

DISEÑO DE UN APLICATIVO DE SOFTWARE LIBRE PARA EL DIAGNÓSTICO
DE LIMITACIONES EN PROCESOS COGNITIVOS RELACIONADOS CON
RETRASOS EN LA ATENCIÓN EN NIÑOS DE 5 A 9 AÑOS

JUAN SEBASTIÁN GÓMEZ ROSAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
MAESTRÍA EN SOFTWARE LIBRE
BUCARAMANGA
2017

JUAN SEBASTIÁN GÓMEZ ROSAS

INFORME DE TESIS

DIRECTORA: MARÍA ELIZABETH MÓNICA CARLIER TORRES, PhD

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
MAESTRÍA EN SOFTWARE LIBRE
BUCARAMANGA
2017

RESUMEN

La presente tesis de grado surge como una respuesta a la necesidad de aplicativos de software libre para el diagnóstico de limitaciones en procesos cognitivos (secuenciación y discriminación) relacionados con la atención auditiva en niños de 5 a 9 años. La examinación de procesos cognitivos se aborda específicamente en atención auditiva por medio de un ejercicio desarrollado a partir de un experimento psicológico clásico. El resultado de este trabajo es la implementación en PEBL de un aplicativo de software libre compuesto de cinco módulos, para examinar la efectividad de un programa el diagnóstico de limitaciones en procesos cognitivos relacionados con retrasos en la atención auditiva. Adicionalmente se presentan recomendaciones y limitaciones de PEBL y contribuciones a la comunidad de software libre.

DEDICATORIA

A mis padres, cuyo apoyo incondicional me brindó el ánimo para emprender esta misión.

A mis amigos, cuya paciencia y perseverancia me brindó el tiempo para llevar a feliz término este proyecto.

A los terapeutas con sus pacientes, niñas y niños, anhelando que encuentren en este trabajo utilidad y beneficio.

A la comunidad de software libre cuya naturaleza hace posible este tipo de desarrollos.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer al equipo docente de la Universidad Autónoma de Bucaramanga en cabeza del Ingeniero Daniel Arenas, a la Ingeniera Claudia Cáceres y al ingeniero Jorge Andrick Parra por su orientación en metodología de investigación, evaluación y aportes a esta tesis.

Al Doctor Mario Rosero por sus valiosos aportes como evaluador en intervención y tratamiento del déficit de atención, los cuales contribuyeron a orientar el resultado final de esta tesis.

Agradezco especialmente a mi directora de tesis, Doctora Mónica Carlier por poner a disposición de este proyecto su experticia y experiencia en el campo de la experimentación psicológica con niños al igual que su conocimiento en el campo de la examinación de procesos cognitivos.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	11
1. MARCO TEÓRICO.....	12
1.1. ESTADO DEL ARTE	12
1.2. LA ATENCIÓN	15
1.3. COMORBILIDAD DEL DÉFICIT DE ATENCIÓN CON OTROS DÉFICITS.....	16
1.4. INTERVENCIÓN DEL DÉFICIT DE ATENCIÓN.....	17
1.5. EXPERIMENTO PSICOLÓGICO.....	18
1.6. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	19
1.7. JUSTIFICACIÓN	19
1.8. OBJETIVO GENERAL.....	21
1.9. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	23
2.1. DESCRIPCIÓN	23
2.2. PROCEDIMIENTO	23
2.3. INSTRUMENTOS.....	24
3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.1. REQUISITOS FUNCIONALES	25
3.1.1. TAREA DE PERCEPCIÓN AUDITIVA PEBL-PA.....	25
3.1.1.1 MÉTODO DE REPETICIÓN PA-REP	25
3.1.1.2 MÉTODO DE IGUAL/DIFERENTE PA-ID.....	26
3.1.2. TAREA DE MEMORIA PEBL-M	27
3.2. REQUISITOS NO FUNCIONALES.....	28
3.3. DIAGRAMACIÓN UML	29
3.3.1. DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	29
3.3.2. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES.....	31
3.3.3. DIAGRAMA DE ESTADOS	31
3.4. ARQUITECTURA DEL SOFTWARE	32
3.5. MANUAL DE USUARIO	34
3.6. MANUAL DE MANTENIMIENTO.....	35
3.7. PRUEBAS	36

3.7.1.	PRUEBAS DE CAJA BLANCA	36
3.7.1.1.	PLAN DE PRUEBAS	36
3.7.1.2.	CASOS DE PRUEBA	37
3.7.2.	PRUEBAS DE CAJA NEGRA.....	39
3.8.	APLICATIVO LIBERADO	39
4.	DISCUSIÓN	42
5.	CONCLUSIONES	43
	BIBLIOGRAFÍA.....	45
	ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplo de salida para la prueba PA-ID.....	27
Tabla 2. Ejemplo de salida para la prueba PA-M.....	28
Tabla 3. Cláusulas de la licencia GNU-GPL.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de casos de uso.....	30
Figura 2. Diagrama de Actividades.....	31
Figura 3. Diagrama de Estados.....	32
Figura 4. Esquema de la arquitectura de un programa en PEBL.....	33
Figura 5. Ejemplo de ilustración contenida en el manual de usuario.....	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Manual de Usuario.....	48
Anexo B. Manual de Mantenimiento.....	59
Anexo C. Revisión de Experimentos en PEBL.....	65

INTRODUCCIÓN

En este proyecto se inició por analizar el entorno y plataforma PEBL en cuanto a sus posibilidades y limitaciones en el diseño y aplicación de experimentos psicológicos. Posteriormente se estudió los aspectos técnicos a nivel de programación, herramientas y plataformas para la elaboración de aplicativos multimedia aplicables en experimentos psicológicos para luego diseñar un programa para el diagnóstico de limitaciones cognitivas en la modalidad auditiva en niños entre 5 y 9 años.

Aprovechando el paradigma desarrollado por Tallal y Piercy en 1973, se diseñó un aplicativo que presenta un ejercicio para examinar procesos cognitivos relacionados con atención auditiva mediante secuenciación y discriminación de pares de tonos. De esta forma se produjo un aplicativo de software libre compuesto de cinco módulos, para examinar la efectividad de un programa el diagnóstico de limitaciones en procesos cognitivos relacionados con retrasos en la atención que funciona en el ambiente de software libre PEBL. Esta plataforma es un referente y una alternativa de libre acceso para la construcción y aplicación de experimentos psicológicos. Por último, se procedió a documentar el aplicativo en cuanto a su funcionamiento y mantenimiento con el fin de incentivar su uso y continuidad.

Este documento Inicia con una introducción a la tesis, partiendo del marco teórico y la definición del problema enfocado en el diagnóstico del déficit de atención por medio de aplicativos de software, enfatizando en la atención, luego presenta los objetivos para luego dar paso al método de investigación utilizado, sus procedimientos y resultados de la investigación en forma de cada uno de los análisis y diseños y manuales documentados, así como el aplicativo desarrollado y publicado como software libre y cierra con las conclusiones y recomendaciones para trabajos futuros.

El proyecto se encuentra adscrito como tesis del programa de Maestría en Software Libre de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, y a su vez está dirigido y avalado por la ingeniera PhD. María Elizabeth Mónica Carlier Torres.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. ESTADO DEL ARTE

El lenguaje de construcción de experimentos psicológicos PEBL es una plataforma de software libre gratuita que permite la construcción, aplicación y distribución de experimentos psicológicos. Fue desarrollada por investigadores del Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos (www.nih.gov) con el fin de brindar una alternativa a plataformas propietarias y colocar al alcance de investigadores, profesionales de la salud, terapeutas y pacientes no sólo la plataforma sino además colecciones de experimentos psicológicos elaborados por una comunidad que trabaja a partir de otros experimentos que han sido verificados y utilizados científicamente y que pueden encontrarse en plataformas de pago. (Mueller & Phipper, 2014).

Otras plataformas de software libre para la creación y aplicación de experimentos presentan características similares. La plataforma Tatool (tatool.com) y la plataforma JSpsych (jspsych.org) permiten generar experimentos y aplicarlos utilizando interfaces web. El sistema PsychoPy (psychopy.org) por su parte permite utilizar la popular plataforma de Python en la creación de los experimentos. Estas plataformas, al igual que PEBL funcionan en variedad de dispositivos, permiten la inclusión de estímulos, la recopilación de información y la presentación de resultados.

A pesar de sus ventajas no cuentan con una trayectoria en su utilización para la investigación, PEBL ha sido utilizado en mayor medida de estudios y cuenta con un mayor número de experimentos creados, aplicados y en funcionamiento en comparación con las demás plataformas de software libre.

Existen actividades ya elaboradas como software comercial que pueden ser utilizadas en la intervención de limitaciones en procesos cognitivos relacionados con

la atención por medio del entrenamiento de la atención y la memoria entre otros aspectos. Estas actividades se basan en experimentos psicológicos sustentados. Son presentadas como juegos de video y se encuentran disponibles en tiendas de Apps. Es posible encontrar aplicativos móviles para Android y iOS enfocados por áreas de memoria, atención, agilidad mental y concentración para un público general como son *Peak*, *Hamaru*, *Neuro Nation* o *Memorado*. Así mismo ciertos sitios web como *KidsPsych* (kidspsych.org) o *FunBrain* (funbrain.com) ofrecen actividades variadas en forma de juegos.

Estas actividades, sin embargo, se han diseñado para el usuario final, el acceso a estas actividades supone el consumo de servicios de pago o suscripciones y la adaptación a las actividades hechas, no se han diseñado para la realización de experimentos pues no recogen información más allá de la que pueda ser legible para el usuario final.

Entre las características de la plataforma PEBL resaltan: la capacidad de proveer estímulos visuales, texto e imagen, así como estímulos auditivos. La capacidad de recolectar respuestas por medio de teclado, mouse, controladores de juegos, puertos TCP/IP, puertos paralelos y micrófonos.

PEBL cuenta además con un lenguaje de programación propio y de alto nivel que permite el desarrollo de experimentos mediante la elaboración de programas sencillos y configuraciones según la prueba a realizar. PEBL se ejecuta en los principales sistemas operativos de escritorio: Windows, Linux y Mac OSX y presenta una interfaz de usuario que facilita la configuración y aplicación de experimentos, así como la recolección de resultados. PEBL ha sido utilizado y citado en investigaciones reiteradamente, contando con respaldo académico como herramienta, plataforma y comunidad. (Piper, Mueller & Talebzadeh, 2015).

Para el diagnóstico del síndrome de déficit de atención por hiperactividad, conocido en inglés como *Attention Deficit and Hyperactivity Disorder*, ADHD, se ha desarrollado experimentos psicológicos en PEBL enfocados en medidas

conductuales de procesos de atención y memoria (Klingberg, et al., 2005.). También en PEBL existe otros tipos de experimentos psicológicos para apoyo en el diagnóstico y tratamiento de otros problemas cognitivos además de atención. Un ejemplo de la variedad de experimentos implementados en la plataforma se puede observar en la tabla 1.

Un ejemplo de un experimento de atención en PEBL es la prueba de variables de atención TOVA, presente en herramientas y plataformas tanto libres como propietarias. (Forbes, 1998). Dicha prueba consiste en presentar un elemento gráfico que cambia de posición para observar tiempos de reacción y medir así la atención del paciente. En PEBL se ha implementado como prueba de vigilancia de atención TOAV, al igual que otros experimentos se tomó el conocimiento científico debidamente acreditado y se evitó así alguna sanción comercial por violación de la marca TOVA.

En cuanto al tratamiento el ADHD se ha tratado con terapias farmacológicas, no-farmacológicas y combinación de ambas. Las plataformas como PEBL juega un papel importante en el tratamiento o intervención no- farmacológica. Generalmente por medio de dichas terapias no- farmacológicas se han propuesto dos enfoques principales: El primero y más tradicional se refiere a estrategias de compensación que parten del entrenamiento al niño y su familia para que se encuentren en capacidad de enfrentar situaciones que el déficit afecta como sucede con el rendimiento escolar, a esto se añade estrategias colectivas en instituciones educativas y espacios formativos. El segundo enfoque promueve el uso de terapias cognitivas computarizadas computarizados para la intervención del déficit a partir del desarrollo de funciones ejecutivas, atención y memoria por medio de actividades que ofrecen recompensas para el paciente que permitan su repetición mediante un ciclo de entrenamiento, práctica y realimentación. (Rapport et al., 2013). A este proceso se denomina entrenamiento de intervención facilitadora y su aplicación en

niños con ADHD ha presentado resultados significativos en el aumento de memoria y atención (Klingberg et al., 2005).

Como se mencionó antes, en PEBL ya existen varios experimentos para diagnósticos y tratar el Déficit de Atención, pero lo que no existe son experimentos de diagnóstico de limitaciones en procesos cognitivos relacionados con retrasos en la atención auditiva en niños de 5 a 9 años. Tratar estos problemas de atención desde edades tempranas será muy beneficioso para prevenir que dichos desórdenes se consoliden en un déficit de atención e hiperactividad. Por lo tanto el propósito de esta tesis es diseñar un experimento psicológico para diagnosticar limitaciones de procesos cognitivos como secuenciación y discriminación auditiva que pueden afectar la atención auditiva. Existen varios programas que permiten ejercitación en la atención visual pero pocos en atención auditiva.

En esta investigación se construirá un programa de intervención cognitiva computarizado para diagnosticar limitaciones en procesos cognitivos relacionados con la atención auditiva en niños de 5 a 9 años que permita investigar la efectividad de este tipo de intervenciones tempranamente, utilizando PEBL como herramienta computarizada de software libre.

1.2. LA ATENCIÓN

La atención es una función cognoscitiva fundamental porque es necesaria para que otros procesos cognitivos superiores se desarrollen eficazmente. La atención depende de la modalidad sensorial, visual o auditiva, del grado de dificultad de la tarea que se relaciona con el número de estímulos atendidos, de su relación con otros procesos cognitivos como memoria de trabajo, o de la capacidad de inhibir variables externas al objeto de atención. La atención es un proceso fundamental

para el aprendizaje a lo largo de la vida y en edades tempranas se ha demostrado su efectividad para la adquisición del lenguaje (Bosseler et al., 2013).

Hay varios tipos de atención como son la atención selectiva, dividida y la sostenida. La atención selectiva es la capacidad de seleccionar de entre varias posibilidades la información relevante que se va a procesar. La atención dividida es el proceso de compartir la atención entre varias tareas u objetos. La atención sostenida es la capacidad de mantener la atención en un objeto o tarea durante un periodo prolongado. La atención inicia su desarrollo desde la infancia. Entre los 6 y 18 meses de edad los niños son capaces de seguir la mirada de otra persona pero no necesariamente dirigir su atención hacia el objeto al que presta atención dicha persona. Al año de edad el niño ya es capaz de hacer esto. Antes de los dos primeros años de vida los estudios sobre la atención se basan en examinar el aspecto selectivo y explorador del entorno. En la edad preescolar se inicia el estudio de aspectos más específicos de la atención selectiva y sostenida (Colmenero et al., 2001).

1.3. COMORBILIDAD DEL DÉFICIT DE ATENCIÓN CON OTROS DÉFICITS

La atención está coordinada con otros procesos cognitivos, como la memoria, el autocontrol, y la capacidad para adaptarse, planear, organizar, en general a las demandas internas y externas. Durante la etapa preescolar de los 2 a los 6 años, la atención está condicionada por aspectos contextuales, como el tipo de tarea o la hora del día, y personales como la percepción que el niño tenga sobre la complejidad de la tarea o sus intereses (Gomes et al., 2000).

Desde los 2 años hasta los 4 años de edad se observa un aumento en la capacidad de mantener la atención, pero es hasta los 4 años de edad que se produce una mejora significativa en la ejecución de tareas de atención (Colmenero et al., 2001). La capacidad para mantener la atención aumenta durante la edad preescolar y sigue

mejorando en la escuela primaria. A los 5 años de edad los niños son capaces de realizar una tarea de atención visual durante 14 minutos, y mejora la habilidad para dirigir la atención a aspectos del entorno que no son relevantes e inhibirlos. Son capaces de cambiar el foco de atención de un aspecto del estímulo a otro con mayor precisión (Ojeda et al., 2002).

El déficit de atención por hiperactividad ocurre comúnmente junto a otros desórdenes de la niñez relacionados con ansiedad, trastorno desafiante oposicionista ODD o desorden de conducta CD. (Chronis et al., 2006). Generalmente se diagnostica después de los 5 años, pero hay evidencias de que los desórdenes de atención empiezan desde la infancia (Wolraich, M. L. Et al., 1996). Antes de los 5 años de edad los problemas de atención se consideran desórdenes de atención y un déficit de atención. Existen pruebas psicológicas para diagnosticar los desórdenes de atención tempranamente, algunas directamente y otras de manera indirecta.

1.4. INTERVENCIÓN DEL DÉFICIT DE ATENCIÓN

Dentro de las pruebas que permiten diagnosticar los desórdenes de atención durante la infancia están la Escala del Desarrollo Infantil Bayley y Battelle, en edad preescolar, Wpssi y en edad escolar WISC, entre otras.

En el tratamiento para niños con déficit de atención por hiperactividad se ha llevado a cabo y se ha sustentado ampliamente el uso de terapias farmacológicas, sin embargo, estas terapias han mostrado tener corta efectividad si no se acompañan de intervenciones psicológicas. Dichas intervenciones psicológicas de deben hacer en distintos ámbitos como familiar, escolar, y social, y considerar diversos aspectos como por ejemplo el tiempo libre, entre otros factores que envuelven el desarrollo del niño y que con la debida gestión pueden colaborar en el tratamiento del déficit.

Estudios aplicados han demostrado la utilidad el uso de terapias basadas en experimentos psicológicos para el diagnóstico y tratamiento del déficit sin el uso de medicación (Chronis et al., 2006).

1.5. EXPERIMENTO PSICOLÓGICO

El experimento psicológico que se implementó fue el propuesto por Tallal y Piercy (1973) para examinar percepción auditiva en niños con problemas específicos del lenguaje. Este experimento utiliza tonos altos y bajos y propone estudiar secuenciación y discriminación de tonos, en particular pares de tonos. Propone dos tipos de ejercicio bajo dos métodos diferentes, uno llamado iguales/diferentes y el otro repetición de tonos. En el primero el niño debe responder si el par de tonos presentados contiene tonos iguales o diferentes. En el segundo existe una tecla para cada tono, el niño debe responder usando las teclas según la secuencia del par de tonos, por ejemplo: alto-alto, o alto-bajo, o bajo-alto, o bajo-bajo. Además el experimento psicológico propone un método a seguir antes de llegar a la prueba o evaluación de la percepción auditiva (discriminación y secuenciación).

El método consiste en:

1. Entrenar al niño para que aprenda a reconocer tonos altos y bajos.
2. Demostración de cómo responder al experimento por parte del terapeuta.
3. Entrenamiento del niño con retroalimentación compuesto por 8 ejercicios.
4. Entrenamiento del niño donde debe cumplir un criterio de 20 respuestas correcta de 24.
5. Prueba o evaluación con 48 pares de tonos.

Discriminar estímulos auditivos presentados rápidamente es una habilidad fundamental en la percepción auditiva. Este es el reto del ejercicio, por tanto, los

ejercicios más importantes del experimento psicológico es el ejercicio de repetición y el igual diferente

En todos los ejercicios de entrenamiento se usa un intervalo tonos dado en milisegundos entre de 428. En la prueba se usan diferentes intervalos, desde muy breves (8 ms) a muy largos (4096 ms). Y los pares de tonos se presentan usando estos intervalos de manera aleatoria. El otro módulo presentado es el de entrenamiento, así como los dos ejercicios de memoria: el memorama de gráficas y el memorama de sonidos. La finalidad de estos es de romper el hielo con el niño en un ambiente de evaluación o aplicación de una prueba que puede generar estrés.

Este experimento constituye el trabajo seminal del varias pruebas para evaluar la percepción auditiva en niños no sólo con tonos sino también con sílabas y a partir de este trabajo se ha producido vasto conocimiento en el área así como software educativo para entrenar a los niños con este tipo de problemas, tal es el caso del programa *Fast Forward* (Scientific Learn) que incorpora módulos para lenguaje, literatura y lectura en una suite de juegos para niños con el fin de mejorar procesos de aprendizaje.

1.6. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Existen muy pocas propuestas computarizadas que permitan diagnosticar limitaciones en procesos cognitivos relacionados con la atención auditiva en niños de 5 a 9 años con el fin de evitar que dicho déficit se consolide en un problema de atención.

1.7. JUSTIFICACIÓN

Se conoce que el Déficit de Atención ocasiona problemas funcionales en los niños que les impide tener un desempeño académico normal y una vida feliz. El déficit se

caracteriza por patrones persistentes de inatención y/o hiperactividad e impulsividad que interfieren con el desarrollo normal del individuo (DSM-5).

Este desorden es uno de los más comunes déficits de la niñez iniciados en la infancia, continuando en la adolescencia hasta la edad adulta (William, Pelham, Wheeler & Chronis, 1998). Los niños y adolescentes con desorden de atención suelen tener serios impedimentos en el ámbito académico y las relaciones con sus padres y hermanos. Este desorden además tiene comorbilidad con otros comportamientos disruptivos, así como déficit y desorden de conducta. Las dificultades para las cuales niños con desorden de atención suelen estar en riesgo están asociadas con comportamientos antisociales, así como abuso de alcohol y sustancias (William, Pelham, Wheeler & Chronis, 1998).

Generalmente el tratamiento de ADHD se hace con fármacos y terapias cognitivas conductuales, pero se conoce que el tratamiento con fármacos tiene efectos secundarios y además no es de largo plazo. Por lo cual evitar la consolidación del déficit ADHD es la mejor opción. (Chronis et al., 2006).

Evitar que se consolide un déficit de atención e hiperactividad en niños en riesgo de padecerlo, es decir niños con retrasos en procesos cognitivos relacionados con retrasos en la atención diagnosticados tempranamente es muy valioso porque contribuye a prevenir mayores problemas en la vida de los niños y a lo largo de la vida.

Hoy en día existen terapias no farmacológicas para tratar el ADHD que parecen ser muy promisorias para el tratamiento de este problema. Nosotros en este estudio queremos diseñar un experimento psicológico como una propuesta de diagnóstico de retrasos en procesos cognitivos relacionados con retrasos en la atención en niños de 5 a 9 años de edad para evitar que se consolide un ADHD.

Estos experimentos psicológicos se han realizado de diversas formas, utilizando juegos o lúdicas, pero también mediante herramientas de software que permiten entre sus ventajas: versatilidad en las actividades desarrolladas sin necesidad de

material físico adicional, eficiencia para el profesional que interviene, capacidad de recopilar información y acceder a la misma (Klingberg et al., 2005).

El aprovechamiento de plataformas de software enfocadas y verificadas en su funcionamiento permite ahondar en la elaboración de experimentos psicológicos enriquecidos en características requeridas en la intervención del déficit. (Piper. et al, 2015).

A lo anterior se suman las bondades del licenciamiento como software libre en la medida que la herramienta desarrollada estará disponible como parte de un repositorio de experimentos psicológicos para el tratamiento del déficit con fines de uso, modificación y distribución. (Kogut. Et al, 2006).

De esta manera la producción de software libre multimedia para experimentos psicológicos supone una oportunidad para que profesionales de la salud evalúen y apliquen nuevos diagnósticos, tratamientos y junto a desarrolladores continúen complementando alternativas para el diagnóstico temprano de retrasos en procesos cognitivos relacionados con retrasos en la atención.

1.8. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un experimento psicológico para el diagnóstico de limitaciones cognitivas como secuenciación y discriminación auditiva que afectan la atención auditiva en niños entre 5 y 9 años usando el lenguaje de programación y ambiente de ejecución de software libre PEBL.

1.9. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el entorno y plataforma PEBL en cuanto a sus posibilidades y limitaciones en el diseño y aplicación de experimentos psicológicos.

- Estudiar los aspectos técnicos a nivel de programación, herramientas y plataformas para la elaboración de aplicativos multimediales aplicables en experimentos psicológicos.
- Diseñar un programa para el diagnóstico de limitaciones cognitivas en la modalidad auditiva en niños entre 5 y 9 años.
- Producir un aplicativo de software libre, para examinar la efectividad de un programa el diagnóstico de limitaciones en procesos cognitivos relacionados con retrasos en la atención que funcione en el ambiente PEBL.
- Documentar el aplicativo en cuanto a su funcionamiento y mantenimiento para incentivar su uso y continuidad.

Este documento presenta el marco teórico con referencia a la plataforma PEBL y los aspectos relacionados con la atención y la memoria como aspectos a intervenir con la propuesta de implementación de un aplicativo de software libre. Seguido a esto presenta el método de investigación utilizado para la concepción del aplicativo, también los resultados obtenidos por medio del mismo y finalmente expone conclusiones y recomendaciones para investigaciones futuras.

2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN

El método utilizado consiste en aprovechar conocimientos y experticia en desarrollo de software multimedial en conjunción con directrices en la construcción de experimentos psicológicos y las ventajas del software libre a nivel de desarrollo y distribución para obtener un marco de trabajo desde diferentes disciplinas con el fin de producir una herramienta de software que constituya un experimento para el diagnóstico de retrasos en procesos cognitivos relacionados con retrasos en la atención en niños de 5 a 9 años. (Mockus, et al., 2002.)

2.2. PROCEDIMIENTO

Para el desarrollo del software en que se basa el experimento psicológico se utilizó la plataforma para el diseño y aplicación de experimentos PEBL. (pebl.org).

Se partió de la exploración del sistema de software libre PEBL en cuanto a su ecosistema, comunidad y plataforma de desarrollo. (Mueller. et al., 2014)

Se evaluó las capacidades de PEBL para permitir la diversificación y enriquecimiento de actividades enfocadas al diagnóstico de retrasos en procesos cognitivos relacionados con retrasos en la atención mediante el diseño e implementación de juegos de atención y memoria para niños entre 5 y 9 años al igual que los lineamientos para elaborar software multimedia que permita la simulación de experimentos psicológicos.

El desarrollo se llevó a cabo utilizando una metodología de desarrollo de software basada en prototipos (Beck et al., 2001), prestando constante atención a la usabilidad desde el área de psicología y enriqueciendo el aplicativo con las observaciones que se generaron.

Luego del desarrollo se procedió a la publicación y liberación del experimento documentado y acompañado de su código fuente en la plataforma de hospedaje de software de código abierto *Github*. (github.com)

Para lograr la comprobación del correcto funcionamiento del aplicativo y utilidad se realizaron pruebas de caja blanca, las cuales permiten validar el comportamiento del software por parte del desarrollador con conocimiento del código y se planteó la futura realización de pruebas de caja negra como parte de ejercicios de diagnóstico del déficit de atención en niños de 5 a 9 años de edad para validar que el programa cumple los requisitos funcionales descritos, esto de acuerdo al ciclo de vida para pruebas de software acompañado de verificaciones realizadas desde la psicología con la documentación respectiva (Klingberg, et al., 2005).

2.3. INSTRUMENTOS.

El diseño de pruebas de software a partir del ciclo de vida requiere de verificación de acuerdo a los comportamientos esperados del aplicativo. Los resultados producidos por el experimento en forma de archivos de salida en texto son un insumo para estas pruebas y para la verificación desde otras disciplinas. Estos resultados determinarán no sólo el correcto funcionamiento sino el producto final del aplicativo luego de la intervención.

Los datos fueron recopilados durante las pruebas del software.

En el capítulo siguiente se presentan los resultados de acuerdo al proceso de desarrollo descrito, comenzando por el análisis de requisitos y documentación de diseño, los manuales de usuario y mantenimiento, así como el aplicativo en sí y las pruebas de caja blanca realizadas al mismo.

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. REQUISITOS FUNCIONALES

En el desarrollo del aplicativo PEBL_PA se tuvieron en cuenta los siguientes requisitos funcionales, basados en el diseño del experimento psicológico para percepción auditiva y memoramas.

3.1.1. TAREA DE PERCEPCIÓN AUDITIVA PEBL-PA

El paradigma de ejercicio de repeticiones con tonos presenta tonos complejos con frecuencias dentro del rango del habla donde el tono1 tiene frecuencia fundamental de 54 Hz y el Tono frecuencia fundamental de 180 Hz y con *rise/fall* tiene de 40 ms⁻¹.

1. Se cuenta con dos paradigmas para los ejercicios de atención auditiva:

- a. Método de Repetición: se examina en el niño el orden el cual los sonidos ocurren.
- b. Método Igual/Diferente: si los dos sonidos presentados fueron iguales o diferentes.

3.1.1.1 MÉTODO DE REPETICIÓN PA-REP

El paradigma consiste en:

1. El intervalo de separación ISI entre tonos es de 428 ms.
2. Se entrena al niño para que reconozca cuál es el Tono1 y oprima flecha a la izquierda y cuál es el Tono 2 y oprima flecha derecha.
3. Deben presentar cuatro reactivos para que el experimentador le muestre al niño cómo hacerlo. Esto en forma de tutorial con cuatro ejemplos para de tonos y dar la posibilidad de que se vea y de que el experimentador lo pueda hacer.

4. Luego se presentan 8 reactivos de entrenamiento con retroalimentación, pero la retroalimentación debe decir correcto o incorrecto y además dar el resultado el sonido del par y las secuencias de flechas que debían ser oprimidas. Manejemos Tono1 y Tono2.
5. Luego vienen los 24 trial sin retroalimentación. Y esto lo debe hacer el sujeto hasta que responda 20 correctos de 24. Entonces el paradigma debe dar la posibilidad al evaluador de que si no cumple el criterio lo vuelva a hacer.
6. Por último, viene la prueba. Esta consiste en 48 trial de secuenciación de dos tonos con diferentes intervalos de separación que son de acuerdo al artículo 8, 15, 30, 60, 150, 305, 947, 1466, 1985, 3023, 3545, 4062 milisegundos presentados en orden aleatorio.

3.1.1.2 MÉTODO DE IGUAL/DIFERENTE PA-ID

El paradigma consiste en:

1. El Intervalo de separación entre tonos es de 428 ms.
2. Se entrena el niño para que reconozca cual es el Tono1 y Tono2.
3. Deben presentar cuatro reactivos para que el experimentador le muestre al niño como hacerlo. Esto podría ser el tutorial con 4 para de tonos. Esto ya no es de reconocimiento de tonos de igual diferente.
4. Luego viene 8 reactivos de entrenamiento con retroalimentación, pero la retroalimentación debe decir correcto o incorrecto y además dar el resultado el sonido del par y las secuencias de flechas que debían ser oprimidas. Manejemos Tono1 y Tono2.
5. Luego vienen los 24 trial sin retroalimentación. Y esto lo debe hacer el sujeto hasta que responda 20 correctos de 24. Entonces el paradigma debe dar la posibilidad al evaluador de que si no cumple el criterio lo vuelva a hacer.

6. Luego viene la prueba. La prueba consiste en 48 trial de secuenciación de dos tonos con diferentes intervalos de separación que son, de acuerdo al artículo, 8, 15, 30, 60, 150, 305, 947, 1466, 1985, 3023, 3545, 4062 milisegundos presentados en orden aleatorio.

En resumen, son 4, 8, 24 y 48 trial para cada ejercicio.

En cuanto al informe del resultado del uso del software por los niños se cuenta con la siguiente información:

Si fueron capaces de alcanzar el criterio de entrenamiento 20 de 24. Tener el número respuestas correctas e incorrectas en todos los casos, reconocimiento o discriminación de tonos, secuenciación de pares de tonos e igual-diferente.

Al final, el resultado de la prueba presenta la información de la siguiente forma:

Tabla 1. Ejemplo de salida para la prueba PA-ID.

Participante	Repetición	Correcto	Tiempo
54	1	Si	215
54	2	No	112

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. TAREA DE MEMORIA PEBL-M

Los ejercicios de memorama, por su parte, se realizan como ejercicio auxiliar al paradigma de atención de la siguiente manera:

Se trata de un memorama clásico en el que se forman parejas iguales. El participante cuenta con intentos y aciertos.

1. El participante debe elegir un elemento utilizando el mouse. Este queda descubierto.
2. Luego debe elegir otro elemento.
3. Si coinciden se suma un acierto y un intento, y se dejan ambos elementos descubiertos.
4. Si no coinciden se dejan descubiertos un momento y sólo se suma un intento. Luego se cubren de nuevo.

Y además el resultado de la prueba presenta la información de la siguiente forma (Tabla 2).

Tabla 2. Ejemplo de salida para la prueba PA-M.

Participante	Intento	Acierto
54	1	Si
54	2	No

Fuente: elaboración propia.

3.2. REQUISITOS NO FUNCIONALES

En el desarrollo del aplicativo PEBL_PA se tuvieron en cuenta los siguientes requisitos no funcionales:

- El aplicativo debe operar bajo la plataforma PEBL dada la validez de esta en cuanto al diseño y ejecución de experimentos psicológicos.
- Debe funcionar en cualquier versión de PEBL actual para cualquier sistema operativo soportado por PEBL.
- El aplicativo debe permitir la integración de gráficos y sonidos.
- El aplicativo debe estar en capacidad de recibir interacciones por teclado y con el mouse.
- El aplicativo debe medir tiempos con precisión.

- El aplicativo debe recopilar información del usuario en cada iteración.
- El aplicativo debe escribir archivos de texto.
- El aplicativo debe ser de uso intuitivo para el experimentador y para el usuario final.
- El aplicativo debe informar al usuario el momento de la terminación de la prueba.
- El software debe contar con manual de usuario y documentación de mantenimiento.

3.3. DIAGRAMACIÓN UML

El estándar para Lenguaje Unificado de Modelado UML presenta dos tipos de diseño complementario: el diseño estructural y el diseño comportamental. Este último resulta útil al momento de diseñar software interactivo (De Lope), puesto que facilita el diseño de las funcionalidades del aplicativo como interacciones con el usuario para el envío de estímulos y la recepción de respuestas.

El presente diseño involucra la siguiente diagramación enfocada en aspectos comportamentales:

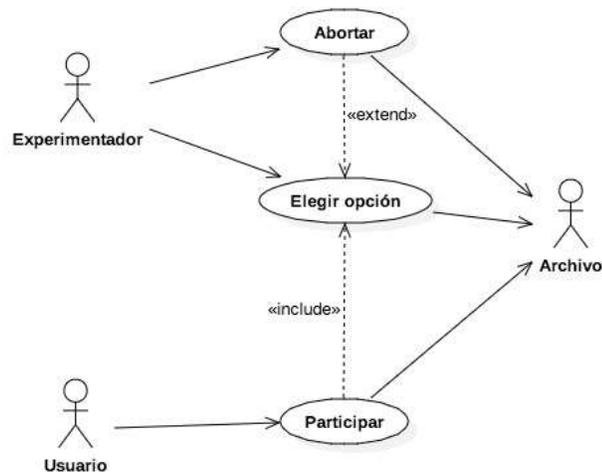
3.3.1. DIAGRAMA DE CASOS DE USO

Este diagrama ilustra las funcionalidades que dan lugar a los resultados producidos en el aplicativo. Se planteó el experimentador como un actor y el sujeto como otro debido a que la interacción de ambos es necesaria para el correcto funcionamiento del aplicativo (Fig. 1).

En este diagrama se evidencian tres actores Por una parte el experimentador quien decide el punto de arranque de acuerdo a las opciones presentadas en el menú y también está en capacidad de abortar la actividad. En segundo lugar tenemos el

usuario que representa al participante de La prueba este únicamente puede participar de la misma mediante el uso de la mecánica de juego establecida en el paradigma. Y por último tenemos el archivo de texto que almacena la información de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba este actor interviene como base de datos por lo que la dirección de interacción en los casos de uso se da hacia y no desde él.

Figura 1. Diagrama de casos de uso.



Fuente: Elaboración propia.

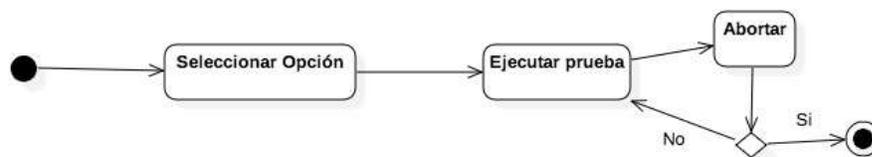
En este diagrama se evidencian tres actores Por una parte el experimentador quien decide el punto de arranque de acuerdo a las opciones presentadas en el menú y también está en capacidad de abortar la actividad. En segundo lugar tenemos el usuario que representa al participante de La prueba este únicamente puede participar de la misma mediante el uso de la mecánica de juego establecida en el paradigma. Y por último tenemos el archivo de texto que almacena la información de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba este actor interviene como base de datos por lo que la dirección de interacción en los casos de uso se da hacia y no desde él.

Cabe Resaltar que no se hace diferencia funcional entre el experimentador y el usuario por lo que el mismo usuario está en capacidad de realizar todas las acciones mencionadas. La razón de esto radica en que este aplicativo está pensado para ser utilizado en acompañamiento del experimentador.

3.3.2. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

Representa el flujo de la información al interior del aplicativo. Permite dimensionar la producción, recolección y recuperación de los datos producidos en el uso de las funcionalidades del aplicativo (Fig. 2).

Figura 2. Diagrama de Actividades.



Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de actividades para este software muestra las tres actividades principales que se pueden realizar de acuerdo a los casos de uso. La ejecución parte de la selección de la opción de arranque por parte del experimentador y a menos que el programa termine es posible abortarlo.

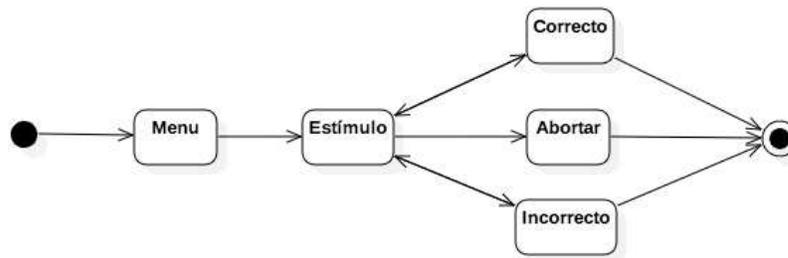
3.3.3. DIAGRAMA DE ESTADOS

Aporta un flujo de estados del aplicativo que permite conocer los momentos que se dan en su ejecución. Para el presente diseño se estableció un flujo de trabajo acorde

con el paradigma del ejercicio con tonos para atención auditiva y con el ejercicio de memoria con memorama (Fig. 3).

Los estados presentados corresponden con las actividades y los casos de uso de este aplicativo. En primer lugar, se cuenta con el menú que presenta las opciones de arranque a ser elegidas por el experimentador. Enseguida se presentan los estímulos de acuerdo a la opción elegida. Y por último se encuentran los estados de interacción del usuario con el aplicativo en los que se puede obtener un estado correcto un estado incorrecto o se puede abortar la ejecución del aplicativo.

Figura 3. Diagrama de Estados.



Fuente: Elaboración Propia.

3.4. ARQUITECTURA DEL SOFTWARE

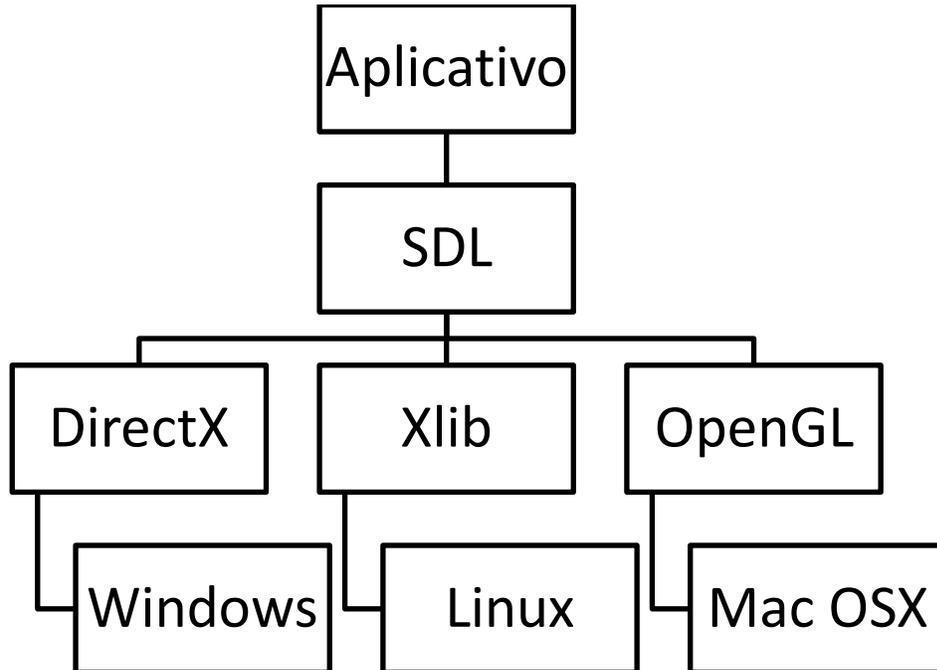
La plataforma PEBL está construida sobre el middleware de software libre conocido como Simple Direct Media Layer, o SDL (libsdl.org). Se trata de una biblioteca de software escrita en lenguaje C bajo la licencia open source Zlib y diseñada para homogenizar y facilitar el desarrollo de software.

En SDL se da soporte a los principales sistemas operativos, incluyendo Windows, Linux, Mac OSX y Android. Utiliza una Interfaz de programación de Aplicaciones (API) que permite acceder a los servicios que provee el sistema operativo huésped:

- Llamadas: Inicialización y apagado.
- Video: Reproducción, importación, aceleración por hardware.

- Entrada: Respuestas por periféricos (teclado, mouse).
- Audio: Reproducción, importación, aceleración por hardware.
- Hilos: Manejo de procesos paralelos.
- Temporizadores: Soporte de temporizadores.
- Archivos: Creación, apertura, escritura y lectura.
- Objetos compartidos: Compartir desde y hacia el aplicativo.
- Plataforma: Detección, información.
- Energía: Estado de carga, información.

Figura 4. Esquema de la arquitectura de un programa en PEBL.



Fuente: Mueller, S.T., Dr. (n.d.). PEBL Wiki. Retrieved October 12, 2017, from <http://pebl.sourceforge.net/wiki/>

En PEBL se aprovecha la biblioteca SDL en cuanto a las capacidades para mostrar imagen, audio y video en pantalla, así como funciones propias de la ejecución como temporizadores y manejo de archivos. PEBL está escrito en lenguaje C para Windows, Mac OSX y Linux. El sistema operativo provee los servicios base

mencionados anteriormente, junto a las bibliotecas gráficas son utilizadas en SDL para brindar los servicios completos al aplicativo (Fig. 4).

3.5. MANUAL DE USUARIO

Este manual está dirigido al usuario final del aplicativo con todos sus módulos, se compone de las siguientes secciones:

- Presentación del software.
- Descarga e instalación.
- Configuración.
- Uso de los ejercicios de Memoria.
- Uso de los ejercicios de Atención.

El manual incluye ejemplos e ilustraciones para ayudar al usuario a lograr el correcto uso y aprovechamiento del aplicativo (Fig. 5).

Figura 5. Ejemplo de ilustración contenida en el manual de usuario.



Fuente: Elaboración propia.

El manual de usuario se anexa al presente documento (Anexo A).

3.6. MANUAL DE MANTENIMIENTO

El manual de mantenimiento parte de las funcionalidades del software y sigue el código en su totalidad documentando las partes del mismo, así:

Caso de evaluación de la variable *i* para reproducción de los tonos en orden correspondiente:

```
if(i==1){
    PlayForeground(sonidoT1)
Wait(duracion)
    Stop(sonidoT1)
    Wait(Sample(intervalo2))
    PlayForeground(sonidoT1)
    Wait(duracion)
    Stop(sonidoT1)
}
```

Variables:

i: contiene el valor presente del arreglo 'estímulos' dentro del ciclo.

sonidoT1: Almacena un archivo de audio soportado.

sonidoT2: Almacena un archivo de audio soportado.

Duración: Entero. Número.

Intervalo2: Flotante. Número.

Funciones:

PlayForeground(media): Void. Reproduce en primer plano un archivo de audio o vídeo almacenado en una variable.

Wait(number): Void. Detiene la ejecución de posteriores funciones en el proceso por un período dado en milisegundos.

Stop(media): Void. Detiene la reproducción de un archivo de audio o vídeo almacenado en una variable

El manual de mantenimiento se anexa al presente documento (Anexo B).

3.7. PRUEBAS

Siguiendo el modelo de ciclo de vida del software (Jacobson, et al.), se planteó probar el aplicativo de la siguiente forma:

3.7.1. PRUEBAS DE CAJA BLANCA

El método de caja blanca se considera como la línea base de pruebas y permite conocer si el aplicativo está funcionando como se espera de acuerdo al diseño.

3.7.1.1. PLAN DE PRUEBAS

- La estrategia a seguir para las pruebas se basó en el seguimiento a los requisitos funcionales de acuerdo al paradigma descrito por Tallal y Piercy.
- Se probó el aplicativo teniendo en cuenta el punto de vista tanto del autor como de la directora de esta tesis, la Doctora Mónica Carlier, quien complementó las pruebas desde su experiencia como experimentadora e intervencionista.
- Lo anterior se realizó de forma iterativa con el fin de refinar cada vez el aplicativo mediante prototipos.
- Finalmente se tomaron las medidas correctivas pertinentes hasta lograr un conjunto de prototipos que simulen y cumplan con los paradigmas.

3.7.1.2. CASOS DE PRUEBA

En el presente proyecto se realizaron pruebas unitarias para cada una de las partes del programa en cada módulo. Estas pruebas se entienden como aquellas en que se verifica cada componente o unidad del aplicativo, en su cumplimiento con los requisitos funcionales y no funcionales.

Para la realización de las pruebas unitarias se definieron los siguientes casos de prueba, por módulo:

Pruebas realizadas para la Tarea de Percepción auditiva: Presentación de estímulos:

- Los estímulos se presentan en orden aleatorio.
- Los estímulos se presentan en parejas de tonos.
- Cada pareja está separada por un intervalo dado por el tiempo de respuesta.
- Cada tono en la pareja está separado por un intervalo.

Captura de resultados:

- Se capturan resultados por medio del teclado con las teclas de dirección.
- Existe un temporizador que inicia al momento de la terminación de la presentación de los estímulos.
- El temporizador termina con la introducción por teclado de la respuesta por parte del usuario.
- Se captura una interacción para el método de iguales/diferentes y dos para el método de repeticiones.
- Se captura un acierto si el usuario coincidió con la característica del par de tonos presentado según el método.

Presentación de resultados:

- Se almacena en variables los siguientes datos para cada iteración: Número del participante, intervalo, tiempo de respuesta, acierto.

- Se escriben los datos en un archivo de texto plano con formato CSV.

Pruebas realizadas para la Tarea de Memoria:

Presentación de estímulos:

- Los estímulos se presentan en forma de matriz de imágenes de referencia.
- El estímulo auditivo o visual se presenta en forma de ilustración al hacer clic con el mouse en cada imagen.
- Al no acertar la pareja permanecen las ilustraciones descubiertas por dos segundos y luego de esto se cubren.
- Al acertar la pareja permanecen las ilustraciones descubiertas.

Captura de resultados:

- Se capturan resultados por medio del mouse.
- Existe un temporizador que inicia al momento de la terminación de la presentación de los estímulos.
- El temporizador termina con la introducción por teclado de la respuesta por parte del usuario.
- Se captura un acierto si el usuario logró formar una pareja.

Presentación de resultados:

- Se almacena en variables los siguientes datos para cada iteración: Número del participante, tiempo de respuesta, acierto.
- Se escriben los datos en un archivo de texto plano con formato CSV.

3.7.2. PRUEBAS DE CAJA NEGRA

Debido al alcance del presente proyecto, en el cual se plantea el desarrollo de una prueba a aplicar posteriormente con niños, las pruebas de caja negra se sugieren con el fin de validar el uso del software por parte del usuario final, en una etapa posterior a su terminación y liberación.

Lo anterior se hace posible gracias a la publicación del software por medio de una licencia libre. De este modo luego de las pruebas unitarias de caja blanca, el software es publicado permitiendo su obtención para posteriormente ser probado en aceptación y otros aspectos por los usuarios finales ya sea por medio de Feedback, o por medio de contribuciones al código (Mockus, et al).

3.8. APLICATIVO LIBERADO

El aplicativo resultado de la presente investigación fue denominado con la sigla PEBL-PA por Percepción Auditiva y Memorama, y en los cinco módulos que lo componen la denominación fue:

- Tarea de Atención Auditiva, método de iguales o diferentes: PA-ID.
- Tarea de Atención Auditiva, método de repeticiones: PA-REP.
- Tarea de Atención Auditiva, discriminación de tonos: PA-DT.
- Tarea de memoria, memorama Auditivo: MA.
- Tarea de memoria, memorama Gráfico: MG.

El aplicativo terminado y documentado fue publicado para descarga con su código fuente en la plataforma Github bajo los términos de la licencia GNU-GPL versión 3 (Stallman). Esta licencia se encuentra dentro de las licencias tradicionales de software libre y es ampliamente aceptada y reconocida, por esta razón se utilizó para licenciar el aplicativo desarrollado, la licencia GNU-GPL versión 3 establece

que no debe haber restricción alguna para el uso del software de acuerdo a las cuatro libertades fundamentales:

1. La libertad de utilizar el software para cualquier propósito.
2. La libertad de cambiarlo y ajustarlo a las necesidades.
3. La libertad de compartir el software original.
4. La libertad de compartir el software modificado.

Para garantizar lo anterior, la licencia se complementa con cláusulas que establecen un contrato con el usuario y a su vez con sus usuarios (Tabla 3).

Tabla 3. Cláusulas de la licencia GNU-GPL.

Permitido	No permitido	Obligaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Uso comercial. • Modificación. • Distribución. • Garantía. • Reclamos de patentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Licenciar una derivación con otra licencia. • Ofrecer devoluciones o indemnizaciones por garantía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incluir el ejecutable original. • Mantener registro de cambios. • Incluir el código fuente. • Distribuir la licencia acompañando el software. • Dar crédito a todos los autores anteriores. • Incluir manual de instalación y uso.

Fuente: The GNU General Public License, version 2. (2016, May 17). Retrieved October 12, 2017, from <https://copyleft.org/guide/comprehensive-gpl-guideap2.html>

Así el poseedor de la licencia restringe la capacidad de quienes elaboren obras derivadas para restringir a otros usuarios y contribuyentes. Lo anterior supone la forma más estricta de licencia de tipo copyleft y a su vez la más aceptada (Kumar).

El aplicativo PEBL-PA, acompañado de su código fuente y documentación, se puede encontrar en este enlace que apunta a un repositorio público de Github:

https://github.com/muddokon/PEBL_PA-M

4. DISCUSIÓN

La plataforma PEBL brinda la posibilidad de que tanto desarrolladores de software como profesionales de las áreas de psicología y afines incursionen en el desarrollo de nuevos experimentos psicológicos, sin embargo, es preciso tener en cuenta limitaciones funcionales del aplicativo PEBL al momento de diseñar el software sobre todo a nivel de integración y compatibilidad con sistemas operativos.

Este aplicativo por el momento solo permite examinar limitaciones en secuenciación y discriminación auditiva que son importantes para examinar atención auditiva, aunque no es un examen exhaustivo de atención.

Es necesario incrementar las actividades de memoria para hacer un diagnóstico certero sobre este proceso cognitivo, las actividades propuestas de memoria se hicieron para romper el hielo con el niño ya que estas actividades les gustan bastantes a los niños.

Dentro de las limitaciones técnicas, el intervalo de 8 ms presentó problemas debido a su corta duración. El sistema no alcanza a cargar el archivo de audio para su reproducción y esto lo vuelve impreciso, siendo a veces inexistente. Por tanto, se estableció el rango de intervalos en 15 a 1499 milisegundos.

5. CONCLUSIONES

El aprovechamiento de una plataforma de software libre diseñada para el desarrollo y ejecución de experimentos psicológicos permitió la exploración de posibilidades y limitaciones en la implementación de experimentos psicológicos en PEBL.

La utilización de una metodología de desarrollo de software ágil basada en prototipos propició la creación de un aplicativo usando una herramienta de software libre: PEBL.

El aplicativo PEBL-PA se encuentra preparado para iniciar una prueba de campo por parte de psicólogos o profesionales afines con niños en edades de 5 a 9 años para verificar que la funcionalidad de la aplicación es la adecuada y proponer en el caso que se necesario.

El aplicativo PEBL-PA, con cinco módulos en percepción auditiva y memoria gráfica y auditiva, fue liberado y publicado en Github junto a su manual de mantenimiento y uso. Puede ser descargado y ejecutado en PEBL bajo la licencia GNU GPL Versión 3.

6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Con el fin de robustecer el aplicativo PEBL-PA y motivar su uso y apropiación, se recomienda la realización de las pruebas de caja negra por medio de pruebas de campo con usuarios finales, es decir, tanto experimentadores como niños en las edades de 5 a 9 años con el fin de validar la aceptación del software tanto para la obtención de resultados en el diagnóstico del déficit de atención en esta población como para la observación del comportamiento y usabilidad del aplicativo por parte de los niños.

Así se sugiere la realización de una fase posterior del presente proyecto en la que se apliquen las pruebas PA-ID, PA-REP, PA-DT, MA y MG en un escenario de diagnóstico del déficit de atención en niños de 5 a 9 años.

Por otra parte, se recomienda el mantenimiento del aplicativo partiendo de la atención a los resultados de las pruebas posteriores en busca de la validación e incorporación de características y funcionalidades que permitan mejorar tanto su usabilidad como la experiencia de los usuarios. Tal es el caso de la adopción de estrategias de procesamiento de información como Small Data, Big Data que permitan contribuir al análisis de la información presentada como resultado de la ejecución del aplicativo PEBL-PA al momento de la aplicación de las pruebas. Este análisis puede, a su vez, facilitar el estudio de procesos de diagnóstico por examinación de procesos cognitivos y en general de cualquier intervención psicológica a partir de información obtenida por medio de aplicación de experimentos psicológicos.

BIBLIOGRAFÍA

Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., ... & Kern, J. (2001). Manifesto for agile software development.

Bosseler, A. N., Taulu, S., Pihko, E., Mäkelä, J. P., Imada, T., Ahonen, A., & Kuhl, P. K. (2013). Theta brain rhythms index perceptual narrowing in infant speech perception.

Chronis, A. M., Jones, H. A., & Raggi, V. L. (2006). Evidence-based psychosocial treatments for children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical psychology review*, 26(4), 486-502.

Colmenero, J. M., Catena, A., & Fuentes, L. J. (2001). Atención visual: Una revisión sobre las redes atencionales del cerebro. *Anales de psicología*, 17(1), 45-67.

De Lope, R. P., & Medina-Medina, N. (2016, September). Using UML to Model Educational Games. In *Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games), 2016 8th International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.

Forbes, G. B. (1998). Clinical Utility of the Test of Variables of Attention (TOVA) in the Diagnosis of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Clinical Psychology*, 54 (4), 461-476.

Gomes, H., Molholm, S., Christodoulou, C., Ritter, W., & Cowan, N. (2000). The development of auditory attention in children. *Frontiers in Bioscience*, 5(1), d108.

Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J., Rumbaugh, J., & Booch, G. (1999). *The unified software development process* (Vol. 1). Reading: Addison-wesley.

Johnstone, S. (2013). Computer Gaming and ADHD: Potential Positive Influences on Behavior [Opinion]. *Technology and Society Magazine, IEEE*,32(1), 20-22.

Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., ... & Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD-a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177-186.

Kogut, B., & Metiu, A. (2001). Open-source software development and distributed innovation. *Oxford Review of Economic Policy*, 17(2), 248-264.ç

Kumar, S. (2006). Enforcing the Gnu GPL. *U. Ill. JL Tech. & Pol'y*, 1.

Lakhani, K. R., & Von Hippel, E. (2003). How open source software works:“free” user-to-user assistance. *Research policy*, 32(6), 923-943.

Lantinga, S. (1998, April 12). Simple DirectMedia Layer. Retrieved July 7, 2017, from www.libsdl.org.

Mockus, A., Fielding, R. T., & Herbsleb, J. D. (2002). Two case studies of open source software development: Apache and Mozilla. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)*, 11(3), 309-346.

Mueller, S. T., & Piper, B. J. (2014). The psychology experiment building language (PEBL) and PEBL test battery. *Journal of neuroscience methods*,222, 250-259.

Ojeda, N., Ortuño, F., López, P., Arbizu, J., Martí-Climent, J., & Cervera-Enguix, S. (2002). Bases neuroanatómicas de la atención mediante PET-15O: el papel de la corteza prefrontal y parietal en los procesos voluntarios. *Rev Neurol*, 35(6), 501-507.

Piper, B., Mueller, S. T., Talebzadeh, S., & Ki, M. J. (2015). Evaluation of the validity of the Psychology Experiment Building Language tests of vigilance, auditory memory, and decision making. *PeerJ PrePrints*, 3, e1637.

Rapport, M. D., Orban, S. A., Kofler, M. J., & Friedman, L. M. (2013). Do programs designed to train working memory, other executive functions, and attention benefit children with ADHD? A meta-analytic review of cognitive, academic, and behavioral outcomes. *Clinical psychology review*, 33(8), 1237-1252.

Scilearn (2016, May 12). Fast Forward Literacy. Retrieved June 20, 2017, from <http://www.scilearn.com/products/fast-forward/literacy-series/literacy>

Tallal, P., & Piercy, M. (1973). Defects of non-verbal auditory perception in children with developmental aphasia. *Nature*, 241(5390), 468-469.

Wolraich, M. L., Hannah, J. N., Pinnock, T. Y., Baumgaertel, A., & Brown, J. (1996). Comparison of diagnostic criteria for attention-deficit hyperactivity disorder in a county-wide sample. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 35(3), 319-324.

ANEXOS

ANEXO A. MANUAL DE USUARIO

PEBL: PA-ID, PA-REP, PA-DT, MA y MG.

Tareas de Percepción Auditiva, Memorama gráfico y Memorama Auditivo.
Manual del Usuario.

Este documento provee una guía para el uso del software PEBL: PA.

Funciones de la Tarea (PA):

La tarea de Percepción Auditiva en PEBL (PEBL-PA):

- Presenta una serie de estímulos aleatorios en forma de pares de tonos audibles.
- Recoge información por medio del teclado.
- Mide el tiempo de respuesta.
- Registra la información recogida en un fichero de separación por comas CSV.

Instalación:

Para instalar el conjunto de tareas PA, proceda de la siguiente forma:

1. Ubique los directorios provistos que contienen la siguiente estructura:

DIRECTORIO	SUBDIRECTORIOS	FICHEROS
PEBL-M	PEBL-MA PEBL-MG	Pbl About.txt
PEBL-PA	PA-DT PA-ID PA-REP	pbl Params/ About.txt

2. Coloque todos los anteriores ficheros en el directorio de experimentos instalado por PEBL en Documentos, este directorio se identifica por tener un nombre similar a "pebl-exp.2.0" y contener la TEST BATTERY en forma de un directorio llamado "battery".
3. Ejecute PEBL. Debería poder observar los directorios junto a la TEST BATTERY de PEBL en la lista de experimentos del mismo:

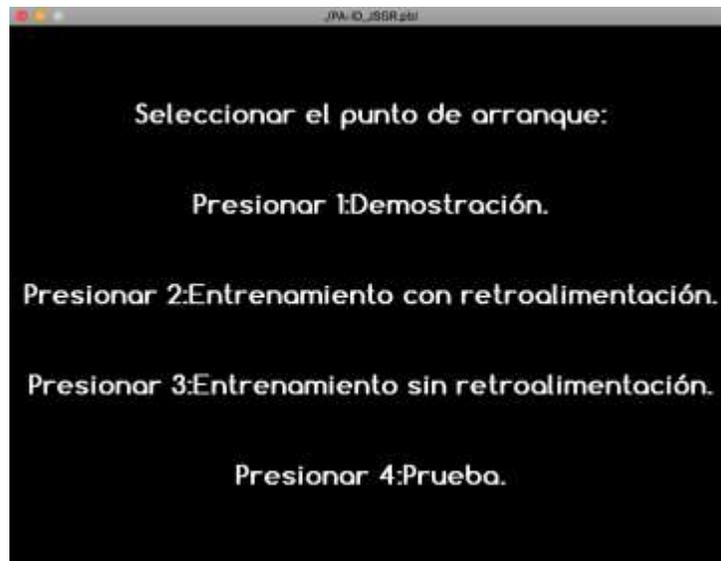


4. Para ejecutar una tarea, ingrese al directorio correspondiente y ubique el fichero con extensión 'pbl', por ejemplo, para ejecutar la tarea PA-DT ubique el fichero 'PA-DT_JSGR.pbl'.

Menú:

El menú de selección de punto de arranque para la tarea de percepción auditiva permite acceder directamente a la etapa ya sea demostración entrenamiento o prueba que se desea aplicar al participante.

Para su utilización basta con seleccionar con el teclado numérico la opción deseada.



Paradigma del experimento:

La tarea PEBL-PA contiene ejercicios bajo los siguientes métodos:

Discriminación de tonos:

En este método son presentados uno a uno tonos altos y bajos con el fin de que el participante se familiarice con ellos. Para esto se debe presionar la tecla flecha hacia arriba si el tono es alto y la tecla flecha hacia abajo si por el contrario el tono es bajo.



Igual- Diferentes:

En este método son presentados pares de tonos y el participante debe discernir si los tonos correspondientes a cada par son iguales o diferentes. se debe presionar la tecla flecha hacia arriba si el par de tonos está conformado por todos iguales y en caso contrario la tecla flecha hacia abajo si el par de tonos está conformado por tonos diferentes.



Repeticiones:

En este método son presentados pares de tonos que el participante debe imitar presionando para cada tono la flecha en dirección correspondiente la izquierda para tonos bajos y la derecha para tonos altos.



Estructura:

La tarea PEBL-PA se divide en los siguientes ejercicios:

Demostración:

En esta primera etapa se realiza una demostración visual por medio de una animación en la que se muestra al participante Cómo interactuar de acuerdo a los tonos que Escucha. Luego de cada animación se debe interactuar imitando el movimiento depresión de las teclas correspondientes.



Entrenamiento con retroalimentación:

Esta segunda etapa permite que haya un entrenamiento en el cual después de cada estímulo el participante debe interactuar presionando las teclas adecuadas para después recibir una retroalimentación por medio de una animación similar a la etapa anterior.



Entrenamiento sin retroalimentación:

En esta etapa se cuenta con un entrenamiento sin la retroalimentación presente en la etapa anterior. se cuentan con repeticiones



Prueba:

Finalmente la prueba cuenta con 48 repeticiones y no presenta ningún tipo de retroalimentación simplemente presenta los estímulos y espera la interacción por parte del participante.

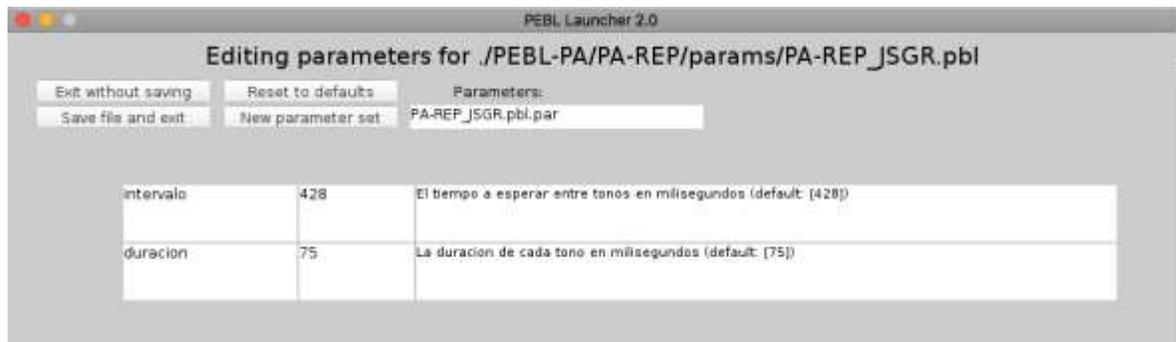


Configuración:

Parámetros:

Los parámetros que permite la prueba de percepción auditiva tanto para el método de repeticiones como para el método de iguales y diferentes son el intervalo y la duración como números enteros dados en unidades de mil y segundos. Para editar estos parámetros dirijase al botón correspondiente en el programa de Puebla y allí despliegue la ventana.

Luego de editar los parámetros seleccione el botón save file and exit.



Cambio de tonos:

Para cambiar los tonos ubique en el directorio correspondiente a la tarea Los ficheros alto y bajo con extensión wav. Estos ficheros pueden ser reemplazados por ficheros con una oración mínima equivalente a la duración estipulada los parámetros y en formato de onda de Microsoft.



Tamaño de Pantalla:

El tamaño de pantalla puede ser ajustado en la ventana del programa de pebl bajo el apartado screen Size. Para la tarea de percepción auditiva en cualquiera de sus métodos se recomienda un tamaño de pantalla de 800 por 600 píxeles.

Participant Code: 56 +

Experimenter: default Language: en

Command line:

Parameters: default

Driver options: opengl

Screen size: 800x600 Vsync

Resultados:

Los resultados se producen en ficheros de texto de separación con comas (csv). Estos ficheros se ubican junto al ejecutable de cada tarea En el mismo directorio. Cada fichero lleva el número del participante Y contiene la siguiente información. Estos ficheros pueden ser ingresados en Excel en spss o en cualquier software de hojas de cálculos o análisis estadístico que soporte este tipo de fichero.

participante	repeticion	intervalo	correcto	tiempo
20	1	428	si	479
20	2	428	si	446
20	3	428	si	491
20	4	428	no	339

Funciones de la Tarea (MA y MG):

La tarea PEBL-M:

1. Presenta una serie de estímulos organizados en una matriz de objetos seleccionables.
2. Permite seleccionar dos objetos.
3. Evalúa si se conforma una pareja.
4. Cuenta los intentos exitosos y fallidos.

Estructura:

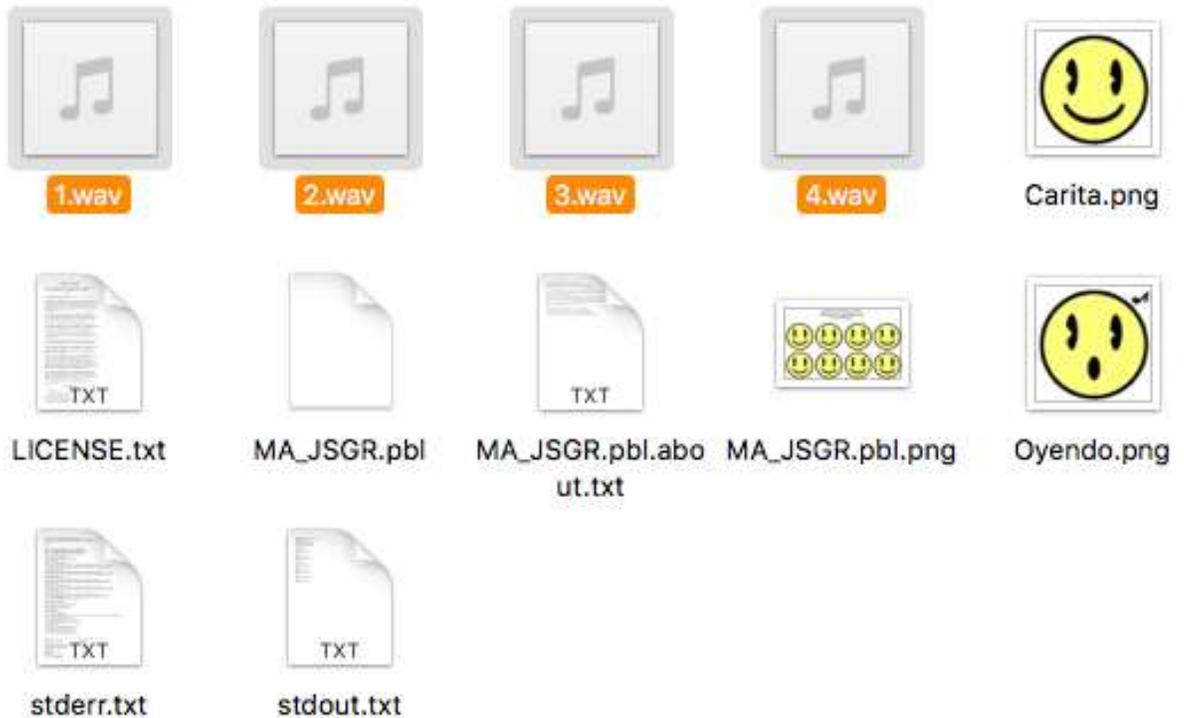
Tarea de Memoria Gráfica:

Tarea de Memoria Auditiva:

Configuración:

Cambio de tonos:

Para cambiar los tonos ubique en el directorio correspondiente a la tarea Los ficheros alto y bajo con extensión wav. Estos ficheros pueden ser reemplazados por ficheros con una oración mínima equivalente a la duración estipulada los parámetros y en formato de onda de Microsoft.



Cambio de imágenes:

Para cambiar los tonos ubique en el directorio correspondiente a la tarea Los ficheros alto y bajo con extensión wav. Estos ficheros pueden ser reemplazados por ficheros con una oración mínima equivalente a la duración estipulada los parámetros y en formato de onda de Microsoft.



Resultados:

Los resultados se producen en ficheros de texto de separación con comas (csv). Estos ficheros se ubican junto al ejecutable de cada tarea En el mismo directorio. Cada fichero lleva el número del participante Y contiene la siguiente información. Estos ficheros pueden ser ingresados en Excel en spss o en cualquier software de hojas de cálculos o análisis estadístico qué soporte este tipo de fichero.

participante	intento	acierto	tiempo
20	1	si	479
20	2	si	446
20	3	si	491
20	4	no	339

ANEXO B. MANUAL DE MANTENIMIENTO

PEBL: PA.

Tareas de Percepción Auditiva, Memorama gráfico y Memorama Auditivo.
Manual de Mantenimiento.

Este documento ilustra los diferentes componentes internos del software PA con el fin de proveer una guía para su mantenimiento bajo el modelo de software libre y según la licencia GPL- V3 bajo la cual fue liberado.

Archivos Fuentes:

Los archivos fuentes están alojados en Github en la siguiente dirección:

https://github.com/muddokon/PEBL_PA-M

Los archivos fuentes son documentos de texto plano con codificación UTF-8 y extensión 'pbl', se recomienda el uso de un editor de texto para código como ATOM o SUBLIME TEXT.

Lenguaje PEBL:

El lenguaje PEBL está basado en C. Sin embargo no es fuertmente tipado y no utiliza apuntadores. Una referencia completa a este lenguaje se encuentra en el manual de PEBL.

pebl.sourceforge.net/peblmanual.pdf

Menús:

Los menús se construyen así:

```
aviso0 <- MakeLabel("Seleccionar el punto de arranque:",fontWhite)
```

```
AddObject(aviso0, ventana)  
Move(aviso0, gVideoWidth/2, 100)
```

La función MakeLabel (string,font) crea una etiqueta de texto sin agregarla a la ventana.

La función AddObject(object>window) agrega cualquier objeto a la ventana.

La función `Move(object,x,y)` ubica el objeto agregado en la ventana según las coordenadas 'x' y 'y'.

Dibujo:

El dibujo de elementos gráficos se realiza de la siguiente manera:

La función `Draw()` refresca los elementos en pantalla, cada llamado produce una actualización de los elementos agregados y eliminados.

```
flecha1 <- MakeImage("up.png")
```

La función `MakeImage(string)` recibe la ruta de una imagen y crea un objeto imagen sin agregarlo a la ventana, es necesario un llamado a la función `AddObject` para agregarlo y a la función `Move` para ubicarlo.

```
RemoveObject(avisos, ventana)
```

La función `RemoveObject(object>window)` elimina un objeto de una ventana.

Sonidos:

Los sonidos se importan creando un objeto con la ruta al archivo de audio en formato WAV-PCM y almacenando el objeto en una variable:

```
sonidoT1 <- LoadSound("bajo.wav")
```

La reproducción de los sonidos se realiza mediante las funciones `PlayForeground` y `PlayBackground`, al terminar la duración del archivo de audio se detiene. De lo contrario es posible detener la reproducción por medio de la función `Stop()`.

```
PlayForeground(sonidoT1)  
Wait(duracion)  
Stop(sonidoT1)
```

Estructura de funcionamiento:

A continuación se describen las mecánicas principales del aplicativo en cuanto a su funcionamiento relacionado con el código en lenguaje PEBL:

Lectura de parámetros:

Los parámetros en PEBL son leídos del fichero de configuración que contiene el esquema. Este fichero tiene extensión pbl.schema y posee la siguiente estructura:

```
duracion|75|La duracion de cada tono en milisegundos
```

Se trata de tres argumentos separados por caracteres tubería (pipe) donde el primero es el nombre, el segundo el valor default y el tercero la descripción.

En el programa, se llama la función `CreateParameters(file,string)`, se almacena en una variable y se le entrega el nombre del fichero de parámetros:

```
#parámetros  
gParams <- CreateParameters(parametros, "parametros.par")
```

Finalmente se almacena en variables separadas cada parámetro descrito para acceder a sus propiedades:

```
#Variables  
duracion <- gParams.duracion  
intervalo <- gParams.intervalo
```

Presentación de estímulos:

En primer lugar se declara un arreglo con posiciones según la cantidad de estímulos y la diferenciación de los mismos. Utilizando la función `shuffle(array)` se recrea el arreglo con posiciones aleatorias para sus elementos.

```
estimulo <- Shuffle([1,2,3,4])
```

Cada estímulo es representado junto a el número de la repetición a una realimentación si hay lugar por medio del color de la Fuente donde el color verde representa una retroalimentación positiva y el color rojo una retroalimentación negativa.

```
SetText(avisos,"Repetición Número: " + c)  
  SetFont(resultado, fontGreen)  
  SetText(resultado," ")  
  Draw()
```

Dependiendo del estímulo seleccionado en la iteración actual se reproducen los sonidos en orden con el intervalo de separación y la duración indicada en los parámetros. Si se estaba dando retroalimentación se agrega objetos gráficos y se remueven al finalizar la iteración como presentación del estímulo.

```
if(i==1){
    SetText(ayuda,"Iguales")
    Draw()
    PlayForeground(sonidoT1)
    Wait(duracion)
    Stop(sonidoT1)
    Wait(intervalo)
    PlayForeground(sonidoT1)
    Wait(duracion)
    Stop(sonidoT1)
    AddObject(mano2,ventana)
    Move(mano2,gVideoWidth/3,alturaManos)
    Draw()
    Wait(1000)
    RemoveObject(mano2,ventana)
    Draw()
}
```

Recepción de respuestas:

Las respuestas son recibidas mediante la función `WaitForListKeyPress(string[])` que recibe un arreglo de texto con los nombres de las teclas deseadas:

```
time1 <- GetTime()
resp <- WaitForListKeyPress(["<up>","<down>","<esc>"])
time2 <- GetTime()
```

Recopilación de datos:

La recopilación de datos Inicia con la creación de un archivo de registro con el nombre deseado según el ejercicio que se está practicando.

seguido a esto se escribe la primera línea con los encabezados de las columnas del archivo de texto con separación por comas.

```
#Crear un archivo de registro para el paciente
```

```
gFileOut <- FileOpenAppend(gSubNum+"_tonos_ID_noret.csv")
FilePrint(gFileOut,"repeticion,intervalo,correcto,tiempo")
```

Para cada iteración se escribe el resultado utilizando las variables de la iteración contador intervalo y la medición temporal como la resta de los dos temporizadores ubicados en el espacio de respuesta.

```
FilePrint(gFileOut,c+", "+intervalo+", si, "+(time2-time1))
```

Si el experimento es abortado se escribe todas las columnas con la palabra abortado para indicar la interrupción del mismo en el archivo de texto con separación por comas.

```
FilePrint(gFileOut,"ABORTADO,ABORTADO,ABORTADO,ABORTADO")
```

Referencia Funciones de PEBL utilizadas en PEBL_PA:

Función	Utilidad
AddObject()	Agrega un objeto gráfico a la ventana como un label.
Draw()	Dibuja. Debe ser ejecutado para refrescar elementos nuevos.
EasyLabel()	Crea una etiqueta fácil con sólo la ubicación.
FileOpenAppend()	Abre o crea un archivo de texto en modo escritura.
FilePrint()	Escribe en el archivo de texto una línea.
GetTime()	Obtiene el tiempo actual de la máquina.
LoadSound()	Carga un sonido.
MakeColor()	Crea un color nuevo.
MakeFont()	Crea una fuente de tipografía para la pantalla.
MakeImage()	Carga una imagen en formato PNG, JPG o BMP.
MakeLabel()	Dibuja un cuadro de texto o etiqueta.
MakeWindow()	Configura una ventana nueva.
Move()	Mueve un objeto gráfico en la ventana.

PlayBackground()	Reproduce un sonido o video en segundo plano.
PlayForeground()	Reproduce un sonido o video en primer plano.
PopupMessageBox()	Dibuja un Popup o ventan flotante dentro de la ventana.
Print()	Imprime un mensaje en texto en la consola de PEBL.
RemoveObject()	Remueve un objeto gráfico de la ventana como un label.
SetFont()	Establece la fuente según tipografía, tamaño y color.
SetText()	Establece el texto en un elemento gráfico.
Shuffle()	Baraja un arreglo de datos.
Start()	Función principal que inicia el programa en PEBL.
Stop()	Detiene la reproducción de sonido o video.
Wait()	Detiene el programa una cantidad de tiempo en milisegundos.
WaitForListKeyPress()	Espera para la entrada de teclado con teclas específicas.

ANEXO C. REVISIÓN DE EXPERIMENTOS EN PEBL

Exp.	Descripción	Objetivo	Público	
PANT	Test de red de atención.	Se compone de tres tareas para medir atención.	Adultos.	http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/ANT Fan, J., McCandliss, B.D., Sommer, T., Raz, M. & Posner, M.I. (2002) Testing the Efficiency and Independence of Attentional Networks. Journal of Cognitive Neuroscience, 14, 340-347.
BCST	Prueba de ordenamiento de cartas. Razonamiento, aprendizaje.	El participante debe clasificar cartas en una pila entre cuatro según formas, cantidades y colores de figuras presentes en las cartas.	No especifica.	http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Berg%27s_Card_Sorting_Test Berg, E. A. (1948). A simple objective technique for measuring flexibility in thinking. J. Gen. Psychol. 39: 15-22. Nelson, H. E. (1976). A modified card sorting test sensitive to frontal lobe defects. Cortex, 12, 313-324.
BP	Test de Brown Peterson. Memoria de corto plazo.	Se presenta una serie de sílabas compuestas de tres letras, el participante debe recordarlas luego de ver una serie de ellas.	Adultos.	http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Brown_Peterson Peterson, L., & Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. Journal of experimental psychology, 58(3), 193-198.
CDT	Test de detección de cambios.	Se presenta un conjunto de objetos en una serie de imágenes similares y el participante debe decir si hubo cambios en cuanto a ubicación, forma, ausencia o color.	No especifica.	http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Change_Detection_task
CT	Test del reloj. Atención visual sostenida.	El participante debe observar el reloj para indicar el momento en que se hace un salto en sus manecillas.	Adultos.	http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Clock_Test Mackworth, N. H. (1948). The breakdown of vigilance during prolonged visual search. Quarterly Journal of Experimental Psychology, vol. 1, pp.6-21. Shackel, B. (1999). How I broke the Mackworth clock test (and what I learned). In Hanson, M., Lovesey, E. J., and Robertson, S. A. Contemporary Ergonomics 1999. Taylor & Francis. (pp. 193-197) Lichstein, K. L., Riedel, B. W., & Richman, S. L. (2000). The Mackworth clock test: A computerized version (statistical data included). The Journal of Psychology.

Exp.	Descripción	Objetivo	Público	
CB	Bloques de Corsi. Ejercicio de memoria de trabajo espacial.	Se presentan unos bloques que se iluminan en orden, el participante debe reproducir el patrón.	Adultos.	http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Corsi_Blocks Kessels, R. P. C., van Zandvoort, M. J. E., Postma, A., Kappelle, L. J., & de Haan, E. H. F. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: Standardization and Normative Data. <i>Applied Neuropsychology</i> , 7(4), 252-258. Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. <i>Dissertation Abstracts International</i> , 34, 819B.
SCT	Conteo de símbolos.	Se presenta una serie de símbolos en pantalla por un tiempo, el participante debe proveer una cantidad de símbolos observados.	Adultos.	http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Symbol_Counter_Task Garavan, H. (1998). Serial attention within working memory. <i>Memory & Cognition</i> , 26, 263-276. Gehring, W. J., Bryck, R. L., Jonides, J., Albin, R. L., & Badre, D. (2003). The mind's eye, looking inward? In search of executive control in internal attention shifting. <i>Psychophysiology</i> , 40, 572 - 585.
nback	Test de N-Back.	El participante debe seleccionar un objeto de una serie si este ha aparecido dos posiciones atrás.	-	No existe documentación en PEBL. Obtenido de http://cognitivefun.net/test/4
Symmetry span	Rango de simetría. Ejercicio para memoria de trabajo visual.	Se muestran tres mallas de 4x4 con patrones en ellas. Luego se muestra un patrón que puede o no ser simétrico en una malla 8x8. El participante debe indicar la simetría.	-	No existe documentación en PEBL. Obtenido de http://www.cognitivetools.uk/cognition/tasks/VisuoSpatial-WM/symmetrySpan/
luckvogel	Test visual multi objeto. Ejercicio para memoria de trabajo visual.	-	-	No existe documentación en PEBL.

Exp.	Descripción	Objetivo	Público	Exp.
TOAV	Test de vigilancia atencional. Ofrece versión auditiva.	Un cuadrado blanco aparece con uno negro dentro de el. Si el cuadrado negro aparece en la parte superior el participante debe reaccionar.	Niños desde los 6 años. Adultos.	http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/TOAV: Test_of_Attentional_Vigilance Forbes, G. B. (1998). Clinical Utility of the Test of Variables of Attention (TOVA) in the Diagnosis of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. <i>Journal of Clinical Psychology</i> , 54 (4), 461-476. Leark, R. A., Greenberg, L. K., Kindschi, C. L., Dupuy, T. R., & Hughes, S. J. (2007). Test of Variables of Attention: Clinical Manual. Los Alamitos: The TOVA Company Greenberg, L. M. , & Waldman, I D. (1993). Developmental normative data on the Test of Variable of Attention (T.O.V.A. tm). <i>Journal of Child Psychology and Psychiatry</i> , 34, 1019-1030.
SC	Spatial Cueing Test. Test del foco de atención.	Se presenta un indicador de derecha o izquierda en el centro de la pantalla. Luego una X es colocada a uno de los lados del indicador, el participante debe indicar el lado correcto.	Adultos.	http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Spatial_Cueing Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. <i>Quarterly Journal of Experimental Psychology</i> , 32, 3-25.
TOL	Juego de la torre de Londres. Test para funciones ejecutivas y memoria.	Se presenta un patrón de pilas de discos de colores. El participante debe reproducir el patrón utilizando otro conjunto de discos apilados en desorden mediante la reubicación de los mismo desapilando y apilando.	Adultos.	http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Tower_of_London Phillips, L. H., Wynn, V., Gilhooly, K. J., Della Sala, S., & Logie, R. H. (1999). The role of memory in the Tower of London task. <i>Memory</i> , 7(2), 209-231.
SRT	Test de tiempo simple de respuesta.	Una X aparece a tiempos aleatorios en la mitad de la pantalla. El participante debe reaccionar en el menor tiempo posible.	Adultos.	http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Simple_Response_Time Seashore, R. H., & Seashore, S. H. (1941). Individual differences in simple auditory reaction times of hands, feet, and jaws. <i>Journal of Experimental Psychology</i> , 9, 346-349.
RAT	Prueba de asociados remotos.	Se presentan tres palabras y se debe adivinar una cuarta relacionada.	Adultos.	http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Remote_Associates_Test Bowden, E.M., & Jung-Beeman, M. (2003). Normative data for 144 compound remote associate problems. <i>Behavioral Research Methods, Instrumentation, and Computers</i> , 35, 634-639.