



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

INCA-DELBOEUF:
APLICACIÓN PARA FACILITAR LA INVESTIGACIÓN DE
LA ILUSIÓN DELBOEUF EN SUJETOS NO VERBALES

INFORME DE MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERIA CIVIL EN INFORMÁTICA

BASTIÁN CRISTOBAL IGNACIO GÓMEZ JARA

PROFESOR GUÍA:
JÉRÉMY BARBAY

CONCEPCIÓN
2024

1. Resumen

El estudio de ilusiones ópticas permite aprender sobre la manera en la que los sujetos, tanto humanos como otras especies, perciben su entorno y los estímulos visuales. La ilusión óptica de Delboeuf, fue identificada en 1865 en humanos. Es una ilusión donde volúmenes iguales son contenidos en contenedores de distinto tamaño y hacen parecer que estos volúmenes son distintos los unos de los otros. Ha sido relativamente poco estudiada en otras especies, donde se presenta solo un estudio en sujetos pertenecientes a la especie de Periquitos comunes. Se cree que una aplicación web altamente configurable reducirá el costo de estos estudios, y que ayudará a la comparación entre estudios de este tipo con otras especies, y otros laboratorios, todo esto sin la necesidad de equipo de experimentación tan especializado. Como solución se desarrolló una aplicación web que permite el estudio de la ilusión de Delboeuf en sujetos previamente entrenados sobre el uso de pantallas táctiles, humanos o de otras especies, mediante el uso de una interfaz interactiva. Se validó parcialmente la usabilidad del software con dos sujetos humanos, y dos sujetos animales no humanos de la especie Cotorras Argentinas mediante el uso de la aplicación en la cual no se observó incomodidad por parte de los sujetos.

Tabla de contenido

1. Resumen	1
2. Introducción	4
2.1. Contexto	4
2.2. Colaboradores	4
3. Objetivos	5
3.1. Objetivo general	5
3.2. Objetivos específicos	5
3.3. Metodología de trabajo	5
4. Marco teórico	7
4.1. Animal-Computer Interaction (ACI)	7
4.2. Ilusión óptica	7
4.3. Ilusión Delboeuf	7
4.4. Soluciones existentes	8
4.4.1. Soluciones relacionadas con la ilusión Delboeuf	8
4.4.2. Soluciones no relacionadas con la ilusión Delboeuf	9
5. Desarrollo	10
5.1. Proyecto base	10
5.2. Arquitectura de la solución	11
5.3. Restricciones	11
5.4. Desarrollo del software	11
5.4.1. Contenedores	12
5.4.2. Variación de tamaños en los contenedores	13
5.4.3. Representación Square	15
5.4.4. Vista de información	16
5.4.5. Tipos de experimentación	17
5.4.6. Configuración de audio	17
5.4.7. Configuración menú principal	18
5.4.8. Cambio de sliders por secciones de texto con botones para incremento o disminución de valores	18
5.4.9. Robustez de la aplicación	19
5.4.10. Cambios en la recolección de datos	20
5.5. Implementación	22
5.5.1. Framework	22
5.5.2. Hosting de la aplicación	23
5.5.3. Base de datos	23
5.6. Indicaciones de uso	23
6. Validación	24
6.1. Protocolos	24
6.2. Ejemplos de datos	24
6.2.1. Datos sujetos humanos	24
6.2.2. Datos sujetos no verbales	26

6.3. Encuesta sobre el software	28
7. Conclusiones	31
7.1. Aprendizajes	32
7.2. Trabajo a futuro	32
7.2.1. Trabajo sobre el software	32
7.2.2. Recolección de datos	33
7.2.3. Software basado en InCA-Delboeuf	33
7.2.4. Funcionamiento sin el archivo .env	34
7.2.5. Cantidad de datos para el análisis preliminar	34
8. Anexo	35
8.1. Formulario protocolo de experimentación en sujetos humanos	35
8.2. Modelo de carta de consentimiento informado	42
8.3. Formulario protocolo de experimentación en sujetos animales no humanos . .	45
8.4. Reporte de Comité de Ética sobre protocolo de experimentación sobre sujetos no humanos	57

2. Introducción

2.1. Contexto

La investigación es esencial para las distintas ciencias, donde se busca validar hipótesis capturando datos que, al analizarse estadística o cualitativamente, pueden verificar o refutar las teorías e hipótesis presentadas. Dentro de estas, existe la investigación sobre fenómenos ópticos, o mejor conocidos como ilusiones ópticas, las cuales engañan el sentido de la vista, no solo en humanos, sino que también en animales como los primates [5], donde similitudes y diferencias en la susceptibilidad de estos a las ilusiones ópticas, llegan a ser un punto de interés para los investigadores.

Una de las ilusiones ópticas que se estudia sobre sujetos animales, es la ilusión Delboeuf [6], ilusión que se genera cuando dos volúmenes están dentro de contenedores de distinto tamaño haciendo que el volumen dentro del contenedor más pequeño se vea más grande de lo que es. Esta ilusión en la cual se observa el volumen que está encerrado en un contenedor más pequeño es más grande dependerá del sujeto que lo experimente; de la cual se ha investigado la susceptibilidad a esta sobre humanos [10] y sobre otros animales como monos [10], caninos [9], peces [7], y aves [11] por nombrar algunos. Normalmente las experimentaciones que se hacen sobre estos sujetos involucran representaciones físicas de la ilusión, mediante comida o mediante imágenes, recompensadas con alimento, la mayoría de ellas presentadas de manera manual por los investigadores. Estos métodos tiende a consumir mucho tiempo, tanto para investigadores como para los sujetos, junto a esto las representaciones que usan como representación de la ilusión un conjunto de comida, éticamente, solo pueden ser echas un par de veces al día como máximo, pensando en el bienestar de los sujetos.

Teniendo todo lo anterior en consideración, un software que permita el descarte de las hipótesis de investigación rápidamente, que facilite y agilice el proceso de experimentación, objetivamente es un buen prospecto como solución a estas problemáticas, y como Ingeniero Civil Informático, puedo decir que es una buena dirección para este proyecto. Un buen ejemplo de esta dirección para el proyecto es el estudio de InCA-WhatIsMore [4], que utiliza software interactivo, para investigar la capacidad de distinción de cantidades discretas y continuas sobre Cotorras Argentinas, y que es una de las inspiraciones para este marco de trabajo. Este trabajo se enfoca en el marco de la ilusión Delboeuf, ya que, se presenta la oportunidad de validar el software junto al trabajo del profesor Jérémy Barbay, profesor guía de este proyecto, sobre esta ilusión en sujetos no verbales animales, específicamente Cotorras Argentinas.

2.2. Colaboradores

Para el análisis estadístico de este proyecto se agradece a Cristobal Sepúlveda Álvarez, egresado de la carrera de Ingeniería Civil Informática de la Universidad de Chile y estudiante de magíster en la misma, que mediante el desarrollo de InCA-Backend para su trabajo de tesis, que aún no es publicado, proporcionó los análisis estadísticos correspondientes a la experimentación necesaria para este proyecto.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

El objetivo de este proyecto es diseñar, implementar y validar una solución que permita facilitar la experimentación, en el marco de la validación de la efectividad de la ilusión DelBoeuf, sobre sujetos verbales y no verbales.

3.2. Objetivos específicos

1. Diseñar un software con una interfaz cómoda tanto para los sujetos de prueba como los experimentadores, y que esta sea intuitiva de usar para ambos.
2. Implementar el software solución sobre un servidor para permitir que cualquier persona interesada en experimentar utilizando la solución propuesta, pueda hacerlo sin necesidad de conocimientos informáticos o posesión del código original.
3. Validar el software mediante distintos sujetos que estén dispuestos a probar la solución de manera voluntaria e informada.
 - **Validación en humanos:** Validar el software sobre sujetos humanos, donde estos estén dispuestos a ayudar de manera voluntaria e informada sobre los objetivos académicos e investigativos del proyecto. La validación está dada siguiendo el protocolo indicado en la Sección 8.1.
 - **Validación en sujetos no verbales (Cotorra Argentina):** Validar el software sobre sujetos no verbales, en específico con Cotorras Argentinas, siguiendo las medidas de ética correspondientes con el trato y experimentación sobre sujetos animales no humanos, y la completa voluntad de los sujetos y su cuidador, informando de los objetivos a este último. La validación está dada siguiendo el protocolo indicado en la Sección 8.3.

3.3. Metodología de trabajo

Este proyecto se realizó teniendo una a dos reuniones semanales grupales, esto para validar constantemente los requerimientos que se iban implementando semanalmente. El proyecto se trabajó en ciclos de una a dos etapas de desarrollo y validación semanalmente. A continuación se detallaran los métodos utilizados para el desarrollo de este proyecto:

- **Reuniones:**

Esta etapa se caracteriza por la recolección y comunicación de los requisitos funcionales y no funcionales del producto, junto a esto también se definieron las restricciones del proyecto. Las reuniones con el cliente no solo se efectuaron al inicio del proyecto, sino que se fueron efectuando reuniones semanales, que al inicio fueron de una reunión por semana donde se le muestra al cliente el trabajo realizado hasta ese punto, recibiendo feedback y opiniones al respecto. Mientras el proyecto se acercaba más a su final y se definían requisitos un poco más complejos, las reuniones pasaron a ser bisemanales en donde se discutirían los avances y se recibía el feedback del cliente.

Esta etapa del flujo de trabajo fue esencial para entender el propósito y objetivo del pro-

ducto, debido a que, durante el proceso de desarrollo se fueron modificando o añadiendo nuevos requisitos direccionados por el feedback y necesidades del cliente.

- **Investigación:**

Para la implementación y el desarrollo de este proyecto, se trabajó sobre un proyecto ya existente, el cual es InCA-WhichHasMore, desarrollado por Cristóbal Sepúlveda, utilizando la biblioteca de SvelteKit InCA-Utils, por lo que para cumplir los objetivos específicos, fue necesario investigar el funcionamiento del software y de la biblioteca, de idear la mejor manera para acercarlas al marco de trabajo de este proyecto, sin cambiar demasiado el software original, ya que, los sujetos ya estaban acostumbrados a interactuar con él.

También se investigó sobre la ilusión óptica Delboeuf, esto para entender qué es y los efectos que tiene sobre otros sujetos, tanto humanos, como animales no verbales. Junto a esto también se estudio sobre la interacciones ACI (Animal-Computer Interactions), debido a que, los sujetos objetivos son parte del conjunto de sujetos animales no verbales.

- **Desarrollo:**

Esta etapa se concentra en el desarrollo de los requerimientos funcionales y no funcionales necesarios para completar el objetivo principal junto con los objetivos específicos. Este trabajo se efectuó cuidadosamente para no infringir las restricciones definidas al inicio del proyecto.

Esta etapa fue efectuada múltiples veces durante el proyecto, debido a que, para este proyecto, la etapa de desarrollo estuvo fuertemente ligada al feedback y comentarios entregados durante las etapas de reuniones, lo cual generó etapas de desarrollo más cortas o más largas dependiendo de los requerimientos y la planeación acordada con el cliente.

- **Validación:**

Esta etapa esta caracterizada por el trabajo de Lorenzo, Tina y su cuidador Jérémy Barbay, que son quienes validan el software, y el cumplimiento de los requerimientos. Junto a esto se nota el trabajo del desarrollador, quien efectuó la validación sobre humanos con la ayuda de dos sujetos voluntarios.

Esta etapa se efectuó en dos partes, cada una utilizando una de las direcciones web específicas. Para la primera validación el profesor Jérémy Barbay valida el software en la dirección web <https://incalab.cl/~bgomez/> la cual es una dirección que contiene la aplicación no oficial, y es donde se valida el correcto funcionamiento de la aplicación junto a la detección de bugs o errores. La segunda etapa de validación se efectúa mediante el trabajo conjunto de Lorenzo, Tina y su cuidador Jérémy Barbay, donde Jérémy Barbay ingresa a la dirección web <https://delboeuf.incalab.cl> que contiene la aplicación en su versión estable y sin errores, luego se sigue el protocolo indicado en la Sección 8.3, ellos validan la aplicación mediante el uso de esta, asegurándose que tenga un buen recibimiento por parte de los sujetos animales no verbales, en sujetos humanos, y que el uso de esta sea intuitiva para ellos.

Se debe mencionar el trabajo de experimentación sobre los sujetos humanos en esta

etapa, donde el desarrollador, tomando el rol exclusivo de investigador, utiliza el protocolo definido en la Sección 8.1, junto a lo propuesto en la carta de consentimiento, que se encuentra en la Sección 8.2, para validar en dos sujetos humanos los puntos anteriormente mencionados para esta segunda etapa de validación, para así validar el buen recibimiento de la aplicación y su uso intuitivo mediante su propio uso.

- **Evaluación:**

En esta etapa se evalúan los datos preliminares obtenidos en la experimentación y mediante el uso de InCA-BackEnd se analizan los datos, entregando tablas, y gráficos que serán útiles para visualizar los resultados. Hay que tener en cuenta que esta evaluación y los datos preliminares obtenidos, no serán utilizados como datos fidedignos para el estudio de la susceptibilidad a la ilusión óptica Delboeuf, debido a que, no se cuenta con los suficientes datos ni un estudio lo suficientemente dedicado para llegar a conclusiones sólidas. Los protocolos utilizados para la investigación se encuentran en el Anexo, en la Sección 8.1 y Sección 8.3, los datos presentados no son más que un estudio de caso preliminar.

4. Marco teórico

La solución implementada en este trabajo se centra en la interacción ACI (Animal-Computer Interaction) y las ilusiones ópticas, específicamente la ilusión Delboeuf, por lo que es necesario dar contexto sobre estos temas. Se dan definiciones descriptivas de los términos y junto a esto, se entregará contexto de antecedentes sobre este tipo de trabajos.

4.1. Animal-Computer Interaction (ACI)

Se refiere como Animal-Computer Interaction o ACI [8] al estudio y/o desarrollo de sistemas computacionales diseñados de manera específica para la interacción con animales. Las interacciones pueden ser la investigación científica, la comunicación o el enriquecimiento, entre otras. Estas interacciones deben ser siempre con el objetivo de facilitar la comunicación e interacción entre humanos y animales, para beneficiar a los animales o entenderlos [2].

4.2. Ilusión óptica

Según lo definido en la página **Definicion.De**, “Una ilusión es una representación o un concepto que surge por un engaño de los sentidos o por la imaginación, careciendo de un sustento real. La idea de óptica u óptico, por su parte, tiene varios significados: entre ellos, aquello vinculado a la visión (la capacidad de percibir con los ojos; es decir, de ver)” [3].

4.3. Ilusión Delboeuf

En 1892, Delboeuf [6] reportó sobre la ocurrencia de la ilusión que lleva su nombre, la cual afecta a la percepción de cantidades, cuando estas están expuestas a una figura circular rodeándolos. La ilusión hace que en el círculo de menor diámetro la cantidad parece ser mayor que la cantidad rodeada por el círculo de mayor diámetro, a pesar de que ambos tengan la misma cantidad. La Figura 1 presenta un ejemplo gráfico de la ilusión.

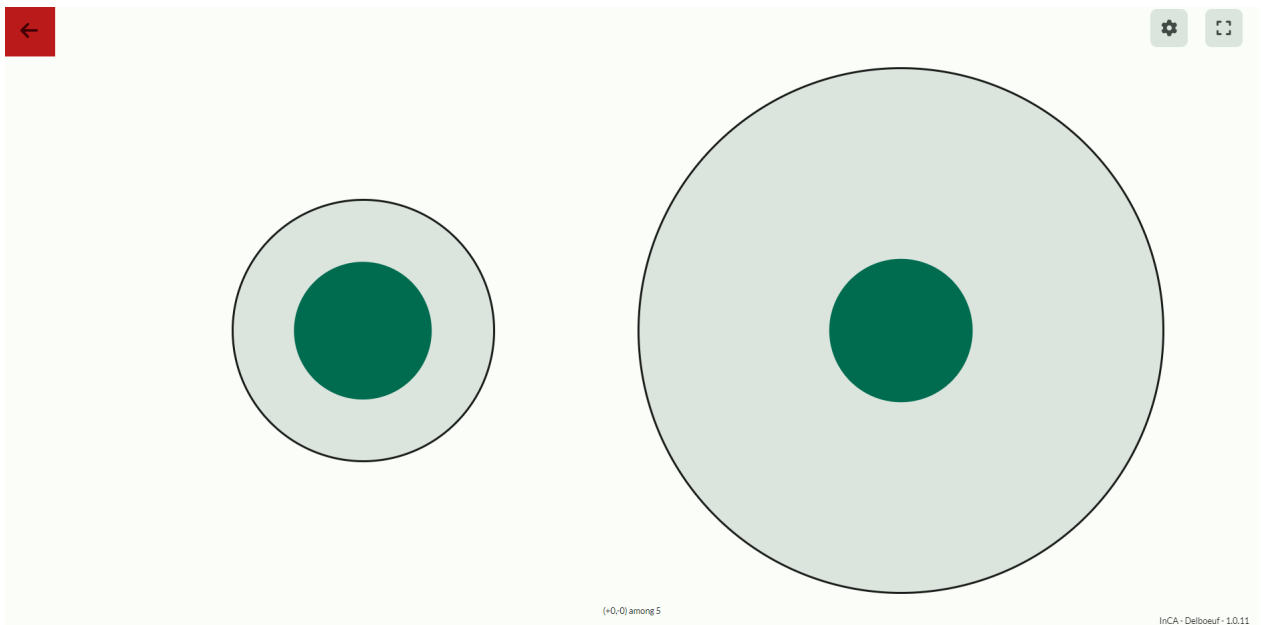


Figura 1: Ejemplo de la ilusión Delboeuf obtenido de <https://delboeuf.incalab.cl> donde se muestran discos de tamaños iguales en contenedores de distinto tamaño. La ilusión ocurre si el disco en el contenedor más pequeño, figura de la izquierda, pareciera ser más grande que el otro, figura de la derecha.

4.4. Soluciones existentes

Las siguientes soluciones tratan de resolver la interacción entre humanos y animales no verbales, en el contexto de la experimentación sobre la susceptibilidad a la ilusión Delboeuf, por lo que se mencionan algunos de los trabajos existente para este contexto específico, y características que son útiles para la solución de este problema sin ser específicas para la ilusión Delboeuf.

4.4.1. Soluciones relacionadas con la ilusión Delboeuf

Primeramente, se verán las soluciones actuales que hay en la experimentación con sujetos animales no verbales, en el contexto del efecto de la ilusión Delboeuf sobre estos. Estas soluciones se ven como un antecedente para la solución propuesta y se usan para el análisis sobre las características ideales para una solución.

1. **Estudio sobre Periquitos comunes. Sota Watanabe, Yuriko Haase y Noriyuki Nakamura, 2016 [11]**

Esta solución consta de la experimentación sobre cuatro sujetos no humanos de la familia de las aves, específicamente para este estudio, sobre Periquitos comunes, donde se expone a los sujetos de prueba a distintas instancias de la ilusión Delboeuf, utilizando contenedores cuadrados y circulares, mediante el uso de una pantalla LCD con un sistema de Touch Screen [11]. Esto marca un antecedente a la experimentación sobre la ilusión Delboeuf sobre los sujetos de la especie Periquito común, marcando de la misma manera una línea base para las soluciones en el mismo contexto.

2. **Estudio sobre perros domésticos.** Maria Elena Miletto Petrazzini, Angelo Bisazza y Christian Agrillo, 2016 [9]

En este estudio, se entrenó a ocho perros domésticos a diferenciar entre la mayor cantidad entre dos representaciones simultáneas, para luego someterlos a dos representaciones simultáneas, pero esta vez utilizando tres tipos de ilusiones ópticas, de las cuales una de ellas es la ilusión Delboeuf [9]. Este estudio, a pesar de no contener software de por medio para la experimentación, da como antecedente el trabajo con sujetos animales no humanos, donde se concluyó que los perros domésticos son afectados de manera inversa por la ilusión Delboeuf en comparación con los humanos.

3. **Estudio sobre peces Guppies.** Tyrone Lucon-Xiccato, Maria Elena Miletto Petrazzini, Christian Agrillo y Angelo Bisazza, 2015 [7]

Para este estudio, se entrenaron veinticuatro sujetos de la especie de peces Guppies de los sexos masculino y femenino divididos igualmente [7]. Este estudio usa la naturaleza de esta especie para la distinción de tamaños a la hora de aparearse, recolectar comida y detectar depredadores. Durante este estudio se utilizaron círculos naranjos rodeados de un borde negro que sirve como contenedor, y dejando que estos se acerquen a la representación que creen mayor. Este estudio, a pesar de no contener software de por medio para la experimentación, da como antecedente el trabajo con sujetos animales no humanos, donde se concluyó que los peces Guppies son afectados de manera inversa por la ilusión Delboeuf en comparación con los humanos.

4.4.2. Soluciones no relacionadas con la ilusión Delboeuf

Las soluciones que se presentarán en seguida son soluciones que proporcionan un contexto al uso de software para la experimentación sobre sujetos animales no verbales.

1. **InCA-WhatIsMore**

Esta solución fue desarrollada por el grupo de trabajo de Jérémy Barbay, Fabián Jaña-Ubal y Cristóbal Sepúlveda-Álvarez [4]. Para esto se creó un software que permite la digitalización de múltiples pruebas para comparar cantidades, mediante pantallas táctiles o periféricos de entrada. Una de las características relevantes de esta solución es que automatiza la obtención de datos y permite la configuración de los experimentos.

2. **InCA-WhichHasMore**

InCA-WhichHasMore es un trabajo desarrollado por Cristóbal Sepúlveda-Álvarez tratando de mejorar en ciertos aspectos la implementación de InCA-WhatIsMore [4]. Entre ellos se mejoró la calidad gráfica, esto mediante el uso de la biblioteca de InCA-Utills, mejorando los contenedores y la configuración de los experimentos. Dentro de las mejoras que se hicieron sobre la solución anterior, también se encuentra la posibilidad de acceder mediante cuentas de Google, para facilitar la administración de los datos a los equipos experimentación.

3. **InCA-Utills**

Esta biblioteca fue desarrollada por Fabián Matías Jaña Ubal, para facilitar el desarrollo de proyectos para InCA-Lab. Esta biblioteca cuenta con objetos en Java,

CSS y HTTP que permiten facilitar el desarrollo de aplicaciones web orientadas a la experimentación.

Alguno de los elementos incluidos en la biblioteca son, por ejemplo, “Protected Buttons”, son botones que pueden ser bloqueados para evitar que el sujeto efectúe acciones no deseadas, “Trainer Buttons”, son botones que tienen que mantenerse presionados para efectuar su evento, y también los “Tile”, que son las representaciones visuales de cantidades que se utilizan para la experimentación. El código fuente de la biblioteca InCA-Utills puede ser encontrado en <https://gitlab.com/shockerqt/inca-utils>

5. Desarrollo

Para entender cómo se lograron los objetivos propuestos, se detallarán el desarrollo del software sobre el proyecto base mediante la explicación de las características añadidas y la razón del desarrollo de esas. Junto a esto se da una pequeña explicación de cuál es el proyecto base para así tener un punto de comparación con el proyecto actual.

5.1. Proyecto base

El proyecto usado como base para este trabajo es el software desarrollado por Cristobal Sepúlveda, **InCA-WhichHasMore**, específicamente la versión pública de la fecha de 17 de Marzo del 2024, el cual cuenta con tres vistas (Menú principal, Vista de configuración y Juego), la principal es la cual contiene los cuatro modos de juegos disponibles (Dice, Rect, Heap y Disc respectivamente en relación a la Figura 2), una vista de configuración y la vista del juego como tal. Este proyecto busca mejorar el software InCA-WhatIsMore para el estudio de la capacidad de discriminación de cantidades discretas y continuas **Measuring discrimination abilities of monk parakeets between discreet and continuous quantities through a digital life enrichment application** [4].

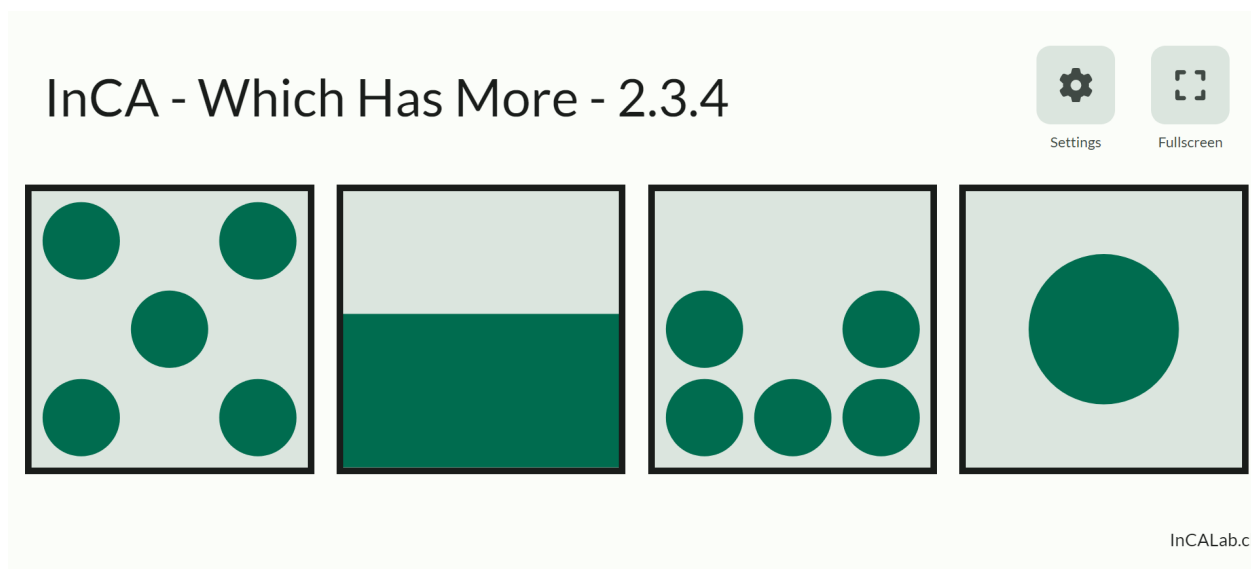


Figura 2: Vista inicial de InCA-WhichHasMore.

5.2. Arquitectura de la solución

Primeramente, para hablar sobre el desarrollo del software se presentará la arquitectura del software que se desarrolló.

Se pudo llegar a la conclusión de que la solución requeriría un arquitectura orientada a eventos (EDA), esto debido a que los componentes responden a los eventos que ocurren en la aplicación, los cuales generan datos que luego serán enviados a la base de datos, junto a esto, esta arquitectura permite la escalabilidad del software, generando así espacio para la modificación de este para la aplicación a otros campos de la experimentación sobre ilusiones ópticas, algo que al cliente le interesaba mucho.

5.3. Restricciones

Dentro del marco del trabajo de este proyecto, es necesario distinguir las restricciones por las cuales el proyecto debe regirse. Dentro de estas se encuentra que el trabajo se debe atener a las reglas del trabajo de experimentación ética, como lo es la libre disposición de participación de los sujetos, por lo que este puede dejar a medias la experimentación en cualquier momento y el software debe ser capaz de cumplir su función independiente de si la experimentación se cumplió en su totalidad o no.

Otra restricción que se debe tener en cuenta para la solución es que la experimentación utilizando este software no está pensada para ser exclusiva con sujetos humanos, sino que también por sujetos animales no humanos no verbales, por lo que hay que tener en cuenta las necesidades de estos a la hora de desarrollar características de navegación y usabilidad.

5.4. Desarrollo del software

Para el desarrollo de este proyecto se siguió la metodología indicada en la Sección 3.3, por lo que se fue desarrollando el software de manera paralela a las reuniones, con validaciones periódicas, de esta manera se fueron trabajando los requerimientos más importantes primero. Esta metodología permitió que, en caso de añadir características nuevas, y no ser satisfactorias, poder así arreglarlas o eliminarlas de manera rápida dentro del plazo, emulando metodologías ágiles de trabajo. Junto a esto se puede encontrar el código fuente de InCA-Delboeuf <https://gitlab.com/bagomezjara/in-ca-del-boeuf>

Durante el transcurso del proyecto se desarrollaron distintas características con el objetivo de cumplir con los objetivos general y específicos de este proyecto, para esto se efectuó un aporte al proyecto base para que se pudiera satisfacer estas necesidades. Dentro de las características desarrolladas para aportar al cumplimiento de los objetivos, se logró integrar contenedores circulares para generar representaciones de la ilusión óptica de Delboeuf más clásicas y se agregó un apartado en la configuración para cambiar entre los contenedores cuadrados y circulares (Sección 5.4.1). Junto esto también se encuentra el desarrollo de contenedores que pueden cambiar de tamaño sin afectar la cantidad que contengan y la configuración de estos valores, junto a lo anterior se modificó la vista de configuración para permitir visualizar los distintos tamaños de los contenedores en cada representación (Sección 5.4.2). Se desarrolló una modalidad nueva, llamada Square para tratar de acercarse a las representaciones de la

ilusión óptica de Delboeuf de otros estudios sobre animales no verbales (Sección 5.4.3).

Para una mejor experiencia del usuario, se desarrolló una pestaña de información que contiene información sobre el proyecto, menciones y instructivo de uso (Sección 5.4.4), se agregó la posibilidad de escoger el porcentaje de aparición de representaciones de Control, y Experimentales durante la experimentación (Sección 5.4.5), se agregó una configuración para el sintetizador de voz de la aplicación (Sección 5.4.6), se añadió una sección de configuración para el menú principal (Sección 5.4.7). Junto a esto se mejoró la personalización de las configuraciones de la aplicación, permitiendo cambiar sliders por botones para mejorar precisión de la configuración (Sección 5.4.8).

Finalmente, se comprobó y ajusto los elementos de la aplicación para que funcionaran correctamente en distintas plataformas como lo son Google, FireFox y Opera (Sección 5.4.9), y se hicieron cambios en la recolección de datos, para que se reflejaran los nuevos datos agregados durante el desarrollo del proyecto (Sección 5.4.10).

5.4.1. Contenedores

En el ámbito del desarrollo del software que se hizo durante el trabajo, una de las primeras características desarrolladas fue la integración de contenedores circulares al proyecto base como se puede ver en la Figura 3, junto con un selector en la vista de configuración para cambiar entre los contenedores cuadrados y circulares, como se puede observar en la Figura 5. Este hito tuvo como desafíos la integración de estos contenedores de manera que estos se incorporaran a la estética del proyecto y que reaccionaran como los contenedores cuadrados que ya estaban integrados en el proyecto base, para solucionar esto se crearon contenedores separados de los contenedores de la biblioteca de InCA-Utills, para luego integrar los valores de los estilos seleccionados, finalmente para permitir el cambio entre contenedores cuadrados y circulares se agregó a la vista de configuración un botón que permite la selección exclusiva de una de estas formas.

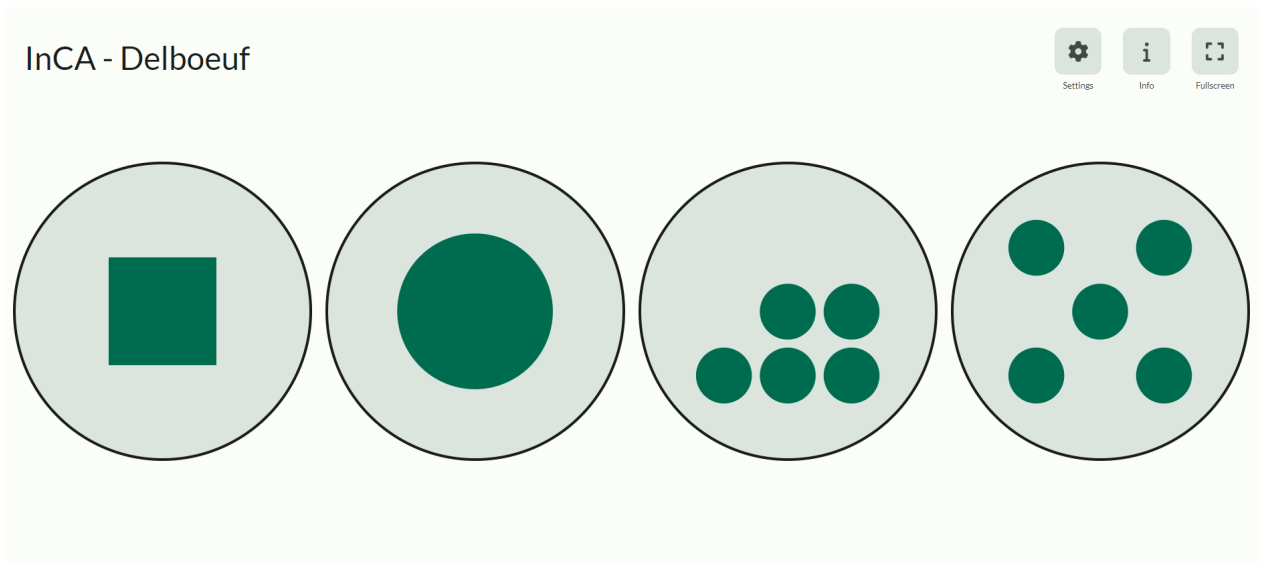


Figura 3: Vista inicial de InCA-Delboeuf donde se muestran los cuatro representaciones existentes en la aplicación.

5.4.2. Variación de tamaños en los contenedores

Se implementó la posibilidad de que tanto los contenedores cuadrados como circulares tuviesen distintos tamaños a la hora de la experimentación como se puede ver en la Figura 4, para esto se creó en la vista de configuración un selector de conjunto de valores que permite la selección de mínimo dos valores, dentro del arreglo completo de posibles valores, donde estos valores seleccionados afectan los posibles tamaños de los contenedores a la hora de la experimentación. El desafío enfrentado para el desarrollo de esta característica fue el calzar los contenedores en sus posibles tamaños al espacio limitado de la pantalla sin que estos se cortaran o salieran del marco fijo, esto se solucionó mediante el ajuste de la partición del espacio máximo que pudiesen utilizar los contenedores en la vista de experimentación, reservando el tamaño del contenedor de mayor tamaño como el espacio que pudiesen ocupar cada representación.

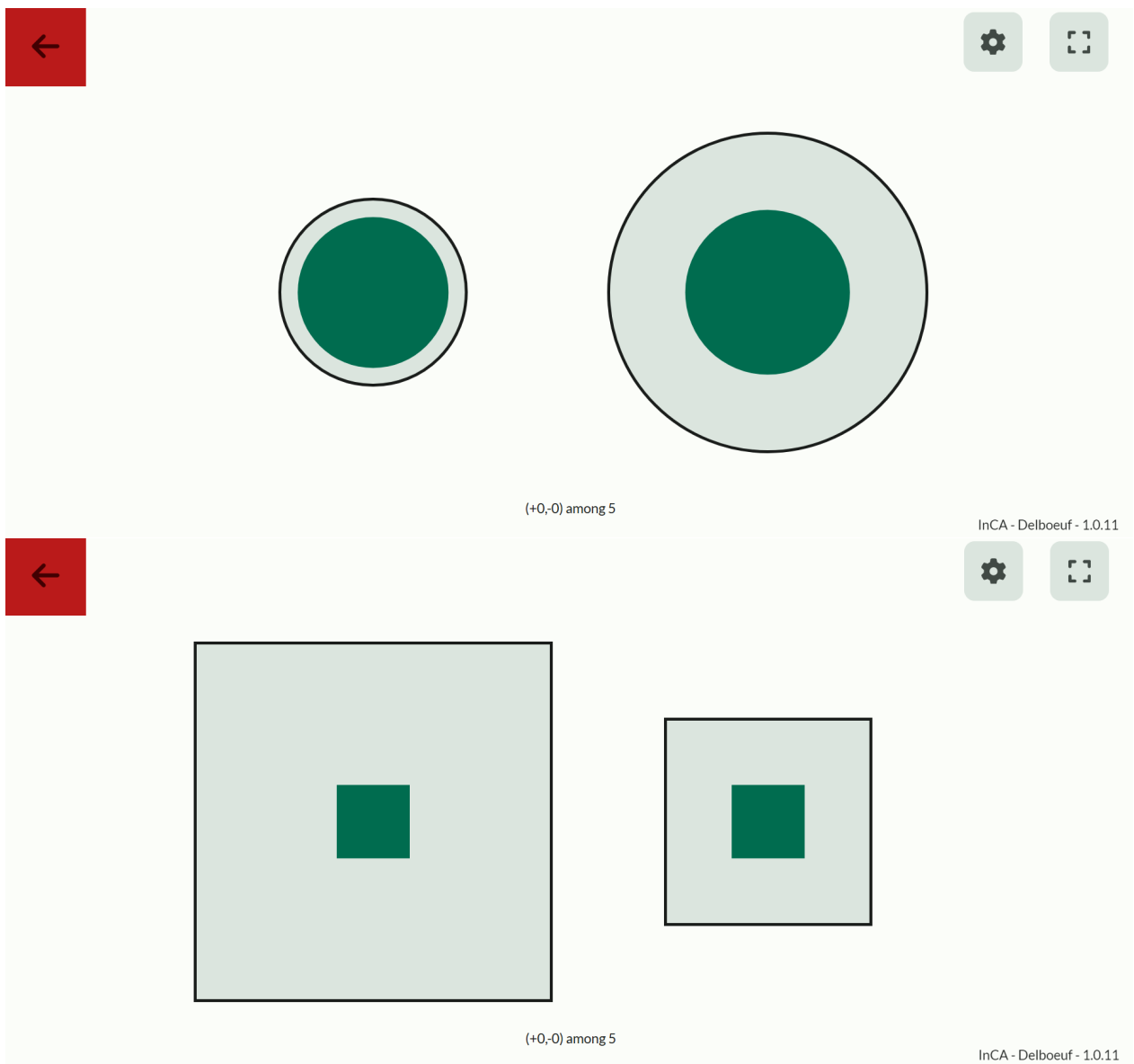


Figura 4: Vista de contenedores de InCA-Delboeuf que muestran una representación Experimental, donde los tamaños de los contenedores son distintos, pero el tamaño de los discos son iguales, esta representación permite observar si es que el sujeto se ve afectado o no por la ilusión Delboeuf.

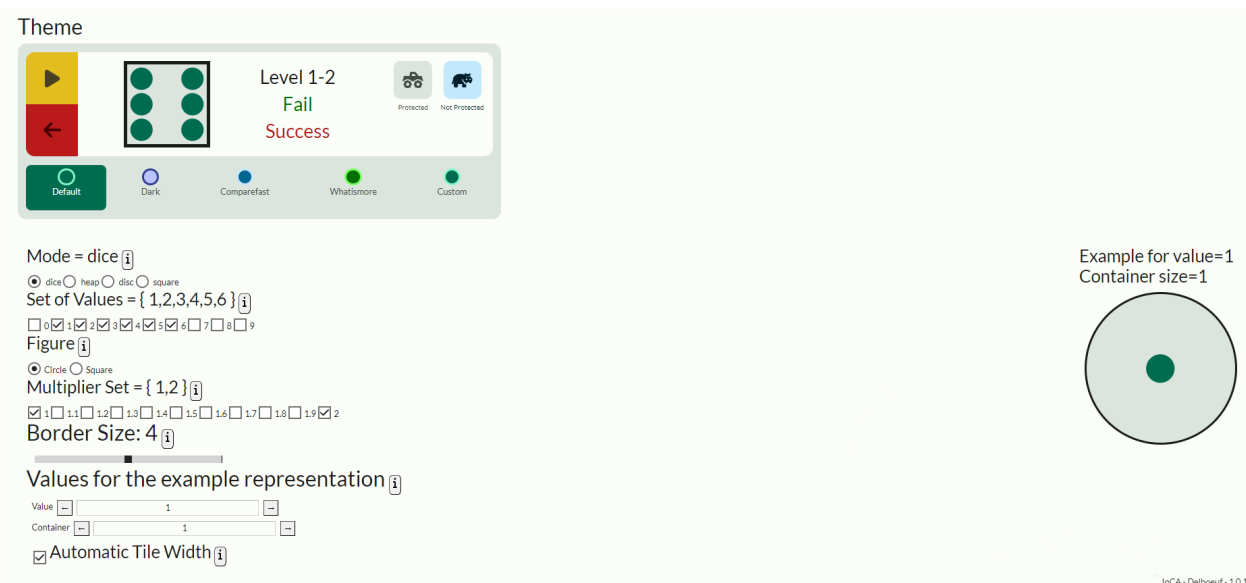


Figura 5: Vista de configuración de InCA-Delboeuf para la configuración de los valores visuales para la experimentación. Notar el apartado “Figure” el cual permite cambiar entre los contenedores circulares y cuadrados.

5.4.3. Representación Square

El desarrollo de la representación Square, la cual es similar a la representación Disc que consta de un disco que varía en tamaño, fue desarrollado con el objetivo de acercarse al estudio hecho sobre Periquitos comunes [11] donde el contenedor contiene un cuadrado que varía de tamaño dentro del contenedor como se puede observar en la Figura 6. Los desafíos que se encontraron a la hora de desarrollar esta nueva representación fueron los de integrar esta representación a los contenedores, debido a que, esta nueva representación no fue solo añadir un cuadrado dentro de los contenedores, sino que también, este cuadrado debe ser responsivo y crecer acorde a los valores seleccionados sin moverse del centro, y sin salirse de los límites del contenedor.

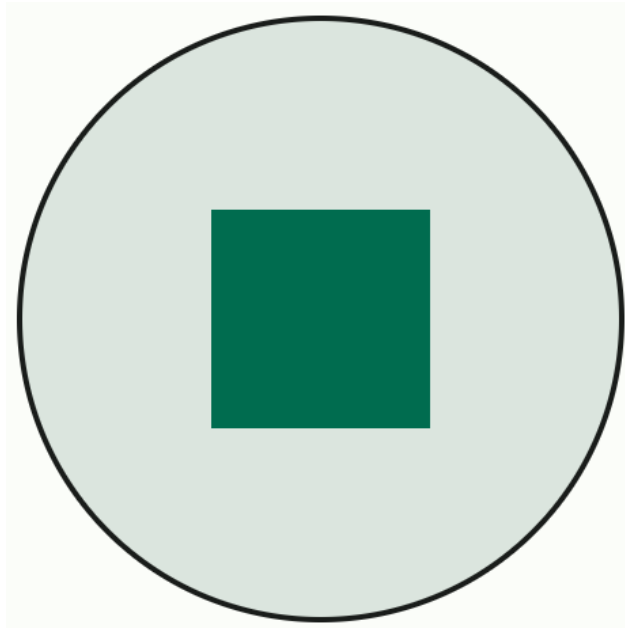


Figura 6: Representación Square, la cual fue desarrollada durante el proceso de este proyecto y no se encuentra en el proyecto base.

5.4.4. Vista de información

Para este proyecto se desarrolló la incorporación de una vista de información sobre el proyecto, donde se encuentra información sobre el objetivo de la aplicación, junto con instrucciones de uso, menciones al desarrollador y cooperadores. Esta vista se puede observar en la Figura 7.

←

About InCA-Delboeuf

InCA-Delboeuf is a touch-based life enrichment application focused on other animals than humans (OATHs), as well as a research tool for assessing susceptibility against optical illusions in the context of Animal-Computer Interaction (ACI). It focuses on assessing the susceptibility to the Delboeuf optical illusion using different representations of values with different containers around them. Depending on which representation is selected the values and container sizes are evaluated and analyzed. The susceptibility against the Delboeuf optical illusion is measured based on the continuous selection of the value in the smaller container. The application presents several representations of values that can be Control representations, change of values but use the same container size, Experimental representations, change of container size but use the same values, and Free representations, which can be a change of container size and of value, the appearance of this representations are configured in the Settings page.

How to use it?

1. This is optional, but you can enter through your Google account via the Google Login, so the collected data can be associated to your Google account.
2. Select the name of the Instructor and the Subject for the experimentation.
3. The Instructor configures the game parameters on the Settings page. This includes the set of values that can appear, the set of containers sizes, color, number of representations, etc.
4. The Instructor presents the device to the Subject.
5. The Subject select one of the available game modes.
6. The Instructor rewards Subject if appropriate.
7. The results logs can be downloaded at the Settings page in JSON or CSV format.
8. The results logs can be analyzed at the Researcher page.

Information about configurations

If you need explanation of what some configurations do, please press the **i** next to the title of the configuration you want to know about to get more information

Information about the "correct" choice

The app is set to take as "correct" the selection of the greater value among the representations this is independent from the size of the container, this choice has made for the sake of the Control and Free representations

Related pages

- Find the open-source code [here](#).
- Find other InCA apps [here](#).

Problems with the app

If you have problems with the visualization of the representations when you first enter to the application, you can press [here](#) to set the application to it's default values most likely solving the problem. If not, please contact the developer.

Acknowledgments

- Bastián Gómez Jara, DNIC CS Engineering student and developer of this app.
- Jérémy Barbay from InCA Labs.
- Crisobal Sepúlveda Álvarez, who provided the base code for this project InCA-Which-Has-More
- Fabián Jafa, who provided the InCA-Utils library for in common elements in InCA apps.

InCA - Delboeuf - 1.0.11

Figura 7: Vista de información de InCA-Delboeuf desarrollada en este proyecto con el objetivo de clarificar dudas sobre el objetivo de la aplicación y el funcionamiento de esta.

5.4.5. Tipos de experimentación

Para el desarrollo enfocado en el objetivo, se incorporó la configuración de los tipos de experimentación que pueden aparecer durante una sesión de experimentación, como se puede ver en la Figura 8, esto se refiere a si las representaciones en pantalla al iniciar la experimentación son del tipo Control, Experimental o Libre; la experimentación Control es aquella que mantiene el mismo tamaño de contenedores, pero cambia el valor de la representación, mientras que la experimentación Experimental mantiene los valores de la representación, pero cambia los tamaños de los contenedores, y finalmente la experimentación Libre es aquella donde tanto el valor como el tamaño del contenedor pueden cambiar. Este hito ayuda a la validación de la susceptibilidad a la ilusión óptica de Delboeuf, debido a que, permite analizar en que experimentaciones ocurren estos “fallo” que indican una susceptibilidad a la ilusión. El principal desafío a la hora de efectuar este hito fue la programación de la lógica que permite la aparición de estos experimentos característicos dentro de la configuración manteniendo un orden aleatorio en la aparición de estos, para evitar que los sujetos se acostumbren a ciertos patrones.

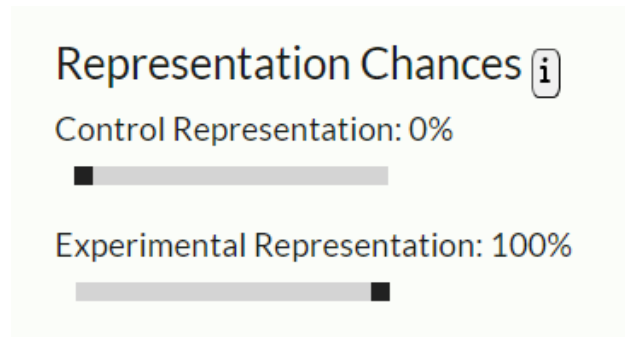


Figura 8: Sección de configuración de porcentaje de representaciones de control y experimentales en la pestaña de configuración de InCA-Delboeuf.

5.4.6. Configuración de audio

Junto con el feedback del cliente se desarrollaron algunos cambios a la aplicación, principalmente a la configuración de esta, como lo fue la inclusión de la configuración del sintetizador de voz, como se puede observar en la Figura 9, para los sonidos de correctitud, incorrectitud, aprobado, fallido, etc; esto para facilitar la experimentación paralela de múltiples sujetos en una misma área, donde el principal desafío fue la investigación sobre el funcionamiento de los sintetizadores nativos de los navegadores.

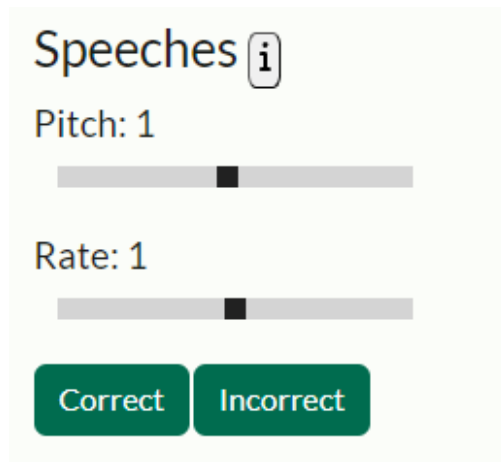


Figura 9: Sección para la configuración de los sintetizadores de voces en InCA-Delboeuf.

5.4.7. Configuración menú principal

Mediante el feedback obtenido durante las reuniones, se desarrolló la configuración particular sobre la vista principal, que permitiera aleatorizar o fijar, los valores y posiciones de las representación a la hora de seleccionar la modalidad de experimentación. Esta característica se puede observar en la Figura 10.

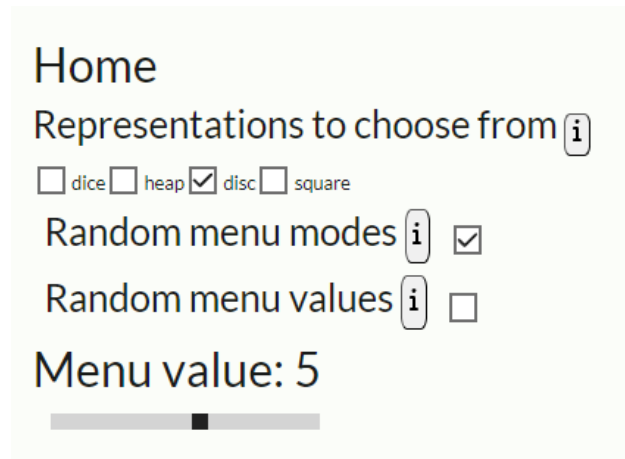


Figura 10: Configuración sobre valores y representaciones mostradas en el menú principal de InCA-Delboeuf.

5.4.8. Cambio de sliders por secciones de texto con botones para incremento o disminución de valores

Mediante el feedback obtenido en reuniones se decidió aplicar un cambio de los sliders existentes en ciertas configuraciones por secciones de texto con botones que permiten que algunas configuraciones no salgan de un intervalo de valores posibles, como por ejemplo que el porcentaje de aprobación excelente debe ser mayor o igual que el porcentaje de aprobación normal, entre otros. Esta característica se puede observar en la Figura 11.

Autoredirect to home after finish
Time to redirect: 0 seconds ⓘ
[-] [0] [-]

Games features
Game Length: 5 ⓘ
[-] [5] [-]

Game Threshold for Excellent: 0.9 ⓘ
[-] [0.9] [-]

Game Threshold for Pass: 0.5 ⓘ
[-] [0.5] [-]

Figura 11: TextFields para configuraciones sobre la duración de las ronda de ejercicios y su porcentaje de éxito para considerarse un éxito pasable o uno excelente.

5.4.9. Robustez de la aplicación

Para cumplir los objetivos de este proyecto la aplicación debe ser robusta y debe funcionar de manera correcta en dispositivos móviles. Para esto el desarrollo que se efectuó durante el proyecto siempre tuvo en mente que también debía funcionar en estos dispositivos, por lo que durante las validaciones del trabajo, el software era validado en dispositivos Android en navegadores Firefox, Google Chrome y Opera, y también en computadores utilizando los mismos navegadores. Durante este proyecto la característica que se vio afectada por esta necesidad de funcionar en múltiples entornos fue el desarrollo de los contenedores circulares los cuales, en primera instancia, no podían ser visualizados en específicamente FireFox, o en caso de que aparecieran no contaban con bordes, esto generó que se optara por otro acercamientos a los contenedores en base a clases de CSS, lo cual tuvo un resultado positivo, funcionando tanto en FireFox como en Google Chrome y Opera.

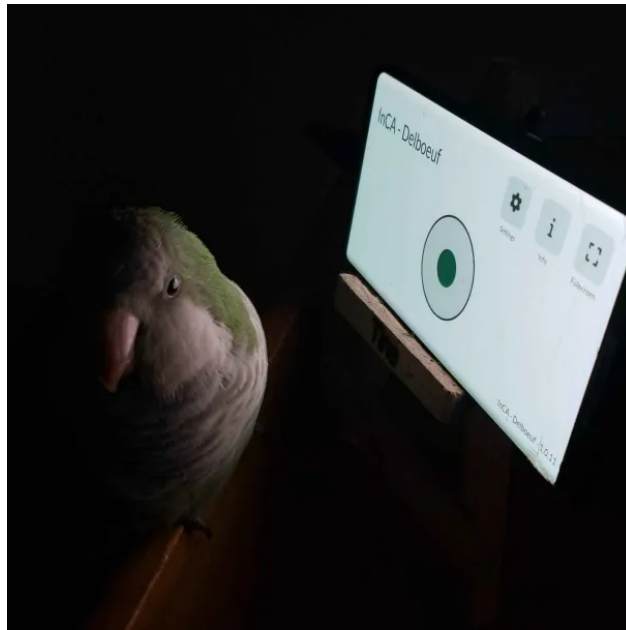


Figura 12: Sujeto Lorenzo frente a la aplicación InCA-Delboeuf en un dispositivo móvil.



Figura 13: Sujeto Lorenzo utilizando la aplicación InCA-Delboeuf en un dispositivo móvil.

5.4.10. Cambios en la recolección de datos

Se efectuaron cambios en los datos que se recolectaban durante la experimentación con el software. Esto fue efectuado en paralelo al desarrollo del software, y fue evolucionando en conjunto al progreso del mismo con el objetivo de entregar datos útiles a los experimentadores a la hora de revisar los datos experimentales, esto debido a que la necesidad de datos de cada estudio puede ser distinto de otros. Se añadió una recolección de datos sobre las representaciones escogidas en el menú principal, pudiendo ser de ayuda en el caso de existir un sesgo hacia alguna representación o simplemente un preferencia hacia una posición,

la adición de los tamaños de los contenedores y los datos sobre si la representación era de Control, Experimental o Libre.

Para la recolección de datos no se cambio el sesgo de lo que se considera como correcto, por lo que en la base de datos se marca correcto solo al escoger el mayor valor, debido a esto, al analizar si los sujetos escogen o no el menor valor del contenedor, InCA-BackEnd será solo de utilidad para visualizar de manera más limpia los datos. El problema que esto conlleva para agilizar el análisis de los datos se describe más adelante en la Sección 7.2.2. Para esta problemática se desarrolló un nuevo dato para el log, que permite detectar cuando el sujeto escoge el contenedor más pequeño en las representaciones experimentales, pero esto está parcialmente implementado, puesto que, para hacer cambios sobre lo que se envía a la base de datos, es necesario contactar con el encargado de la base de datos y el desarrollador de InCA-BackEnd, por lo que en la actualidad lo necesario para que este dato sea implementado en la estructura de datos enviada a la base de datos, se encuentra dentro del código de forma comentada. El trabajo a futuro relacionado a este nuevo valor para la recolección de datos se tratará en la Sección 7.2.2. Se puede observar la estructura de los datos que son enviados a InCA-BackEnd en la Figura 14.

```
action: "Option Clicked"
date: "2024-09-12"
details
  ContainerFigure: "Circle"
  borderSize: 4
  multiset: "{1,1,1,1,2,1,3,1,4,1,5}"
  numberOfChoices: 2
  optionsC
    v0: 1.3
    v1: 1.5
    v2: "none"
    v3: "none"
    v4: "none"
  optionsV
    c0: 5
    c1: 5
    c2: "none"
    c3: "none"
    c4: "none"
  representation: "Experimental"
  result: true
  selection: 5
  selectionC: 1.5
  side: "right"
  testName: "disc"
  valuesSet: "{1,2,3,4,5,6}"
subject: "Subject1"
teacher: "Bastian"
time: "01:08:59"
```

Figura 14: Ejemplo de los datos enviados desde InCA-Delboeuf a la base de datos en <https://firebase.google.com>.

5.5. Implementación

Para la implementación de este proyecto se presenta el framework utilizado para el desarrollo del software y el método utilizado para el deploy del software sobre una dirección web.

5.5.1. Framework

SvelteKit: El framework que se utilizó para el desarrollo del software para este proyecto fue SvelteKit, esto debido a muchos factores, entre ellos, que el proyecto en el que se basa este trabajo está desarrollado en SvelteKit, de igual manera la biblioteca **InCA-Utills** en la que se basa la estética general, y el funcionamiento base del software, es una biblioteca de SvelteKit.

Otra ventaja de SvelteKit es que su adaptabilidad para el desarrollo de aplicaciones web

es bastante alta, ya que, integra lenguajes como JavaScript, HTML y CSS; y por mi experiencia, es bastante conocida en esta área de trabajo a pesar de su, entre comillas, novedad.

5.5.2. Hosting de la aplicación

Buho: Para el hosting de la aplicación web se utilizó el servidor Buho de la Universidad de Chile. Esta decisión fue tomada en base a que los demás proyectos del laboratorio InCA-Lab están alojados en estos servidores, también debido a que son servidores los cuales tienen mantención y supervisión continua junto a la posibilidad de comunicación con el encargado de estos servidores en caso de problema con las cuentas asociadas. Para el acceso a estos servidores, se procuró dos cuentas donde se dispusieron una direcciones web para cada cuenta, una para versiones no validadas <https://incalab.cl/~bgomez/>, y otra para la última versión validada, que pueden encontrar en <https://delboeuf.incalab.cl>.

5.5.3. Base de datos

Firestore: Firestore es una plataforma de desarrollo de aplicaciones web y móviles adquirida por Google que en un principio constaba de una base de datos en tiempo real, pero conforme pasó el tiempo se añadieron nuevas funciones [1].

Para la base de datos, donde se envían los datos de la aplicación, se utilizó Firestore, esto debido a que los demás proyectos relacionados con el laboratorio InCA-Lab, también la utilizan como base de datos, de igual manera la aplicación InCA-BackEnd toma los datos de esta base de datos para generar representaciones y análisis con los datos recolectados.

5.6. Indicaciones de uso

Para el correcto uso de la aplicación no es necesario seguir al pie de la letra las siguientes instrucciones, pues, estas son una mera recomendación para el uso efectivo de la aplicación.

Primeramente se recomienda entrar a la pestaña de información que se encuentra en la parte superior derecha de la página sobre el texto “Info”, esto debido a que, en esta pestaña se encuentra información relevante sobre el proyecto y la aplicación. Siguiendo con las recomendaciones, se sugiere volver al menú principal y entrar a la pestaña de configuración que se encuentra al lado de la pestaña de información, sobre el texto “Setting” donde lo primero que se recomienda es ingresar con una cuenta de Google y ajustar los parámetros de sujeto y instructor, para así poder facilitar el análisis de datos luego de la experimentación.

Lo anterior sería una recomendación para quienes quieren empezar a investigar y probar la aplicación de manera rápida, ya que, si se desea una personalización más rigurosa, se sugiere revisar y probar los distintos parámetros que se pueden modificar desde la pestaña de configuración. Entre los más importante se encuentra el modificar los conjuntos de valores posibles y tamaños de contenedor posibles, modificar los colores de las representaciones, también se sugiere probar con distintos porcentajes de representaciones de “Control” y “Experimentales”.

Finalmente, para empezar la investigación se debe volver al menú principal y permitir al sujeto escoger, o si se desea escogerlo arbitrariamente, el modo de juego que se desea utilizar para las representaciones que se mostrarán en la o las rondas de ejercicios de experimentación.

6. Validación

6.1. Protocolos

Para la experimentación bajo el marco del trabajo universitario es necesaria la aprobación del protocolo de experimentación por parte del comité de ética de la Universidad de Concepción, por lo que se presentará a continuación los resultados de estos protocolos y su estado de aprobación.

A la fecha del desarrollo de este informe, ambos protocolos aún se encuentran en revisión por lo que se utilizarán datos preliminares para la validación y análisis de los datos. El formulario del protocolo para la experimentación en sujetos humanos se encuentra en el anexo en la Sección 8.1, junto a este se encuentra el modelo de la carta de consentimiento informado localizado en la Sección 8.2, en el caso de del formulario de protocolo para la experimentación en sujetos animales, este se encuentra en el anexo Sección 8.3.

6.2. Ejemplos de datos

Para el análisis de datos de este proyecto, se utilizará el trabajo de magíster de Cristóbal Sepúlveda, InCA-BackEnd, para la visualización y análisis de los datos obtenidos, el análisis de estos es un apoyo para el trabajo, ya que, el objetivo principal, y los objetivos específicos de este proyecto son más de carácter cualitativo sobre la utilidad de este software para la facilitación de la experimentación en el marco de la ilusión Delboeuf.

6.2.1. Datos sujetos humanos

Se presentan los análisis de los datos preliminares obtenidos de dos sujetos humanos voluntarios en participar en este análisis preliminar, ambos sujetos del sexo femenino, de edades 25 y 48 años respectivamente. Para la experimentación se utilizaron el conjunto de valores (1,2,3,4,5,6), para los valores de crecimiento de los contenedores se utilizó el conjunto de (1,1.1,1.2,1.3,1.4,1.5), utilizando solo la modalidad de “disc” en contenedores de forma circular. Para obtener los datos representados a continuación, se buscaron las entradas de datos en los logs donde se presenta los mismos valores en la representación, pero distintos contenedores y verificar si el sujeto escogió el contenedor más pequeño o no.

Datos Sujeto 1:

Se muestran el análisis de los datos obtenidos desde InCA-BackEnd sobre la experimentación efectuada sobre el Sujeto 1, sujeto humano, con 46 datos de experimentación. Para poder visualizar de mejor manera el efecto de la ilusión sobre el Sujeto 1,

se presenta un gráfico de Pie que visualiza el porcentaje de veces que, al presentar al sujeto con dos valores iguales, el sujetos escoge la representación con el contenedor más pequeño o más grande.

Respuestas Sujeto 1 en situaciones de dos valores iguales



Figura 15: Pie chart indicando el porcentaje de veces que el Sujeto 1 escoge el contenedor más pequeño o el contenedor más grande al presentarse frente a una instancia con dos valores iguales, pero con distintos tamaños de contenedores

Datos Sujeto 2:

Se muestran el análisis de los datos obtenidos desde InCA-BackEnd sobre la experimentación efectuada sobre el Sujeto 2, sujeto humano, con 80 datos de experimentación. Para poder visualizar de mejor manera el efecto de la ilusión sobre el Sujeto 2, se presenta un gráfico de Pie que visualiza el porcentaje de veces que, al presentar al sujeto con dos valores iguales, el sujetos escoge la representación con el contenedor más pequeño o más grande.

Respuestas Sujeto 2 en situaciones de dos valores iguales

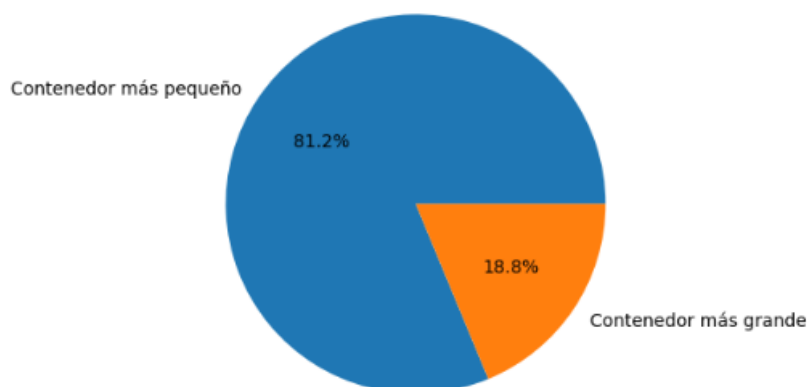


Figura 16: Pie chart indicando el porcentaje de veces que el Sujeto 2 escoge el contenedor más pequeño o el contenedor más grande al presentarse frente a una instancia con dos valores iguales, pero con distintos tamaños de contenedores

Como conclusión preliminar, se puede decir que los sujetos humano parecen mostrarse propensos a ser susceptibles a la ilusión Delboeuf mostrada en la aplicación, esto preliminarmente debido a que, no se puede asegurar una preferencia hacia la selección de contenedores más pequeños en los casos donde se ven expuestos a dos representaciones con el mismo valor, esto debido, a la falta de datos y la falta de un análisis de datos riguroso, por lo que no sería correcto el asegurar una conclusión definitiva para este análisis.

6.2.2. Datos sujetos no verbales

Se presentan los análisis de los datos preliminares obtenidos por los sujetos no verbales Lorenzo (Macho, 9 años) y Tina (Hembra, 6 años), ambos sujetos de la especie Cotorra Argentina. Para la experimentación se utilizaron el conjunto de valores (1,2,3,4,5,6), para los valores de crecimiento de los contenedores se utilizó el conjunto de (1,1.1,1.2,1.3,1.4,1.5), utilizando solo la modalidad de “disc” en contenedores de forma circular. Para obtener los datos representados a continuación, se buscaron las entradas de datos en los logs donde se presenta los mismos valores en la representación, pero distintos contenedores y se verifica si el sujeto escogió el contenedor más pequeño o no.

Datos Lorenzo:

Se muestran el análisis de los datos obtenidos desde InCA-BackEnd sobre la experimentación efectuada sobre el sujeto de experimentación Lorenzo con 110 datos de experimentación. Para poder visualizar de mejor manera el efecto de la ilusión sobre el sujeto Lorenzo, se presenta un gráfico de Pie que visualiza el porcentaje de veces que, al presentar al sujeto con dos valores iguales, el sujetos escoge la representación con el contenedor más pequeño o más grande.

Respuestas de Lorenzo en situaciones de dos valores iguales

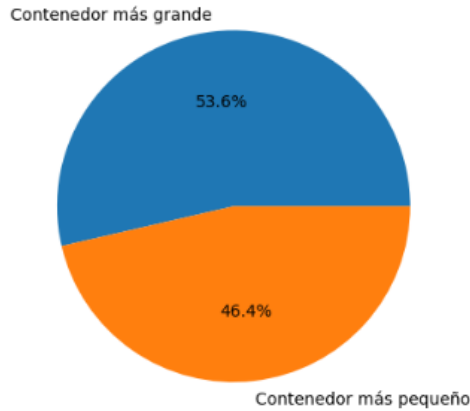


Figura 17: Pie chart indicando el porcentaje de veces que el sujeto Lorenzo escoge el contenedor más pequeño o el contenedor más grande al presentarse frente a una instancia con dos valores iguales, pero con distintos tamaños de contenedores

Datos Tina:

Se muestran el análisis de los datos obtenidos desde InCA-BackEnd sobre la experimentación efectuada sobre el sujeto de experimentación Tina con 92 datos de experimentación. Para poder visualizar de mejor manera el efecto de la ilusión sobre el sujeto Tina, se presenta un gráfico de Pie que visualiza el porcentaje de veces que, al presentar al sujeto con dos valores iguales, el sujetos escoge la representación con el contenedor más pequeño o más grande.

Respuestas de Tina en situaciones de dos valores iguales



Figura 18: Pie chart indicando el porcentaje de veces que el sujeto Tina escoge el contenedor más pequeño o el contenedor más grande al presentarse frente a una instancia con dos valores iguales, pero con distintos tamaños de contenedores

Como conclusión preliminar, se puede decir que los sujetos no verbales se muestran menos propensos a ser susceptibles a la ilusión Delboeuf que los sujetos humanos,

esto debido a que, no se muestra una preferencia significativa hacia la selección de contenedores más grandes o pequeños, incluso parecer haber una preferencia por los contenedores más grandes, pero de manera definitiva sería necesario un estudio más completo para llegar a estas conclusiones.

6.3. Encuesta sobre el software

Durante el desarrollo del proyecto se presentó la oportunidad de presentar la aplicación InCA-Delboeuf a investigadoras de la University Paris Nanterre, profesora Dalila Bovet y estudiante de doctorado Océane Cossu-Doye, las cuales efectúan investigaciones con sujetos animales no verbales de la familia de las aves, por lo que se creó una encuesta que podrían responder luego de la presentación sobre la utilidad y potencial de la aplicación, para investigar sobre la ilusión óptica de Delboeuf u otras ilusiones ópticas sobre distintos tipos de sujetos. A continuación se adjunta la encuesta creada:

	Definitively	Very	More or Less	Little	Not at all	No opinion
1.- How applicable would the InCA-Delboeuf software be to evaluate the susceptibility the Delboeuf illusion in human subjects?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.- How applicable would the InCA-Delboeuf software be to evaluate the susceptibility the Delboeuf illusion in young human subjects?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.- How applicable would the InCA-Delboeuf software be to evaluate the susceptibility the Delboeuf illusion in subjects from other species, such as birds or apes?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.- How useful are the InCA-Delboeuf software settings?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5.- How intuitive is the use of the InCA-Delboeuf software?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.- How much potential do you see in the general structure of the InCA-Delboeuf software in order to study of other optical illusions?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7.- How much potential do you see in the use of the InCA-Delboeuf software for performing similar experiments on different institutions, on subjects of the same species?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.- How much potential do you see in the use of the InCA-Delboeuf software for performing similar experiments on different institutions, on subjects from different species?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.- How useful is a software or application for the study of optical illusions in human subjects?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.- How useful is a software or application for the study of optical illusions in subjects like birds or apes?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

La encuesta fue enviada y respuesta por la investigadora y profesora de la University Paris Nanterre, Dalila Bovet, entregando los siguientes datos:

	Definitively	Very	More or Less	Little	Not at all	No opinion
1.- How applicable would the InCA-Delboeuf software be to evaluate the susceptibility the Delboeuf illusion in human subjects?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.- How applicable would the InCA-Delboeuf software be to evaluate the susceptibility the Delboeuf illusion in young human subjects?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.- How applicable would the InCA-Delboeuf software be to evaluate the susceptibility the Delboeuf illusion in subjects from other species, such as birds or apes?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.- How useful are the InCA-Delboeuf software settings?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5.- How intuitive is the use of the InCA-Delboeuf software?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.- How much potential do you see in the general structure of the InCA-Delboeuf software in order to study of other optical illusions?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7.- How much potential do you see in the use of the InCA-Delboeuf software for performing similar experiments on different institutions, on subjects of the same species?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.- How much potential do you see in the use of the InCA-Delboeuf software for performing similar experiments on different institutions, on subjects from different species?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.- How useful is a software or application for the study of optical illusions in human subjects?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.- How useful is a software or application for the study of optical illusions in subjects like birds or apes?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se puede concluir de estas respuestas, el software puede tener alto potencial de ser una herramienta que asista a la investigación no solo de la ilusión óptica de Delboeuf, sino que también, a otras ilusiones ópticas, tanto en sujetos humanos, como en aves y/o simios. Estas respuestas a pesar de ser positiva no son una prueba totalmente sólida del valor de la aplicación, ya que, solo se obtuvieron las respuesta de una investigadora, de igual manera se toma esta respuesta como un buen indicador de que el trabajo hecho está bien direccionado.

7. Conclusiones

Para terminar, es importante destacar que este proyecto tuvo como objetivo principal el facilitar la experimentación en el marco de la susceptibilidad a la ilusión Delboeuf, pero también se espera que sea una base para el estudio de otras ilusiones ópticas; por lo que por el feedback entregado por el cliente, junto a la recepción de la aplicación por parte de los sujetos, se puede decir que el trabajo hecho, en efecto, facilita la experimentación en el marco previamente mencionado, cumpliendo con el objetivo principal definidos en la Sección 3.1 de este trabajo.

Con respecto a los objetivos específicos definidos en la Sección 3.2, se puede decir que la mayoría fueron cumplidos, entre ellos **Diseñar un software con una interfaz cómoda tanto para los sujetos de prueba como los experimentadores, y que esta sea intuitiva de usar para ambos** se puede considerar cumplido, debido a que, los sujetos de la investigación preliminar no tuvieron dificultad para adaptarse a la aplicación y a su funcionamiento. Para el caso del objetivo específico **Implementar el software solución sobre un servidor para permitir que cualquier persona interesada en experimentar utilizando la solución propuesta, pueda hacerlo sin necesidad de conocimientos informáticos o posesión del código original** también se puede considerar cumplido en su totalidad, ya que, la aplicación se encuentra a disposición de cualquiera en la dirección <https://delboeuf.incalab.cl>. Finalmente, para el objetivo de **Validar el software mediante distintos sujetos que estén dispuestos a probar la solución de manera voluntaria e informada** se puede decir que solo está parcialmente completado, esto es debido a que, se cumplió con el objetivo de validar mediante sujetos no verbales gracias a los sujetos Lorenzo y Tina, que fueron quienes validaron el software, a pesar de que el objetivo de validación con humanos fue conseguido, no se pudo hacer sobre muchos sujetos, puesto que, se decidió enfocarse en los sujetos no verbales, pero hubiera sido ideal el validar con más sujetos para así tener una retroalimentación más amplia sobre la aplicación.

Comparando este proyecto al estudio del 2016 sobre periquitos comunes [11], podemos ver similitudes como la representación circular y las distintas figuras de contenedores, esto debido a que este estudio también fue una base para este proyecto, por lo que si queremos comparar este trabajo con el estudio mencionado, podemos ver que la aplicación desarrollada en este trabajo tiene mayor versatilidad para los estudios, junto con la posibilidad de que cualquier persona pueda acceder a ella, quitando esta barrera de la programación para la experimentación mediante software enriquecedor.

Se puede decir que este proyecto cumplió con sus objetivos y está en un estado utilizable para la experimentación en el marco de la ilusión Delboeuf tanto en sujetos animales no verbales, como en humanos, se llegó a esta conclusión gracias a la retroalimentación del cliente, junto con los comentarios de la profesora Dalila Bovet y la estudiante de doctorado Océane Cossu-Doye, y a la respuesta de la encuesta, que puede ser encontrada en la Sección 6.3, de la profesora Dalila Bovet sobre InCA-Delboeuf.

7.1. Aprendizajes

Durante el proceso de trabajo de este proyecto, existieron diversas situaciones de dificultades, errores y ocasiones donde se tuvo que volver sobre el trabajo de semanas. El aprendizaje que se logró al desarrollar este proceso fue el de entender cómo funciona el desarrollo de estas aplicaciones, esto debido a que, la mayoría de el trabajo que se logró durante este proyecto podría ser realizado en cuestión de meses por un desarrollador con mayor experiencia, esto se debe a que la mayor parte del trabajo para este proyecto se basó en el trabajo con el FrontEnd de una aplicación web, por lo que el método de prueba y error fue una de las situaciones más comunes.

De los conocimientos que quedaron de este proyecto para futuro, fue que a veces es mejor generar una solución desde cero, pero que permita una mejora adaptabilidad a futuro mas que el añadir soluciones puntuales a problemas inmediatos. Esto se puede ver reflejado en el uso continuo de InCA-Utills para el desarrollo de nuevas características, que en un principio fueron añadidas de manera separada y que en etapas futuras de desarrollo terminaron dando más problemas que soluciones.

Se debe mencionar que la programación adaptable, no fue tampoco un fuerte en este proyecto, debido a que se consideró la idea de desarrollar una versión mejorada de InCA-Utills para facilitar el desarrollo sobre los contenedores, pero esto se descarto por el miedo a que el trabajo no funcionara y que solo fuera una pérdida de tiempo. Finalmente al terminar este proyecto, se pudo vislumbrar que el desarrollo de esta versión mejorada de InCA-Utills pudo haber sido una herramienta fundamental para el desarrollo tanto de este proyecto, como de otros.

7.2. Trabajo a futuro

A partir del resultado del trabajo, se pueden vislumbrar ciertas mejoras que podría tener el proyecto, algunas mejoras del software, y otras sobre la recopilación de datos para el trabajo. Estos puntos están pensados y remarcados como sugerencias para aquellas personas que quieran retomar y desarrollar más el trabajo actualmente hecho.

7.2.1. Trabajo sobre el software

Debido a distintos factores limitantes, se evaluó el costo de trabajo y tiempo sobre algunas características, y se decidió dejar fuera ciertas de estas que se pensaban para el software. Las características en este apartado están pensadas para reflexionar sobre lo que se pudo haber hecho para este software y como una guía para aquellos que estén interesados en seguir adelante sobre este trabajo, y mejorarlo.

– Permitir la configuración independiente de cada modo de juego

Este punto está pensado para mejorar la experiencia de usuario, permitiendo la configuración independiente de las distintas representaciones de valores (Disc, Heap, Dice y Square), permitiendo de esta manera una experimentación más ágil en caso de estar interesado en más de una de estas representaciones de valores.

Este punto fue descartado del flujo de desarrollo debido a que, a pesar de ayudar a la comodidad del usuario, esta característica podría conllevar un trabajo sustancial pensando en no solo el desarrollo sobre la vista de configuración, sino también el efecto que múltiples configuraciones independientes tengan sobre el menú principal. Por esta razón, se decidió no desarrollar esta característica que podría llevar a problemas y trabajo sobre múltiples vistas.

– **Desarrollo de análisis de datos en tiempo real**

Esta característica está pensada para mejorar la temprana evaluación sobre la hipótesis, entregando un análisis de los datos en tiempo real con los datos locales del investigador, mejorando así la experiencia y agilizando el proceso de experimentación.

Luego de evaluar las dificultades que esta característica conllevaría se descartó del desarrollo de esta debido al costo de labor. Generar un análisis de datos sobre los datos locales en tiempo real es un proceso muy costoso que no conlleva a una conclusión de hipótesis fiable, sin mencionar el trabajo externo a la programación para decidir que tipo de análisis se desea mostrar y verificar que esos sean útiles.

7.2.2. Recolección de datos

En el marco de la recolección de datos, podemos definir como trabajo a futuro el siguiente punto a tomar en cuenta:

– **Mejorar el sesgo de datos enviados a la base de datos**

Como se puede ver en la Sección 6.2, los logs que se encuentran implementados en el proyecto son suficientes para el análisis de si los sujetos caen o no en la ilusión óptica de Delboeuf, pero no existe una variable que explícitamente indique esto. Por lo tanto el trabajo a futuro que se plantea es el de agregar una variable en la recolección de datos que indique, en el caso de presentarse con una instancia de la ilusión de Delboeuf, si es que el sujeto escogió o no el contenedor más pequeño, así reduciendo la programación necesaria para analizar los logs, facilitando el trabajo de experimentadores sin experiencia en programación.

El trabajo necesario para añadir esta nueva variable a la recolección de datos es poco, e incluso ya está presente en el código del proyecto, pero este se encuentra comentado y por ende no implementado. La razón por la cual la característica ya desarrollada no se encuentra implementada, es debido a que, el hacer cambios sobre los datos recolectados implica un trabajo en conjunto con el responsable de InCA-BackEnd, el cual está ocupado haciendo su proyecto de magíster, por lo que, aún no se ha añadido este cambio a la versión estable de la aplicación, pero si fue validado por el desarrollador de forma manual para verificar su funcionamiento.

7.2.3. Software basado en InCA-Delboeuf

Pensando en el futuro de la aplicación y su utilidad como base para otros proyectos, dentro del código fuente de InCA-Delboeuf, que se puede encontrar en <https://gitlab.com/bagomezjara/in-ca-del-boeuf>, en el archivo README.md se

puede encontrar una documentación básica sobre el proyecto, junto a esto existe un apartado sobre objetos y clases importantes que pueden ser de utilidad como base para cambios sobre la aplicación para añadir o modificar al código existente, generando así nuevos proyectos con distintos objetivos.

De igual forma, se alienta a tomar como ejemplo estos cambios, para generar, tal vez, una nueva biblioteca que permita una mayor personalización de las estructuras/elementos.

7.2.4. Funcionamiento sin el archivo .env

Otro punto que mencionar en esta rama del trabajo futuro para facilitar el trabajo de desarrolladores que quieran utilizar InCA-Delboeuf como base para sus proyecto, es: Actualmente la aplicación InCA-Delboeuf envía los datos recopilados a una base de datos en Firebase, para esto es necesario un archivo .env para que la aplicación se conecte con esta base de datos, estos mismo datos son guardados en logs locales que no necesitan este archivo .env, pero el proyecto solo funciona de manera local si este archivo esta presente. El archivo .env da acceso a la base de datos, por lo que, no se le da acceso a este archivo al tratar de clonar el repositorio de InCA-Delboeuf, esto produce que si no se leyó la documentación completamente, no sea posible hacer funcionar el proyecto de manera local.

Se propone como trabajo futuro hacer que el proyecto funcione de manera exclusivamente local si no se encuentra el archivo .env. Este trabajo no se efectuó para esta iteración, debido a que, el trabajo para esto constaría de una etapa de desarrollo no menor junto a una nueva etapa de validación, esto solo para solucionar un problema que esta documentado en el repositorio <https://gitlab.com/bagomezjara/in-ca-del-boeuf> y no afecta al funcionamiento de la aplicación InCA-Delboeuf en <https://delboeuf.incalab.cl/>.

7.2.5. Cantidad de datos para el análisis preliminar

Debido a que el trabajo hecho durante este proyecto no se centra en el análisis de los datos sobre la susceptibilidad de sujetos hacia la ilusión óptica de Delbouef, algunos punto sobre los cuales se puede trabajar a futuro son los siguientes:

- **Datos de sujetos humanos**

La recolección de dato se ha hecho solo con 2 sujetos humanos voluntario siguiendo los protocolos pertinentes, por lo que hacer un estudio sobre sujetos humanos podría ser un área la cual se podría trabajar en un futuro.

- **Datos de sujetos animales no verbales**

Debido a limitantes de tiempo, recursos y sujetos, la recolección de datos para animales no verbales, para el momento de la entrega de este informe, solo se hizo sobre dos sujetos animales, Lorenzo y Tina, ambos Cotorras argentinas al cuidado de Jérémy Barbay; por lo que una mejor recolección de datos, sobre mayor número de sujetos o mayor variedad de especies de sujetos, sería un tema que trabajar en el futuro.

8. Anexo

8.1. Formulario protocolo de experimentación en sujetos humanos

PROTOCOLO DE ENVÍOS

COMITÉ DE ÉTICA, BIOÉTICA Y BIOSEGURIDAD

Presentado por: [Jérémy Félix BARBAY](#)

Fecha: [2024-06-11](#)

Correo electrónico: jeremy@barbay.cl

Teléfono de contacto: [+56 9 51 21 09 40](tel:+56951210940)

1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Título del proyecto	INCA-DELBOEUF: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA APLICACIÓN DE ENRIQUECIMIENTO DIGITAL PARA MEDIR LA SENSIBILIDAD A LA ILUSIÓN ÓPTICA "DELBOEUF" EN SUJETOS DE OTRAS ESPECIES QUE HUMANAS.
Fondo y/o institución	NO APLICA
Código, año, concurso (FONDECYT, FONDEF, CORFO, ETC.)	NO APLICA
Fecha estimada de inicio del proyecto	2024-06
Duración estimada del proyecto	1 AÑO
Encargado de proyecto	JÉRÉMY BARBAY
Unidad académica, departamento o centro que postula	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN (DIICC)
Investigador responsable	JÉRÉMY BARBAY
Investigador alterno	BASTIAN GOMEZ

Actualizado diciembre 2023
Comité de Ética, Bioética y Bioseguridad
Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción

Co-investigadores	(Señale en esta casilla el nombre completo, correo electrónico, dirección y unidad académica de los investigadores responsables, alternos y co-investigadores según corresponda). Jérémy Félix BARBAY, jeremy@barbay.cl, DIICC Bastian Gomez, bagomez2019@udec.cl, DIICC
Área o grupo de investigación en que se circunscribe el proyecto	INCA-LAB

1.1 Resumen del Proyecto

Antecedentes indispensables

Existen 2 Antecedente indispensables que se deben conocer para la investigación de este proyecto.

1. Trabajo sobre la capacidad de discriminación de las Cotorras Argentinas, escrito por Jérémy Barbay, Fabián Jaña-Ubal y Cristobal Sepúlveda, en su trabajo “Measuring discrimination abilities of monk parakeets between discreet and continuous quantities through a digital life enrichment application” en 2022.
2. Trabajo sobre la susceptibilidad de los Periquitos a la ilusión Delboeuf, escrito por Sota Watanabe, Yuriko HASE y Noriyuki Nakamura, en su trabajo “Do budgerigars (melopsitta-cus undulatus) perceive the delboeuf illusion?: A preliminary study with a simultaneous discrimination task” publicado en la revista PSYCHOLOGIA

Problema de investigación

Actualmente solo existe un estudio que comprueben la eficacia de la ilusión Delboeuf sobre aves, pero este estudio cuenta con pocas modalidades de experimentación, como lo son distintas representaciones de valores, distintos colores, entre otros. Por lo que se quiere saber qué es lo que se puede hacer en ese aspecto y como reaccionaran los sujetos a estos cambios.

Pregunta de investigación

¿Es posible medir la susceptibilidad a la ilusión óptica Delboeuf sobre sujetos de otras especies que humanas mediante el software interactivo InCA-Delboeuf?

Objetivo general

Verificar la susceptibilidad de sujetos de otras especies distintas a humanos a la ilusión óptica “Delboeuf” mediante software interactivo.

Objetivos específicos

1. Diseñar un software con una interfaz que sea cómoda para los sujetos de prueba, y que esta sea intuitiva de usar.
2. Implementar el software solución sobre un servidor para permitir a cualquier persona interesada en experimentar utilizando la solución propuesta, pueda hacerlo sin necesidad de conocimientos informáticos o posesión del código original.
3. Validar el software mediante distintos sujetos que estén dispuestos a probar la solución de manera voluntaria e informada.

Método

El Método mediante el cual se efectuará la investigación, será mediante la exposición de los sujetos al software para medir la susceptibilidad a la ilusión óptica Delboeuf, entregando feedback auditivo y premios alimenticios en caso de buen rendimiento.

Metodología

La metodología que se usara para esta investigación será experimental, ya que, se espera efectuar distintas iteraciones de ejercicios del en el software interactivo sobre los sujetos, para así obtener datos que permitan responder la pregunta de investigación.

Participantes/muestra

Los participantes esperados para la investigación son 2 Cotorras Argentinas a cargo de Jérémy Barbay su cuidador, Lorenzo un macho adulto de 9 años y Tina un hembra adulta de 7 años.

Procedimiento

Los sujetos son presentados 1 a 7 veces al día con varias herramientas de entrenamiento, a dentro de cual un celular, sobre el cual pueden interactuar con varias aplicaciones. Las interacciones con las herramientas de entrenamiento (incluido el celular) son recompensadas por feedback oral y por semillas.

Cuando se selecciona una representación del valor más grande presentado en la pantalla, la aplicación genera una síntesis vocal de la palabra “correct”, señalando al experimentador de premiar el sujeto con una semilla y una retro alimentación oral.

A fin de desincentivar la selección de valores al azar, pero sin usar reforzamiento negativo, la aplicación está diseñada de manera a generar una síntesis vocal de la palabra “excellent!” cuando 90% o más de las respuestas de un ejercicio (típicamente de 5 preguntas) son correctas, señalando al experimentador de premiar el sujeto con unas semillas adicionales y una retro alimentación oral adicional.

Los sujetos siempre pueden elegir no salir del aviario, y si salen entre varias actividades. En particular, nunca están forzados a la actividad programada por el día. Por ejemplo, en el set-up más frecuente, cada sujeto puede elegir entre 1) interactuar con la herramienta propuesta, 2) cambiar a una de las otras (al menos una) herramientas disponibles en la mesa de entrenamiento, 3) volar hacia una jaula de transporte abiertas con semillas a dentro, o 4) volar de vuelta al interior de su aviario, donde se tiene comida y agua ilimitada (pero no de las semillas usadas como premio).

De manera de asegurar que el log de la aplicación documenta las interacciones de un solo sujeto, cada sujeto dispone de su propio dispositivo, y las interacciones con el dispositivo de un otro sujeto no resultan en ningún premio.

Consideraciones éticas, bioéticas y/o de bioseguridad. Indique con claridad el/los posible/s requerimiento/s ético/s de la investigación y los modos de resguardo a realizar.

Durante la experimentación se pedirá la voluntad de los sujetos, por lo que es necesario considerar ciertos requerimientos y medios de resguardo para los sujetos, para si mantener la ética del trabajo investigativo, entre estas podemos identificar:

1. La voluntad de interactuar con el software. Esta es resguardada mediante la posibilidad de que los sujetos, si no desean interactuar con el software o participar en la experimentación, estos son libres de no hacerlo.
2. La voluntad de seguir utilizando el software. Esta es resguardada mediante la posibilidad de que en el caso de que el sujeto deje de querer participar voluntariamente en la experimentación, se aburran o se cansen, estos podrán alejarse del lugar de experimentación y dejar de participar.

Cronograma

1. Diseño Primero Prototipo: 1 - 3 semanas.
2. Validación del primero prototipo: 1 - 4 semanas.

3. Diseño Segundo Prototipo: 1 - 3 semanas.
4. Validación del segundo prototipo: 1 - 4 semanas.
5. Tiempo total: 2-3 meses.

1.2 Marque el tipo de proyecto y/o actividad

Investigación	Docencia	Tesis/memoria	Intervención/consultoría	Otro
X		X		

2 CHECKLIST DE DOCUMENTOS REQUERIDOS

Documento	Adjunto (si/no)
Modelo de consentimiento y asentimiento informado (cuando corresponda).	
Protocolo de supervisión de bienestar animal (cuando corresponda).	si
Protocolo de bioseguridad acorde al Manual de normas de bioseguridad (cuando corresponda).	
Cartas de autorizaciones y/o permisos en caso del trabajo con organizaciones externas (empresas, entidades, centros de salud, etc.).	

COMPROMISO DEL GRUPO DE INVESTIGACION.

El/los investigador/es/as individualizados en la primera página de esta solicitud, declaran que toda la información descrita en este formulario es fidedigna y sin omisiones, comprometiéndose a presentar al Comité de Ética, Bioética y Bioseguridad de la Facultad de Ingeniería cualquier modificación al protocolo para una nueva certificación. Se comprometen a respetar la privacidad de las personas sujetos de la investigación y la confidencialidad de los datos personales de los sujetos de la investigación.

Firma el investigador responsable en representación del grupo:

(Firma el Director/a del Proyecto, a nombre del equipo de investigadores)

(Este apartado es de uso del comité de ética, bioética y bioseguridad)	
Código proyecto	
Fecha de recepción:	
Fecha de aprobación:	

8.2. Modelo de carta de consentimiento informado



Universidad de Concepción
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Civil Informática y Ciencias de la Computación
InCA-Delboeuf
Investigador Responsable: Bastián Gómez Jara

Estimado (a) participante:

Ud. ha sido invitado/a participar en el estudio **InCA-Delboeuf**, a cargo de **Bastián Gómez Jara** estudiante/académico del **Departamento de Ingeniería Civil Informática y Ciencias de la Computación**. Junto con la ayuda del profesor guía **Jérémy Barbay**, profesor del **Departamento de Ingeniería Civil Informática y Ciencias de la Computación**.

A Propósito de la investigación: El objetivo de esta investigación es validar que el software InCA-Delboeuf puede medir la susceptibilidad a la ilusión Delboeuf de una manera comparable a maneras más clásicas, con el modo Disc con sujetos humanos, que se saben son susceptibles a tal ilusión.

B Descripción de su participación: Si usted decide participar del estudio, se le pedirá que acepte su participación a través del presente consentimiento informado. Su participación consistirá en escoger, de entre una serie limitada de representaciones, la que usted crea que tenga una mayor cantidad de entre ellas, este ejercicio se podrá hacer con distintas configuraciones, tanto para las representaciones como para el software, donde se realizaran sesiones de entre 10 a 20 minutos de ejercicios, con descansos entre cada uno, esto tiene por finalidad verificar su susceptibilidad a la ilusión Delboeuf.

C Posibles riesgos: Usted podría experimentar cansancio visual. No obstante, usted es libre de dejar el estudio o pedir un descanso en cualquier momento sin necesidad de dar ningún tipo de explicación.

D Beneficios: *No existe beneficio alguno para usted como participante de esta investigación.*

E Confidencialidad y resguardo de la información: Toda la información derivada de su participación será manejada con estricta confidencialidad. Sólo el equipo responsable de la investigación tendrá acceso a los datos por usted proporcionados. La información será resguardada según todos los requerimientos que las leyes chilenas explicitan (ley 20.120). Asimismo, tanto en el análisis como en la publicación y difusión científica de los resultados, no se identificará la identidad de ninguno de los/as participantes ni su respectiva organización, para así resguardar el anonimato y confidencialidad. La información que entregue mediante su participación sólo será utilizada con



Universidad de Concepción

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil Informática y Ciencias de la Computación

InCA-Delboeuf

Investigador Responsable: Bastián Gómez Jara

finés científicos y relativos a esta investigación y no será usada con fines ajenos a los explícitamente expresados en este documento.

F *Voluntariedad*: La participación en esta investigación es absolutamente voluntaria y usted puede retirarse en cualquier momento del estudio, sin que ello tenga ninguna consecuencia informando oportunamente a el investigador responsable.

G *Derechos del/de la participante*: Como participante de la investigación usted tiene el derecho de retirarse de la investigación en cualquier momento, sin necesidad de dar una explicación, esto anulará el uso de la información recopilada hasta ese momento, asegurando que se eliminará la información recopilada y no será utilizada de ninguna forma. Como participante también tiene derecho a obtener información sobre el resultado del estudio, para esto se puede dirigir al responsable, Bastián Gómez Jara mediante su correo bagomez2019@udec.cl. Para cualquier duda que no me haya sido satisfactoriamente resuelta por el investigador responsable me podré dirigir a la Dra. Andrea Rodríguez T. Presidenta del Comité de Ética, Bioética y Bioseguridad de la Universidad de Concepción. Correo: secrevid@udec.cl.

He recibido y comprendido la información de este documento. He podido aclarar todas mis dudas y otorgo el consentimiento para participar en el estudio: “**InCA-Delboeuf**”.

Comprendo y acepto la información que se entregó anteriormente y declaro conocer los objetivos del estudio.

En atención a estas consideraciones, libremente marque la que corresponda.

Yo ACEPTO

Yo NO ACEPTO

FIRMA – HUELLA PARTICIPANTE

8.3. Formulario protocolo de experimentación en sujetos animales no humanos

PROTOCOLO DE MANEJO Y CUIDADO DE ANIMALES

Estimado académico: Por favor revise y complete los siguientes aspectos que permitan al comité comprender su apego frente a las normas universitarias e internacionales vinculadas con la investigación en animales no-humanos.

Por favor, asegúrese de completar todos los campos relacionados con la naturaleza de su proyecto. En los casos en que algún criterio o aspecto de evaluación no aplique en su investigación, por favor, indique “**no aplica**”.

Investigador/a:	Jérémy Barbay
Departamento/unidad:	Departamento de Ingeniería en Informática y Ciencias de la Computación (DIICC)
Fecha de envío:	

A. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

<p>Título del proyecto o actividad presentada:</p> <p>InCA-Delboeuf: Diseño, Implementación y Validación de una aplicación de enriquecimiento digital para medir la sensibilidad a la ilusión óptica “Delboeuf” en sujetos de otras especies que humanas.</p>
--

<p>Mencione el Laboratorio y Departamento de la Facultad o dependencia externa en la que se desarrollará el trabajo con animales (si el trabajo lo realizará en más de un Laboratorio o Unidad debe especificarlo).</p> <p>Interacciones Computacionales para Animales (InCA)</p>
--

<p>Contacto en caso de una emergencia con los animales en horario no laboral (al menos 2 personas).</p> <p>Nombre: Jérémy Barbay</p> <p>Teléfono: +56-9-5121-0940</p>
--

Señale el listado de personas autorizadas para el manejo de los animales. Indique su formación (técnico, bioterista, tesista, postdoctorante, investigador, académico, etc.) y capacitación (cursos o talleres realizados, experiencia previa, etc.), relevantes para el proyecto. Además, señale la función directa que realizará en el manejo de los animales (ej. aseo, inoculación de animales, cirugías, etc.) y vínculo con el laboratorio. Incorpore las filas que sean necesarias. **NO OLVIDE** que debe comunicar oportunamente si se produce un cambio en el listado presentado a continuación (agregue cuantas filas sean necesarias).

NOMBRE	FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN	FUNCIÓN en el Proyecto	FILIACIÓN Institucional	VÍNCULO con la Unidad	Nº de horas semanales dedicadas al Proyecto
Jérémy Barbay	Académico y Investigador Formación propia en psicología (humana y non humana) y técnicas de entrenamiento de animales otros que humanos. Experiencia personal: guardián y entrenador de 2 cotorras argentinas desde 2016.	Investigador, Entrenamiento, Experimentación, Aseo, Alimentación.	Universidad de Concepción	Profesor Asociado	14
Tania Stefany Aguilar Aedo	Técnico. Capacitación por Jérémy Barbay de Abril a Diciembre 2023.	Si necesario: Experimentación, Alimentación.	DNA	DNA	0
Erika Villarroel	Técnico. Capacitación por Jérémy Barbay de Abril a Diciembre 2023.	Aseo. Si necesario: Experimentación y Alimentación.	DNA	DNA	1
Bastian Gomez	Alumno. Capacitación pendiente por Jérémy Barbay	Experimentación.	Universidad de Concepción	DNA	1

ANTECEDENTES DE LOS ANIMALES A UTILIZAR**Especie(s), raza, cepa, y línea transgénica (si aplica) utilizada(s).**

Myiopsitta monachus (“Cotorra Argentina”, “Perico Argentino”, “Monk Parakeet”, etc.)

Edad/Estado de desarrollo.

Lorenzo: 9 años, Adulto

Tina: 7 años, Adulta

Peso.

Lorenzo: 130g

Tina: 114g

Sexo.

Lorenzo: Macho

Tina: Hembra

Indique el origen de los animales (lugar de procedencia).

Criadero Parcela 10 Puertas Coloradas, Puangue, Melipilla,

No Res. SAG 1879 de fecha: [2010-11-12 Fri]

Propietaria: Carolina Cuevas Vidal, RUT 9.851.271-3

Indique el lugar donde se realizarán los procedimientos y código de certificación.El Arte 149, El Quisco, Región de Valparaíso, CHILE (Casa particular),
aviarios particulares del recinto (36m3, 12m3, 6m3) .**Señale solo el número total de animales a utilizar en el proyecto.** Señale además si se compartirán animales con otro proyecto. El desglose por objetivos se debe incluir en la sección C.4.

2

Señale el método(s) de identificación de los animales.

Lorenzo: Visual, y Microchip 953010003949206

Tina: Visual, Anillo 028, Microchip 953010003967639

Describa detalladamente las condiciones de traslado de los animales y la(s) persona(s) responsable(s) del traslado.

Con mochila modelo burbuja/jaula y/o correa de ave, por Jérémy Barbay.

Si procede, remita el certificado de SAG o institución que autoriza el uso (en caso de animales silvestres).

NO APLICA

C. JUSTIFICACIÓN

Justifique el uso de ANIMALES, en vez de usar modelos alternativos. Por modelos alternativos se entienden aquellos que reemplacen la utilización de animales vertebrados. Indique los motivos por los cuales no se plantea aplicar un método alternativo al procedimiento propuesto.

El proyecto trata de un estudio de las capacidades sensoriales y cognitivas de animales otros que humanos: se probara al máximo el software con personal humano, pero el uso final de sujetos de especies otras que humanos es inevitable.

Explique las características que justifiquen el uso de esta(s) ESPECIE(s). Indique la especie y raza (o cepa) que se propone utilizar y los motivos de esta selección.

El proyecto trata de diseñar, programar y validar una herramienta para estudiar de manera ética los límites de las capacidades sensoriales y cognitivas de animales no humanos, en particular mientras interactúan con pantallas táctiles diseñadas específicamente para humanos. Los dos individuos de la especie *Myiopsitta monachus* (“Cotorra Argentina”, “Perico Argentino”, “Monk Parakeet”, etc.) han sido entrenados en el uso de pantallas táctiles: son una buena muestra de tales especies para un proyecto piloto.

Justifique estadística y/o bibliográficamente el número de animales a utilizar por cada uno de los objetivos del estudio. Recuerde que, de acuerdo a las normas internacionales de bioética animal, se debe utilizar el mínimo de animales necesario para obtener resultados válidos **Aplicar el principio de las 3 Rs:** Reemplazar animales por otro sistema (ej. in vitro); Reducir número de animales; Refinar los procedimientos realizados.

El proyecto extiende el proyecto previo “InCA-WhatIsMore” del aplicante (“Measuring Discrimination Abilities of Monk Parakeets Between Discreet and Continuous Quantities Through a Digital Life Enrichment Application”, presentado al congreso ACI en 2022), cuales experimentaciones se realizaron con 2 sujetos. Se considera en este proyecto un número similar de 2 sujetos, razonable por un proyecto piloto y suficiente de manera a tener una probabilidad razonable de conseguir datos mientras se mantienen las opciones de los sujetos de no participar en las actividades del estudio.

D. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EXPERIMENTO

D.1. Enumere la secuencia de TODOS los procedimientos a seguir con los animales. Sólo indique el curso temporal en los procedimientos. No explique en detalle los procedimientos. El detalle de los procedimientos no quirúrgicos y quirúrgicos debe incluirse en secciones posteriores.

1. Entrenamiento al uso de la aplicación: 1 a 3 meses, en función del progreso de cada sujeto.
2. Experimentación y generación de datos: 1 a 3 meses.
3. Análisis de los datos: 1 mes.

D.2. Describa el o los criterios de interrupción del trabajo con los animales durante el experimento.

Incluya en su descripción el procedimiento esperado de finalización y las circunstancias en que el experimento será interrumpido para evitar sufrimientos innecesarios al animal. Si su protocolo incluye experimentos crónicos con inducción de patologías y/o el animal presenta o desarrolla un fenotipo que involucre compromiso del bienestar, indique explícitamente el grado de éste último y en qué momento se eutanasiarán. **Adjunte la pauta de supervisión del bienestar animal que utilizará.**

Cada sesión de ejercicio termina después de unos diez minutos o cuando el sujeto interrumpe voluntariamente el experimento de la manera descrita arriba (muchas veces después de 5mns). Si el sujeto aun está en el espacio de entrenamiento, se le propone una última actividad básica rutinaria (e.g. quedarse silencioso mientras escucha una canción y decir la palabra “coucou” al final de la canción, ordenar monedas, jugar “basket ball”, tocar música en un piano físico, etc.), se le da un último premio y se devuelve a su aviario.

Si el sujeto rechaza participar en las actividades por 3 días consecutivos, se suspende por un periodo de al mínimo 3 días, reemplazando las actividades por otras más rutinarias antes de reiniciar el proceso.

Si el sujeto rechaza participar en las actividades por 3 meses consecutivos, se interrumpe el experimento.

E. PROCEDIMIENTOS NO QUIRÚRGICOS

(MANIPULACIÓN DEL ANIMAL Y ADMINISTRACIÓN DE SUSTANCIAS)

E.1. Identifique y describa el o los procedimiento(s) no quirúrgico(s) a realizar. Incluya en su descripción: administración de sustancias, vía, sitio de inoculación, forma de administración, dosis, volumen y frecuencia de administración, métodos de sujeción o inmovilización del animal, uso de radiación (dosis y frecuencia), otros procedimientos: estudios de supervivencia, biopsias, entre otros.

Los sujetos son presentados 1 a 7 veces al día con varias herramientas de entrenamiento, a dentro de cual un celular, sobre el cual pueden interactuar con varias aplicaciones. Las interacciones con las herramientas de entrenamiento (incluido el celular) son recompensadas por feedback oral y por semillas.

Cuando se selecciona una representación del valor más grande presentado en la pantalla, la aplicación genera una síntesis vocal de la palabra “correct”, señalando al experimentador de premiar el sujeto con una semilla y una retro alimentación oral.

A fin de desincentivar la selección de valores al azar, pero sin usar reforzamiento negativo, la aplicación está diseñada de manera a generar una síntesis vocal de la palabra “excellent!” cuando 90% o más de las respuestas de un ejercicio (típicamente de 5 preguntas) son correctas, señalando al experimentador de premiar el sujeto con unas semillas adicionales y una retro alimentación oral adicional.

Los sujetos **siempre** pueden elegir no salir del aviario, y si salen entre varias actividades. En particular, nunca están forzados a la actividad programada por el día. Por ejemplo, en el set-up más frecuente, cada sujeto puede elegir entre 1) interactuar con la herramienta propuesta, 2) cambiar a una de las otras(al menos una) herramientas disponibles en la mesa de entrenamiento, 3) volar hacia una jaula de transporte abiertas con semillas a dentro, o 4) volar de vuelta al interior de su aviario, donde se tiene comida y agua ilimitada (pero no de las semillas usadas como premio).

De manera de asegurar que el log de la aplicación documenta las interacciones de un solo sujeto, cada sujeto dispone de su propio dispositivo, y las interacciones con el dispositivo de un otro sujeto no resultan en ningún premio.

E.2. Indique el nombre de la (s) persona (s) que efectuarán los procedimientos no quirúrgicos.

Jérémy Barbay, Bastian Gomez.

E.3. Indique las condiciones en que se mantendrán los animales en los periodos de tiempo entre las distintas intervenciones.

En los periodos entre las distintas intervenciones, los sujetos están libres en su aviario, y pueden elegir voluntariamente de aceptar una invitación a salir a pasear con una correa.

F. PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS

Actualizado marzo de 2024
Comité de Ética, Bioética y Bioseguridad
Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción

F.1. Identifique y describa detalladamente el o los procedimiento(s) quirúrgico(s) a realizar. Incluya métodos de asepsia.

NO APLICA

F.2. Indique nombre de la (s) persona(s) que efectuará (n) los procedimientos.

NO APLICA

F.3. Describa detalladamente el cuidado pre y postoperatorio.

NO APLICA

F.4. Indique nombre de la(s) persona(s) que efectuará(n) los cuidados pre y postoperatorios.

NO APLICA

F.5. Condiciones e infraestructura del lugar donde se efectuarán los procedimientos quirúrgicos.

NO APLICA

F.6. Si corresponde justifique si un mismo animal será sometido a procedimientos quirúrgicos más de una vez e indique el procedimiento previo.

NO APLICA

G. DOLOR Y AFLICCIÓN

Es imperativo observar el principio fundamental de **evitar todo dolor y sufrimiento innecesario en cada animal que participa en un estudio científico**. Toda manipulación que provoque dolor o aflicción del o de el/los animal(es), **debe justificarse** en forma sólida y detallada.

G.1. Indique en la siguiente Tabla, el nivel de dolor según el grado de estrés o discomfort producido en los animales a manipular cada año. Los diferentes niveles de dolor o aflicción en el manejo de animales se explican en el Anexo IV. * Es obligatorio completar esta Tabla.

Nivel de Dolor	Indique Número de Animales por Año				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
A. Mínimo dolor y estrés	2	0	0	0	0
B. Dolor asistido por medidas apropiadas (analgésico u otro)	0	0	0	0	0
C. Dolor no asistido por medidas apropiadas	0	0	0	0	0

G.2. Anestesia, Analgesia y Tranquilizantes. Para los animales indicados en la Tabla anterior (G1), en la categoría B, especifique los anestésicos, analgésicos, sedantes o tranquilizantes que serán utilizados. Indique el o los nombre(s) de(los) agente(s) usado(s), la dosis, ruta, frecuencia y duración de administración.

Sustancia	Dosis	Condiciones de Administración			Duración del Tratamiento	Responsable
		Volumen	Vía	Frecuencia		
NO APLICA						

G.3. Si hay animales indicados en la categoría C de la Tabla G.1., se debe justificar por qué está contraindicado el uso de anestésicos, analgésicos, sedantes o tranquilizantes durante, o después de los procedimientos que causan dolor o aflicción (incluya referencias).

NO APLICA

H. DISPOSICIÓN FINAL DE LOS ANIMALES

H.1. Eutanasia. Describa detalladamente el método de eutanasia. Si se usa un agente químico, especifique, dosis y ruta de administración. Si su método es físico o mecánico, describa y justifique el método a utilizar. Indique la(s) persona(s) encargada(s) de esta función. (Se sugiere revisar *The AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition, American Veterinary Medical Association, USA*).

NO APLICA

H.2. Eliminación de desechos. Describa brevemente el proceso de eliminación de los cadáveres de acuerdo con las normas de Bioseguridad de su Unidad. Si la eliminación es diferente a lo establecido, debe explicar el procedimiento en detalle y justificarlo.

NO APLICA

H.3. Mantenimiento de especímenes muertos. Describa la finalidad y las normas establecidas en cada caso (conservación en museos, docencia, otros).

NO APLICA

H.4. Supervivencia. Describa y justifique la disposición y destino de los animales en caso de experimentos o actividades docentes en que los animales no son eutanasiados al término del procedimiento.

Los sujetos siguen en su hogar después del fin de los experimentos.

I. SUBSTANCIAS ADMINISTRADAS A LOS ANIMALES QUE REQUIERAN CERTIFICACIÓN ESPECIAL

I.1. El uso de fármacos o sustancias peligrosas en la investigación con animales requiere de una aprobación separada. Es su responsabilidad contar con la(s) autorización(es) correspondiente(s). Si es relevante, adjunte las autorizaciones a este documento.

Nota: Si en su proyecto considera la utilización de agentes psicotrópicos, debe llevar un control y registro del uso de éstos. Además, todo excedente deberá ser comunicado a Unidad de Prevención de Riesgos y Bioseguridad de su unidad para su resguardo o eliminación.

Señale a continuación en las siguientes Tablas aquellas sustancias que utilizará.

SUSTANCIAS QUE NO REQUIEREN APROBACIÓN	Lista de sustancias
Agentes Biológicos	NO APLICA
Fármacos	NO APLICA
Otros	NO APLICA

SUSTANCIAS DAÑINAS PARA LOS ANIMALES O HUMANOS QUE REQUIEREN APROBACIÓN	Lista de sustancias y documentación, si corresponde
Radionúclidos	NO APLICA
Agentes Biológicos	NO APLICA
Drogas o químicos peligrosos	NO APLICA
ADN Recombinante	NO APLICA
Fármacos	NO APLICA
Otros	NO APLICA

J. CERTIFICACIONES DEL ACADÉMICO Y/O INVESTIGADOR RESPONSABLE DE LOS PROCEDIMIENTOS DESCRITOS EN ESTE PROTOCOLO

- J.1. Certifico** que, a mi juicio, la investigación propuesta no constituye una duplicación innecesaria de investigaciones previas.
- J.2. Certifico** que todas las personas bajo mi supervisión y responsabilidad que participan en los procedimientos con los animales, trabajarán de acuerdo con las normas y reglas éticas vigentes nacionales e internacionales.
- J.3. Certifico** que he revisado la literatura científica y base de datos pertinentes sin encontrar procedimientos válidos alternativos, o no estoy en condiciones de desarrollarlos.
- J.4. Confirmo** que he completado la Tabla en el ítem G.1
- J.5. Certifico** que los antecedentes presentados en este Protocolo **incluyen la totalidad** de los procedimientos con animales propuestos en el Proyecto.
- J.6.** Me comprometo a solicitar y obtener la aprobación del Comité de Ética, Bioética y Bioseguridad de la Universidad de Concepción antes de iniciar **CUALQUIER** cambio al Protocolo aprobado, **sea de procedimientos** como de **personal**.
- J.7. Certifico** que el personal que estará a cargo del manejo y o manipulación de los animales cuenta con experiencia, certificación o algún tipo de calificación que evite exponer a los animales a situaciones que ponen en riesgo su bienestar.
- J.8. Declaro** estar en conocimiento que es posible que realice **SEGUIMIENTO** por parte del Comité de Ética, Bioética y Bioseguridad de la Universidad de Concepción para confirmar el cumplimiento de este Protocolo.
- J.9. Certifico** que las personas involucradas en este protocolo han leído y aprobado la versión definitiva de este documento.
- J.10. Declaro** haber leído y estar informado de todos los instructivos sobre los procedimientos bioéticos de la Universidad de Concepción.

J.11. Académico Responsable del Proyecto:

Firma:

Rut:

8.4. Reporte de Comité de Ética sobre protocolo de experimentación sobre sujetos no humanos

**INFORME DE EVALUACIÓN
COMITÉ DE ÉTICA, BIOÉTICA Y BIOSEGURIDAD**

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Código proyecto	E21-2024				
Título del proyecto	DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA APLICACIÓN DE ENRIQUECIMIENTO DIGITAL PARA MEDIR LA SENSIBILIDAD A LA ILUSIÓN ÓPTICA "DELBOEUF" EN SUJETOS DE OTRAS ESPECIES QUE HUMANAS.				
Investigador/a responsable	JÉRÉMY BARBAY, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN (DIICC)				
Tipo de proyecto o actividad	INVESTIGACIÓN	DOCENCIA	TESIS/MEMORIA	INTERVENCIÓN/CONSULTORIA	OTRO
	x		x		

APRECIACIÓN GENERAL

Proyecto con los alcances claramente bien definidos en los que se incluye experimentación con aves (cotorras argentinas). La experimentación está bien descrita y con protocolos que aseguran que las aves no serán sometidas a situaciones de estrés ni se pondrá en riesgo su integridad. Se incluye el protocolo de manejo y cuidado de animales.

SUGERENCIAS DE MEJORA

Como se incluye el checklist de bioseguridad y compuestos químicos, al respecto se sugiere:

- Punto II: indicar en observaciones (si es el caso) que "no se manejan sustancias químicas en el Lab".
- Lo mismo para el punto V.

Código proyecto	E21-2024
Fecha de recepción:	07-10-2024
Fecha de respuesta:	18-10-2024
Timbre	COMITÉ DE ÉTICA, BIOÉTICA Y BIOSEGURIDAD FACULTAD DE INGENIERÍA U. DE CONCEPCIÓN

**COMITÉ DE ÉTICA, BIOÉTICA Y BIOSEGURIDAD
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**

Referencias

- [1] Google, April 2012, Firebase. firebase.google.com/docs. Accessed: 2024-09-14.
- [2] International conference on animal-computer interaction, 2016, About Animal - Computer Interaction. <https://www.aciconf.org/about-aci>. Accessed: 2024-09-14.
- [3] Julián Yanover e Interbricks SAS, 2008, Definicion.de. <https://definicion.de/ilusion-optica/>. Accessed: 2024-09-14.
- [4] Jérémy Barbay, Fabián Jaña-Ubal, and Cristóbal Sepulveda-Álvarez. Measuring discrimination abilities of monk parakeets between discreet and continuous quantities through a digital life enrichment application. *ACI '22: Proceedings of the Ninth International Conference on Animal-Computer Interaction*, pages 1–13, 12 2022.
- [5] Michael J. Beran and Audrey E. Parrish. Consistently inconsistent perceptual illusions in nonhuman primates: The importance of individual differences. *Animals (Basel)*., 12 2022.
- [6] JLR Delboeuf. “sur une nouvelle illusion d’optique”academie royale des sciences, des lettres et des beaux arts de belgique. *Bulletins*, 24:545–558, 1892.
- [7] Tyrone Lucon-Xiccato, Maria Elena Miletto Petrazzini, Christian Agrillo, and Angelo Bisazza. Guppies discriminate between two quantities of food items but prioritize item size over total amount. *Animal Behaviour*, 107:183–191, September 2015.
- [8] Clara Mancini. Animal-computer interaction: a manifesto. *Interactions*, 18(4):69–73, july 2011.
- [9] Maria Elena Miletto Petrazzini, Angelo Bisazza, and Christian Agrillo. Do domestic dogs (*canis lupus familiaris*) perceive the delboeuf illusion? *Animal Cognition*, 20(3):427–434, December 2016.
- [10] Audrey E Parrish, Sarah F Brosnan, and Michael J Beran. Do you see what i see? a comparative investigation of the delboeuf illusion in humans (*homo sapiens*), rhesus monkeys (*macaca mulatta*), and capuchin monkeys (*cebus apella*). *J Exp Psychol Anim Learn Cogn*, 2015.
- [11] Sota Watanabe, Yuriko HASE, and Noriyuki Nakamura. Do budgerigars (*melopsittacus undulatus*) perceive the delboeuf illusion?: A preliminary study with a simultaneous discrimination task. *Psychologia*, 59:121–135, 01 2016.