Se suaviza el primer fonema (sonido de la letra) de la palabra y se ejercitan todos los fonemas.*

### **¿Cuáles son algunos ejemplos de ejercicios realizados en terapia?**

*Usualmente, identificar la propia manera de trabarse, trabajando con un espejo o escuchándose (en grabaciones) o viéndose en videos.*

*Después están los ejercicios de Modelado de la fluidez (fluency shaping)*

*La PQT debe encontrar alguna forma de habla fluida. Contrariamente al programa anterior, en el cual la PQT aprende a modificar sus bloqueos, en este abordaje se trata de lograr una nueva forma de hablar. La persona aprende un habla fluida nueva que reemplaza el viejo patrón del habla. No presta atención a los accidentes, sino a él mismo.*

*En esta etapa se aprenden los siguientes procedimientos:*

*1) Acercamiento suave al primer sonido de la palabra (easy relax approach, ERA),*

*2) Sobrearticulación (SA), (se exagera la articulación del sonido).*

*3) Fonación continuada (FC), unir dos palabras como si fueran una, iniciando suave el primer sonido (por ejemplo “pizzacaliente”) a medida que va lográndolo, se agregan palabras, hasta formar frases.*

4) *Errores normales (EN), se buscan realizar errores normales como repeticiones voluntarias de sílabas.*

5) *Cancelación (CA). Cuando se produce un bloqueo o prolongaciones de sonido, poder cancelar lo que se está diciendo y emplear luego una herramienta más cómoda de habla.*

**¿Cuál es la "lógica" detrás de los ejercicios? ¿Se trata de entrenar la lengua de la persona o alguna otra parte? ¿Qué se está trabajando y que se busca lograr con estos?**

*Con estos procedimientos la PQT construye la fluidez y se entrena en el nuevo patrón motor y en el dominio de la velocidad. El easy breathing también será de utilidad. Estos procedimientos, que incluyen control fonatorio, respiratorio y articulatorio, producen un dominio motor más estable.*

*En este programa, se reemplaza el habla anterior, con accidentes, por esta nueva forma de hablar con fluidez. Se aumenta el largo de las expresiones a medida que transcurre el entrenamiento, ya que la PQT ha ido acortando las expresiones tratando de tener control sobre el habla. Siempre el monitoreo debe tender a lograr un habla natural. Una vez lograda, se la transfiere a todas las situaciones y se la practica diariamente hasta automatizarla.*

*También es importante tener en cuenta la expectativa del paciente y si está teniendo una buena recepción de los cambios que experimenta su habla. En una lectura silenciosa, puede marcar las palabras en las que espera trabarse y luego leerlas en voz alta para ver si esto es real o producto de su ansiedad. Hay autores que afirman que, al disminuir la ansiedad, la fluidez aumenta. En este sentido, aconsejan dar un puntaje de ansiedad, de 1 a 3, a situaciones básicas: el teléfono, hablar con un extraño y decir el nombre.*

**¿Los ejercicios pueden también variar dependiendo de lo que se quiera tratar de la persona? (Por ejemplo, se focaliza más en emociones, o coordinación.)**

*Es tal cual. Se van dando prioridades y se va trabajando lo que la persona necesite en cada momento. Muchas veces la persona no sabe por sí misma que es lo que necesita trabajar en el momento, y quiere llenarse de técnicas y de herramientas. Pero*

*muchas veces hay que trabajar sobre las emociones que están por debajo de lo que expresa en el habla.*

**¿Cuál es el objetivo a alcanzar con los ejercicios? ¿Se trata de que la fluidez de la persona llegue a un 99%, o de que se vea más confiado en sí mismo? ¿Qué es lo que buscan lograr los fonoaudiólogos?**

*El objetivo de los fonoaudiólogos es que la persona que tartamudea logre un habla cómoda. Ahora, si le preguntas a la persona que tartamudea, esta quiere que desaparezca su tartamudez, cosa que no es posible. Pero muchas veces hay que trabajar con esa desensibilización y hacer entender que la tartamudez no va a desaparecer completamente, pero sí que él puede conseguir un habla mucho más cómoda y fluida. También, logran mucha más confianza en sí mismos; se animan a hablar en lugares donde antes no se animaban y ven modificadas un montón de otras conductas que vienen acompañas con el aumento de la fluidez, pero mayormente con el aumento de la confianza en sí mismo. Para cada persona es distinto el nivel de fluidez que se adquiere. Depende también de dónde se partió; hay algunas personas que tienen una tartamudez encubierta, o subclínica, que no se les nota nada al hablar; pero ellos perciben que hacen el esfuerzo y que no tienen control sobre el habla. Entonces, para esas personas hay muy poco que modificar desde el habla, y, sin embargo, hay mucho que hacer sobre la autoconfianza. Nunca se trata de lograr un 99% de fluidez en aquellas personas que se traban, todo se mide a partir de cómo llega el paciente, de qué es lo que hace normalmente para hablar y lo máximo que se sienta cómodo. Siempre se puede un poco más, pero hay muchos que no logran un 70% de fluidez. Y, sin embargo, si partieron de muy abajo, que estaban muy trabados, se conforman perfectamente con el 50-60% más de fluidez que tienen comparado a cuando inician.*

**¿Cómo describirías a tus pacientes adultos cuando están en su primera consulta? ¿Y por qué razones van los adultos?**

*En la primera consulta, los pacientes adultos por lo general quieren que desaparezca la disfluencia, que no se note. Entonces, hay que hacer un trabajo muy de a poco, para ser sincero, primero, y saber que la tartamudez no es una enfermedad, por lo tanto, no tiene cura y se puede mejorar. Pueden compensar un montón de trabas, pero la finalidad no es que desaparezca la tartamudez, sino que se sientan mucho más cómodos*

*hablando y para eso se le explica que vamos a trabajar en herramientas para que se sienta más cómodo y para que aparezca menos la tartamudez. Pero, sobre todo, herramientas también emocionales para que puedan hablar a pesar de trabarse.*

**¿Qué es más típico, que tengan miedo a hablar, que no tengan confianza, o...?**

*Lo más típico de los de las personas que tartamudean es el miedo a trabarse y que se note, y el miedo a comunicarlo; a definirse, a reconocer que se traban cuando hablan.*

**¿Hay preguntas o pensamientos típicos por parte de los pacientes? ¿Suelen ser cosas negativas o positivas? ¿Erróneas o verdaderas?**

*Hay un pensamiento típico de que ellos no son hábiles, no son útiles para hablar y que, por eso (no es un sentimiento obviamente negativo) se limitan; piensan que es desagradable su habla. Si son verdaderas, si, son verdaderas, porque ya hay que validarlo en el sentido de que entendemos que se sientan así.*

**¿Cómo procedes cuando vienen con estas cosas?**

*Se les hacen muestras de habla de ellos y muestras de habla de otras personas que creen fluidas, que creen "normales", donde se les hace ver que su habla no es perfecta. No es perfectamente fluida para nadie; todos cometemos instancias de disfluencia, de falta de fluidez, con escuchar una radio am muchas veces te das cuenta. Pero hay que ir haciendo un trabajo de a poquito, ir dando parte de herramientas para hablar más cómodo, de sus procedimientos, como el ERA, la fonación continuada. Todos esos elementos que vivimos más arriba, pero también ir mechándolas con este tema de aceptarse, de reconocer que ellos se sienten disminuidos. Pero demostrando que son muy valiosos, que tienen mucho bueno para decir y que merecen ser escuchados, aún trabándose.*

*Se les va informando también que el mayor problema es que el que escucha, o creemos que el que escucha, es impaciente y lo que se necesita es más tiempo. Muchas personas que tartamudean, después de aceptada su tartamudez y después de iniciado el tratamiento, pueden empezar a decir y anunciar a un tercero, antes de empezar a hablar, que ellos tienen problemas para hablar y que a veces se traban. Es algo que no quieren decir en*

*primera instancia, pero cuando pueden empezar a reconocerlo, sienten que se sacan un peso de encima y que fluyen mucho más.*

**¿Piensan que el tratamiento es corto? ¿Y después, piensan que no va a requerir "mantenimiento"? ¿Se les explica las recaídas?**

*En cuanto a la duración del tratamiento, se les explica que no es corto, pero se les explica también que el alta se la dan solos cuando consiguen la comodidad que buscan, y que quizás en un momento se sientan cómodos con determinados alcances, y que quizás después sin práctica o sin tratamiento dejan de usar esas herramientas, y que quizás tengan que volver para refrescarlas y hacer algunos ajustes. También les decimos que en algún momento pueden sentirse incómodos con el tratamiento, y qué es normal que no quieran seguirlo, porque están incómodos y sienten que no es su momento o sienten que no hay avances en este momento. Muchas de mis colegas y yo tratamos de qué corte el tratamiento o que lo haga más discontinuado (Una vez por mes, por ejemplo) como para que pueda ir viendo si le sirven las herramientas, si quiere reforzarlas o no. Porque el seguir forzado muchas veces deja el recuerdo de que el tratamiento no sirve, de que es algo desagradable. Entonces, eso es lo que tratamos de evitar; que puedan sentirse incómodos y que piensen que el tratamiento no sirvió*

**En base al punto anterior ¿Cuál es la reacción de los adultos tartamudos cuando les corregís/contas la realidad?**

*Hay algunos, pero son muy pocos de los pacientes adultos, que rechazan el tratamiento cuando saben que no se van a curar. Y a veces lo rechazan momentáneamente; después se pierden y vuelven a pedir tratamiento.*

**De los pacientes que has tenido, dirías que son más propensos a tener solo una consulta/cita y nunca volver, o suelen "comprometerse" más con el tratamiento?**

*No, por lo general no he tenido pacientes que hicieran una sola consulta. La mayoría sigue tratamiento, o bueno, en realidad todos siguieron el tratamiento; tengo muy*

*pocos pacientes que hicieron pocas consultas, digamos han hecho 4-5 consultas y después por lo general ponen alguna excusa.*

**¿Qué cambios son los que ves en los que se quedan?**

*En realidad, muchos siguen insistiendo con el tema de que no se note la disfluencia; que no se note la tartamudez, y pretenden utilizar las técnicas rápidamente en la vida cotidiana. Se les explica que no, no es tan fácil trasladar la práctica al habla cotidiana, y empiezan a entenderlo. Saben que en algún momento pueden aplicarlo, y en otros no, y que tienen que tener paciencia.*

**¿Si no están volviendo, qué procedimiento toman los fonoaudiólogos?**

**¿Tratan de incentivarlos a que sigan con el tratamiento?**

*Si no están volviendo, o si vemos que en realidad están a disgusto, o están como muy parados porque a veces no les gusta hacer las prácticas, tratamos de que sean lo más agradable para el paciente y que las experiencias que tengan de tratamiento sean positivas, porque se acuerdan, más adelante cuando realmente necesitan y quieren volver a tratamiento, van a recordar de que no les servía y de que era algo negativo, entonces tratamos de, por supuesto, no insistir cuando ellos no están convencidos del tratamiento y quieren cortar. Yo lo blanqueo totalmente; le digo que me parece que no están teniendo la comodidad que buscan, y que no están sabiendo tener paciencia para llevarlo a la vida cotidiana, y qué es preferible cortar el tratamiento. Por lo general, si no se cortan solos, los corto yo los tratamientos en ese momento, y les explico por qué.*

**¿Si no siguen la terapia, te dicen algún motivo? Si es así, ¿Cuáles suelen ser? ¿O cuales sospechas que son dichos factores?**

*Por lo general, el motivo de que no continúe la terapia es justamente porque no pueden llevar las técnicas al habla cotidiana, no lo dicen abiertamente, pero suelen decir que no sienten que son los resultados buscados. Pero bueno, comprenden que quizás no están preparados en ese momento para seguir el tratamiento, y después suelen volver.*

**¿Es típico que los tartamudos hagan algún movimiento cuando se esfuerzan por hablar?**

*Si, algunos hacen el esfuerzo, y el esfuerzo los lleva a liberar tensión de alguna manera. Muchos lo hacen de manera inconsciente; sin planificar el movimiento que hacen. Entonces, se generan desvíos de mirada, parpadeos, llevar los ojos hacia un lado, movimientos con la cabeza que, al principio, les parece que liberan tensión y pueden hablar mejor, pero después se automatiza y se agregan otros, porque ya no funcionan como liberadores de tensión. Entonces se agregan cada vez más movimientos, y quedan estas automatizaciones. No todas las personas que tartamudean hacen gestos y tienes esas automatizaciones, pero si la mayoría tienen bastante tensión y algunos hacen esos otros movimientos asociados y automatizaciones.*

**¿Es típico que se pongan nerviosos al hablar en las terapias o al hacer los ejercicios?**

*Por lo general, en la terapia no se ponen muy nerviosos. Como saben que vienen a un profesional que está en el tema y que está para eso, los alivia bastante. Muchas veces suelen tartamudear mucho menos en la sesión con el especialista que solos. Hay algunos ejercicios que los incomodan, pero se les explica en todo caso porque se los hace hacer. Yo particularmente trato de no incomodar con ningún ejercicio, porque la tartamudez ya de por sí es incómoda. No necesitamos incomodar más.*

**¿Dirías que hay un miedo en común que todos o la mayoría de tus pacientes adultos tiene? ¿Dicho miedo es tratado en la terapia, o se deriva a un psicólogo?**

*La mayoría de los pacientes adultos tiene miedo a que se note su tartamudez, a quedar expuestos en esta. Ese miedo es bastante común a todos, y se trata en la terapia con la fonoaudióloga, porque justamente es a partir del problema de comunicación que lo traen; no lo tienen en otro ámbito, no es que tienen miedo hablar en público y que es una fobia ni nada por el estilo. Es justamente derivado de la tartamudez y tratan de que no se note, que ahí es donde se agrava más la tartamudez y se le agregan cosas que la ensucian más, que la complican más, y que lo hacen aún más tartamudo. Si hay otro tipo de situaciones previas a la tartamudez o cosas que no pueden solucionarse sólo con la terapia fonoaudiológica, si se los deriva. Hay personas que conviven mucho tiempo con la tartamudez y tiene una gran*

*depresión, por ejemplo; si se detecta esa depresión, obviamente no lo puede tratar solamente la fonoaudióloga, y ahí si se deriva al psicólogo.*

**¿La mayoría te mira a los ojos cuando habla o evita el contacto visual?**

*No todos desvían la mirada. Hay un gran porcentaje que al principio trata de evitar la mirada pensando en una conducta muy primitiva que tienen los bebés; por ejemplo, jugando en "no está acá, acá está" tapándose la cara. Es una conducta primitiva, digamos, que supone que, si uno no mira, el resto no los ve.*

**¿Y eso es tratado en la terapia, o se deriva a un psicólogo?**

*Se trata en la terapia, y por lo general con la fonoaudióloga se supera; no se manda por eso al psicólogo. Es más, se les explica y se les da ejemplos de que, si uno desvía la mirada cuando está hablando con alguien, demuestra no tener interés en esa conversación, y lo que ellos piden, lo que toda persona que tartamudea quiere, es que lo espere y que le entiendan; poder entablar una conversación. Por lo general, la persona que escucha es la que tiene apuro, y la persona que tartamudea lo percibe. Por eso trata de apurarse más.*

**¿Qué relación hay entre la meditación y la tartamudez? ¿Está probado que ayuda a la gente?**

*Con respecto a la meditación y la tartamudez, yo no sé si hay estudios que hayan medido la relación entre una cosa y otra. Hay diversidad de, digamos, alternativas y de búsquedas que las personas que tartamudean hacen, y a muchos les benefician distintas cosas. Yo en particular hago meditaciones para mí misma; personalmente hago mindfulness, y me parece que en realidad tiene un beneficio en todo ámbito de tu vida. También lo llevo a la tartamudez, y tiene un efecto de calmar ansiedades, de calmar angustia; estar en el momento presente. Entonces, en ese sentido, la meditación es súper valiosa para trabajar esas emociones y poder empezar a manejar las mejor.*

**¿Qué rol tienen las emociones en la tartamudez?**

*Las emociones tienen un rol importantísimo. De acuerdo a lo que uno siente es lo que uno piensa y cómo actúa en función de ella, y también el circuito es al revés. Por eso se dice también que de acuerdo a lo que uno piensa que va a pasar es lo que hace y se*

*generan emociones también a partir de las conductas que uno tiene. Muchas veces cambiando el pensamiento también cambian las emociones que se sienten. Si uno piensa que es un tonto porque se traba y eso lo angustia, explicando a veces desde lo cognitivo que no tiene nada que ver su desempeño mental, es decir su rendimiento cognitivo, con la manera de hablar, cambia un poco el tema de los sentimientos.*

*Hay que validar la emoción que tengan. Hay que decirles que es normal lo que sienten; es normal que se sientan angustiados, frustrados... el sentimiento que tengan, y validarlo. Y se explica desde lo consciente, lo cognitivo, cómo poder transformar esa emoción a través de poder ir desmenuzando ese sentimiento y por qué piensan eso; que por qué piensan que no pueden hablar o desarrollarse. Y a través de poder validar esas emociones, decir que son normales, poder empezar a cambiarlas y a transformarlas.*

*En realidad, se empieza a trabajar desde lo cognitivo “¿Porque sería un tonto? Podría expresarme entrecortado, pero es muy valioso lo que tengo para decir, entonces, ¿Qué es lo primordial? ¿Que pueda decir todo lo que tengo que decir, o que lo haga perfectamente sin cortarme sin trabarme?”. Cuando uno puede entender que puede comunicarse y puede transmitir lo que quiere decir, empieza a tener menos el sentimiento de angustia.*

## 10. Índice de Figuras

Número de Figura	Descripción	Origen
1	Screenshots de Stamuraí	Stamuraí
2	Estructura de árbol JSON para usuarios - Interpretación en una tabla	Propia
3	Estructura de la API de autenticación de Firebase	Firebase
4	Interpretación en forma de tablas - ¿Cómo se relacionan el árbol JSON de los usuarios y la API de autenticación?	Propia
5	Diagrama de Arquitectura	Propia

6	Diagrama de Gantt	
7	Logos de FonoVR. Icono de la app y logo sin fondo respectivamente.	Propia
8	Diagrama de flujo - Registro	Propia
9	Diagrama de flujo - Login	Propia
10	Diagrama de flujo - Ejercicios de Fluidez	Propia
11	Diagrama de flujo - Meditación	Propia
12	Diagrama de flujo - Revisión de Estado	Propia
13	Screenshot de FonoVR desde el editor de Unity demostrando el funcionamiento del contacto visual	Propia
14	Detectores auxiliares.	Propia
15	Reglas de la base de datos de FonoVR en Firestore	Firestore
16	Cronograma del desarrollo de FonoVR	Propia
17	Roadmap FonoVR para releases a futuro	Propia
18	Tabla comparativa de los planes Spark y Blaze de Firebase respectivamente	Firestore
19	Calculadora de Firestore	Firestore
20	Respuestas de Encuesta - Ayuda	Propia
21	Respuestas de Encuesta - Intuición	Propia
22	Respuestas de Encuesta - Comodidad	Propia
23	Respuestas de Encuesta - Interes	Propia

24	Respuestas de Encuesta - Prioridad	Propia
----	------------------------------------	--------

## 11. Índice de Tablas

Número de Tabla	Descripción	Origen
I	VAN	Propia