

Proyecto de Grado - 2022

Una mirada sociológica a la manera como hacemos diseño de interacción:

sistematización retrospectiva del proceso de prototipado de un
software científico para la identificación y etiquetado de cantos de
aves

Sebastián Restrepo-Quiceno (sebastianrestrepoq@gmail.com)

Tutor: Mauricio Guerrero Caicedo (mguerrero@icesi.edu.co)

Resumen

Este documento busca sistematizar, a modo de relato y en clave sociológica retrospectiva, la experiencia de diseño de un software científico para la identificación y etiquetado de cantos de aves. Se consigna no solo el proceso de diseño sino también los retos logísticos, metodológicos y relacionales del proyecto como ejes de la sistematización. Se busca, por un lado, que el documento sirva como insumo a cualquier persona que esté desarrollando un proyecto de diseño de este estilo, y por otro, que sirva a cualquiera interesado en tener un acercamiento a las relaciones e interacciones sociales en las que se produce la tecnología en la actualidad. Por este motivo, se ponen sobre la mesa las intersecciones entre las ciencias sociales y el diseño de interacción junto a algunos de los debates en que ambas disciplinas están inmersas alrededor de la tecnología. Finalmente, se describen los puntos de éxito de la propuesta y se realizan recomendaciones para proyectos futuros a manera de reflexión.

Keywords: Sociology of Design, Sociology of Technology, Systematization of Experience, Interaction Design, User Experience, Scientific Software, Human-Computer Interaction.

Palabras clave: Sociología del Diseño, Sociología de la Tecnología, Sistematización de Experiencia, Diseño de Interacción, Experiencia de Usuario, Software Científico, Interacción Humano-Computador.

Índice

Introducción	3
1.1. Metodología: ¿Por qué y cómo una sistematización de la experiencia?	3
1.2. Etiquetado de datos bioacústicos: ¿qué es y cómo llegamos al tema?	7
1.3. El proceso de diseño y el modelo del doble diamante: ¿qué método seguimos?	9
A lo que vinimos: el desarrollo de nuestro proyecto	10
2.1 Descubrir: conociendo a nuestro usuario y su contexto	11
2.1.1. Acercamiento bibliográfico y estado del arte: ¿qué tiene por decir la experiencia de usuario sobre el software científico?	11
2.1.2. Pensando y planeando el trabajo de campo cualitativo como diseñadores	16
2.1.3. ¿Cómo se hace un análisis bioacústico?: entrevistas	17
2.1.4. ¿Cómo es el trabajo del analista de datos bioacústicos?: inmersión de la experiencia y observación participante	19
2.1.5. Explorando cómo sería realizar investigaciones bioacústicas usando el micrófono MONAC a través de investigación contextual.	20
2.2. Definir: identificando la problemática e ideando una solución	21
2.3 Desarrollar: prototipando y evaluando nuestra solución	24
2.3.1. Un primer acercamiento: vista general del diseño de interfaz del software	24
2.3.2. Evaluación del módulo de gestión de proyectos	25
2.3.3. Producto Mínimo Viable (MVP): construcción de la interfaz principal de identificación y etiquetado	26
2.3.4. Diseño atómico y evaluación de las propuestas de diseño usando técnicas mixtas	27
2.3.5. Prueba final de desempeño respecto al mercado actual usando técnicas mixtas: BioViz vs Arbimon II	36
2.4 Entregar: sustentando una tesis en DMI	38
2.5 Por fuera de la formalidad de la tesis: viaje a Alemania y póster académico	39
2.5.1. El concurso que llevó nuestro proyecto a Alemania	39
2.5.2. Presentando un póster en la conferencia HCI International 2021: la segunda es la vencida	40
Reflexión final: la experiencia de usuario como herramienta para la apropiación tecnológica	40
3.1. ¿Qué tienen en común el diseño de interacción, la interacción humano-computador y las ciencias sociales?	40
3.2. ¿Para qué diseño centrado en el usuario?: diseñando para la apropiación tecnológica	44
3.3. Conclusiones y recomendaciones para trabajos futuros desde los ejes de la sistematización	45
Referencias	47
Anexos	52

1. Introducción

Antes de embarcarme en el viaje de estudiar sociología en 2019, decidí primero ser diseñador de medios interactivos (DMI). El diseño de interacción, nombre estándar con el que se le conoce a la disciplina a nivel internacional, es relativamente reciente. La Interaction Design Foundation (2012) lo define como: “el diseño de productos y servicios digitales en donde el diseñador incluye al usuario en el desarrollo del producto que van a usar”. Se trata entonces de una profesión que literalmente diseña la interacción entre el humano y los productos digitales, por lo general aplicaciones móviles, páginas web, instalaciones interactivas o visualizaciones de datos. Por cosas de la vida, yo hice mi proyecto de grado de DMI en el año 2019 al mismo tiempo en que empezaba sociología. Y aunque en ese momento aún *no pensaba muy sociológicamente*, como diría Bauman (1990), llegó la hora de que le dé una mirada como científico social al proyecto que hice en conjunto con Paula García, amiga y compañera de tesis.

Nuestra tesis consistió, en pocas palabras, en el prototipado de una aplicación web para ayudar a biólogos a identificar y etiquetar cantos de aves. Hago énfasis en nuestra porque hacer dicho PDG, fue una experiencia muy interdisciplinar. Además de Paula, mi compañera de tesis en DMI, también participaron profesores de las facultades de Ingeniería y Ciencias Naturales de la universidad junto a biólogos y amantes del mundo de las aves que hicieron parte de la investigación. Por esa razón, me referiré en ocasiones al proyecto en plural, aunque este relato en particular estará narrado desde mi punto de vista como sociólogo-diseñador. Vale la pena también aclarar, que digo prototipado, porque la aplicación llegó hasta una fase de alta fidelidad, pero no fue implementada ni lanzada al mercado (por lo menos hasta el momento). Un prototipo de alta fidelidad es, según Pernice (2016), un diseño funcional bastante similar a una aplicación real y que suele permitir interacciones realistas usando el mouse y el teclado con el usuario, pero que aún no es un producto final.

Este relato tiene entonces el objetivo de sistematizar en clave sociológica mi experiencia realizando un proyecto de grado de diseño de medios interactivos. Como sociología es mi segunda carrera, todas las reflexiones aquí contenidas tienen una mirada retrospectiva.¹ Tendré en cuenta aspectos teóricos, metodológicos, logísticos y relacionales. Este ejercicio tiene dos propósitos más allá de ser mi tesis de grado de sociología: por un lado, recopilar la experiencia para que pueda servir como insumo a cualquier persona que esté realizando un proyecto de diseño de experiencia de usuario o de un sociólogo que esté interesado en el diseño. Por otro lado, tener una aproximación a la labor de los diseñadores que participamos en el proyecto y a la manera como hicimos diseño de interacción, pero con los lentes sociológicos puestos. Es decir, usando mi experiencia como recurso y dejándola conversar a manera de reflexión con algunas aproximaciones de lo que la teoría social tiene por decir sobre el diseño y la tecnología. A continuación, explicaré la metodología para lograr dicho objetivo.

1.1. Metodología: ¿Por qué y cómo una sistematización de la experiencia?

Esta es la primera vez que hago una sistematización de experiencia. Cuando me acerqué a leer sobre el tema, encontré que, de acuerdo a Jara (2018, p. 23) es muy común que las sistematizaciones se hagan en el campo de proyectos de intervención social. De hecho, así comenzó esta aproximación a hacerse presente en América Latina durante mediados del siglo pasado. También encontré que suele realizarse

¹ Cuando hice mi tesis de Diseño de Medios Interactivos en 2019 me encontraba en primer semestre de Sociología. Esta sistematización la escribo 2 años después, en 2022, y con una mirada que no tenía antes: ahora me encuentro en último semestre de Sociología y tengo una visión distinta del diseño después de haber terminado las materias de ciencias sociales. Por eso este producto es una reflexión sociológica en clave retrospectiva.

en el campo educativo sobre experiencias pedagógicas. Jara afirma (2018, p. 39) que se consolidó en procesos de educación para adultos y educación popular en búsqueda de alternativas a pedagogías más ortodoxas. Dicho lo anterior, es mucho menos común encontrar sistematizaciones sobre proyectos de diseño o de desarrollo de software. O por lo menos, yo no encontré.

La industria del software es cada vez más importante no solo a nivel mundial sino en nuestro país. De acuerdo a Forbes (2021), en Colombia la evolución histórica del mercado tiene un crecimiento del 17.6% anual, lo cual se considera bastante acelerado e importante en términos de generación de empleo. De hecho, según la misma revista (2020) cerca del 46% de las empresas de software y tecnologías de la información (TI) fueron creadas en los últimos cinco años. Más allá del mundo económico, inevitablemente, las tecnologías digitales permean casi todas las esferas de la vida social contemporánea como asegura Lupton (2015). Como ya lo habían señalado autores de los estudios en ciencia y tecnología como Bruno Latour, la manera cómo funciona y se desarrolla la tecnología se ha complejizado tanto, que se ha convertido en una “caja negra” a los ojos de la sociedad (Fanjul, 2018). La sociología tiene un rol crucial en desactivar esa caja negra y mostrar las relaciones que se entretienen en la construcción de artefactos tecnológicos. Si bien con esta sistematización no busco llegar a una generalización sobre el desarrollo de productos digitales, sí busco, a través de mi experiencia, tener un pequeño acercamiento a la manera como los diseñadores hacemos tecnología.

El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria PESA en Centroamérica (PESA) publicó en 2004 una *Guía Metodológica para la Sistematización* en donde señalan que las dos definiciones más importantes de sistematización son las del ya mencionado Oscar Jara en 1994 y Sergio Martinic en 1984. Para el primero se entiende como: “Interpretación crítica de una o varias experiencias que, a partir de su ordenamiento y reconstrucción, explícita la lógica del proceso, los factores que han intervenido en él, cómo se han relacionado entre sí y por qué lo han hecho de ese modo” (PESA, 2004, p. 16). Para el segundo: “un proceso de reflexión que pretende ordenar u organizar lo que ha sido la marcha, los procesos, los resultados de un proyecto, buscando en tal dinámica las dimensiones que pueden explicar el curso que asumió el trabajo realizado” (PESA, 2004, p. 16). Como señala el PESA, ambos coinciden en el énfasis en el buscar responder preguntas tales como: ¿Qué se hizo? ¿Por qué se hizo? ¿Por qué se hizo de esa manera y no de otra? ¿Qué resultados se obtuvieron? ¿Para qué sirvieron esos resultados y a quiénes sirvieron? Sin embargo, difieren en el hecho de que para Martinic la sistematización debe hacerse por alguien externo al equipo mientras que para Jara debe ser por los mismos participantes de la experiencia. Para efectos de este relato, usaré el enfoque metodológico propuesto por Jara.

Oscar Jara publicó un texto llamado *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles* (2018) en donde argumenta que la sistematización de experiencias es un concepto en construcción, pero que se centra en cinco afirmaciones comunes:

- Es un proceso de reflexión individual y colectivo.
- En torno a una práctica realizada o vivida.
- Que realiza una reconstrucción ordenada de lo ocurrido en ella.
- Provoca una mirada crítica sobre la experiencia
- Produce nuevos conocimientos.

Para Jara (2018, p. 47) esto, a su vez, puede ser de utilidad para lograr:

- Comprender más profundamente nuestras experiencias y así poder mejorarlas.
- Intercambiar y compartir nuestros aprendizajes con otras experiencias similares.

- Contribuir a la reflexión teórica con conocimientos surgidos directamente de las experiencias.
- Para retroalimentar orientaciones y directrices de proyectos o instituciones grandes a partir de los aprendizajes concretos que vienen de las diversas experiencias particulares.
- Fortalecer la identidad colectiva de una institución u organización.

La experiencia en sociología

La experiencia es importante en este documento por dos razones: la primera porque al ser una sistematización de un proceso, el énfasis está puesto en ella, en las relaciones e interacciones diarias que hicieron el proyecto posible y los aprendizajes y aspectos por mejorar que quedaron. La segunda porque el proyecto se enmarca en el paradigma del diseño de experiencias usuario, muy común por estos días a la hora de desarrollar productos digitales.

Más allá de eso, la experiencia es un fenómeno social que nos ha interesado a los científicos sociales desde hace mucho tiempo, incluyendo a los sociólogos. De acuerdo a Galindo (2011), Erving Goffman entendía una experiencia como una franja de interacción particular definida por determinados marcos sociales donde participa una persona y que determinan el intercambio de información suficiente para que esta sea exitosa. Dado el enfoque microsociológico de Goffman, le interesaba más la manera como las personas creaban el orden social en las pequeñas interacciones sociales del día a día, que las experiencias de largo plazo como realizar una tesis durante un año. Sin embargo, en las sistematizaciones de la experiencia sí nos interesa el largo plazo, preservando además el interés en las relaciones y las micro interacciones entre actores del enfoque goffmaniano. François Dubet ha sido otro sociólogo muy interesado en el análisis de las experiencias sociales. De acuerdo a Gutiérrez (2011, p. 883), para Dubet, la sociología de la experiencia se diferencia de la sociología clásica y de la sociología de la acción. De la primera en el hecho de que el énfasis ya no está en el estudio de la sociedad a gran escala y cómo los individuos la interiorizan. De la segunda en que no ve a los individuos como agentes que se encuentran a su propia merced sin tener en cuenta el rol que desempeñan las grandes instituciones. En todo caso, es una sociología que está más cerca de los individuos, sus vivencias, subjetividades y relaciones con el mundo que les rodea.

La sistematización de la experiencia personal de hacer la tesis en diseño

La sociología de la experiencia entonces, según Gutiérrez, es una herramienta de análisis intermedia en la que se designan las conductas individuales y colectivas dominadas. Para efectos de esta sistematización, defino la experiencia retomando aspectos tanto de Goffman como Dubet. Entendiéndola entonces como la franja de interacciones que ocurrieron durante el desarrollo de mi tesis de diseño durante el año 2019 y que permitieron que el orden social ocurrido para realizarla existiera con éxito. Para esto último, tendré en cuenta tres ejes de sistematización, entendiéndolos, de acuerdo a Jara (2018, p. 146) como: “la columna vertebral que nos comunica con la experiencia y sobre la que estará el foco de atención como un hilo conductor”. En este caso, mis ejes son (ver Figura 1): el **logístico**, que comprende las estrategias que tuvimos que asumir, el **metodológico** que se enfoca en describir los métodos y procesos de investigación en diseño que usamos, y el **relacional** que comprende en describir las relaciones sociales que tuvimos con todos los actores involucrados en el proyecto y los retos emocionales que ello mismo implica.

La experiencia de usuario

La experiencia, además, es un concepto que volverá a estar presente en este documento, porque nos importa también mucho a los diseñadores de experiencia de usuario. Podríamos entenderla también desde Goffman, como una franja de interacción, un intercambio de interacciones, pero enfocada en la relación entre un usuario y un producto digital. Sobre esta perspectiva teórica reflexionaré más adelante

desde Marc Hassenzahl, el autor que abordé para la tesis de diseño y que ahora se vuelve aún más relevante en tanto considero que la experiencia de usuario es un concepto que puede ser muy interesante poner a conversar con la sociología de la experiencia. En resumen, para Hassenzahl y Tractinsky (2006) no hay mucha diferencia entre la experiencia de usuario y la experiencia en general, pero reconoce que la experiencia de usuario (UX) se ha convertido en una palabra de moda desde los 2000's ya que a medida que la tecnología maduró, los productos interactivos se volvieron no solo más útiles y usables, sino también atractivos y fascinantes. Hay entonces cada vez más una dimensión en la cual la tecnología no es un objeto puramente funcional, sino que también está pensado para generar satisfacción en quienes la utilizan. Y aunque las experiencias pueden ser positivas o negativas, es en esa dimensión donde los diseñadores intentamos realizar un proceso sistemático para desarrollar productos que generan bienestar en la vida diaria de las personas, en donde cabe cada vez más el concepto de experiencia.

Materiales y método para la sistematización

Finalmente, cabe aclarar que para realizar este relato no solo haré uso de mi memoria sino también de la de las personas que me acompañaron durante el proceso. Paula García, mi compañera de proyecto en DMI hace dos años, Carlos Arce y Daniel Gómez, mis tutores en DMI, y Gustavo Londoño, el profesor del programa de biología que estuvo acompañando el proyecto. También revisaré de nuevo los archivos y entregables que se usaron en su momento. El documento de PDG de diseño que hice con Paula y su bibliografía será la base de este relato, del cual extraigo gran parte del proceso para transformarlo aquí en clave de reflexión (García-Muñoz y Restrepo-Quiceno, 2019). También utilizaré las presentaciones, los prototipos, y por supuesto, los resultados del trabajo de campo (entrevistas, observación participante e investigaciones contextuales) y pruebas de usuario que se realizaron en su momento como insumo. Finalmente, realizaré una nueva revisión teórica adicional que complementará la que hicimos mi compañera y yo en su momento, esta vez desde la relación de la interacción humano-computador y la experiencia de usuario con las ciencias sociales. Esto último con el fin de entender con un lente teórico-sociológico el proceso de diseño de productos digitales centrado en el usuario. Todo esto con el propósito de cumplir el objetivo general de comprender el proceso de desarrollo del software científico para la identificación de cantos de aves de manera sistemática desde una mirada sociológica retrospectiva. Y los objetivos específicos de 1) detallar el proceso de diseño del software, 2) describir las relaciones sociales inmersas en el proceso de diseño del software y 3) reflexionar sobre la relación entre la sociología y el diseño de interacción en el marco del proyecto (ver Figura 1).



Figura 1. Objetivos y ejes de la sistematización. Fuente: elaboración propia.

1.2. Etiquetado de datos bioacústicos: ¿qué es y cómo llegamos al tema?

Paula y yo queríamos llegar a la primera semana de clase con el tema ya definido así que en vacaciones nos reunimos para tantear algunas posibilidades en una sesión de ideación. Divagamos sobre varias ideas: estrategias pedagógicas para enseñar a niños a leer datos, uso de datos para toma de decisiones de políticas públicas, uso de datos para la conservación de la biodiversidad, etc. Después de un par de horas había una variedad muy distinta de posibilidades, pero con un consenso claro: ambos queríamos hacer algo relacionado con datos. Es decir, queríamos que nuestra solución de diseño contuviera el uso de datos. Esto iba un poco en contra de lo que usualmente se recomienda en el proceso de diseño, en el sentido de que, durante la carrera, los profesores siempre nos habían dicho que nos enfocáramos primero en entender una problemática, y después, con el trabajo de campo hecho, pensar en la solución. Sin embargo, teníamos un sesgo por un tema que nos apasionaba. Intentamos en todo caso enfocarnos en la problemática y no pensar mucho en la solución para mantener la mente abierta.

Dejamos hasta ahí nuestra lista de temas. Un mes después, el semestre comenzó y aún no teníamos claro qué hacer, así que fuimos a hablar con algunos profesores con los que habíamos tenido buena relación durante la carrera para saber si tenían proyectos de nuestro interés, y de paso, ser nuestros tutores. En ese momento nos encontramos con Carlos, un profesor de ingeniería de sistemas con el que habíamos visto una electiva y construido una buena relación al punto de que ya habíamos escrito un par de artículos académicos que habían sido publicados en revistas académicas con su colaboración. Cuando le contamos la variedad de temas que habíamos pensado trabajar ninguno le llamó mucho la atención hasta que le mencionamos el tema de la biodiversidad. Muy alegre, el profesor nos contó que se había ganado una convocatoria de inter facultades dentro de la universidad para hacer un proyecto de investigación con el programa de biología en donde se integraran ciencias naturales e ingeniería. La convocatoria premiaba con presupuesto a los profesores dentro de la universidad que presentaran los proyectos interdisciplinarios más innovadores. Gracias a ello, Carlos estaba trabajando junto con un profesor de biología, Gustavo, especialista en ornitología y dos estudiantes de la maestría en ingeniería de la Universidad: Sergio, ingeniero electrónico de profesión y Daniela, diseñadora industrial.

En el marco de este proyecto, Sergio y Daniela estaban desarrollando un micrófono llamado MONAC que permitiera grabar los cantos de las aves en la estación biológica de Anchicayá (Icesi, 2019). Aunque ya existen micrófonos de este tipo en el mercado internacional, no suelen ser muy buenos debido a que son muy costosos y se dañan fácilmente porque no están hechos para las condiciones tropicales de nuestra región. Carlos nos dijo que MONAC buscaba ser un sistema de grabación de bajo costo (<300 dólares) y sería capaz de recolectar miles de horas de cantos de las aves. Dicho sistema lograría obtener una mejor calidad de datos y nuevos alcances como la ubicación espacial de los individuos que están vocalizando, es decir, de qué dirección viene un sonido en particular gracias a sus 6 canales. El monitoreo de la biodiversidad no es nuevo, y surge en biología de la necesidad e interés en evaluar el impacto de las actividades humanas en las poblaciones de animales silvestres y decidir las acciones más efectivas para la conservación de la naturaleza. Bardeli et al. (2010) argumentan en ese sentido la importancia de tener información sobre la magnitud de los cambios en el entorno de vida silvestre.

Los métodos de monitoreo de la biodiversidad que se utilizan tradicionalmente requieren de trabajo manual y de biólogos expertos, por lo que son limitados y costosos. Conseguir buenos equipos es costoso, y en Colombia existen pocos expertos en la materia. Los métodos tradicionales son: caminatas de avistamiento por puntos de conteo que consisten en la observación de forma visual y acústica de los individuos realizada por expertos en campo en el que se hace un censo a modo de monitoreo demográfico y el anillamiento de las especies a través de áreas de captura con redes de niebla y búsqueda

de nidos (Ralph et al., 1996; Suárez-García, González-García y Celis-Murillo, 2017). Sin embargo, en la búsqueda de los científicos por facilitar el conteo y disminuir el margen de error, junto con el auge de las nuevas tecnologías y la digitalización han empezado a utilizar el monitoreo bioacústico remoto, del que MONAC hace parte. En este método no es necesario que expertos estén todo el tiempo en el campo para obtener los datos. Esto se hace por medio de Unidades de Grabación Autónomas (ARU, por sus siglas en inglés) que los biólogos dejan en campo durante un tiempo y luego pueden recoger junto con los datos. En pocas palabras, MONAC es una ARU.

Siendo Colombia el segundo país más biodiverso del mundo de acuerdo al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación - MinCiencias (2016), los datos recogidos por este tipo de micrófonos son útiles para que los biólogos puedan medir la biodiversidad y así saber qué decisiones tomar para fomentar la conservación. En biología, a esto se le conoce como recolección de datos bioacústicos y, de hecho, el Fondo Mundial para la Naturaleza - WWF (2017) señaló en su informe *Colombia Viva* la importancia que tiene la cuantificación de la biodiversidad y la necesidad que existe por fomentar la recolección de este tipo de datos. Sin embargo, como explica Villanueva-Rivera (2015) la gran cantidad de datos que suelen recolectar estos micrófonos terminan convirtiéndose en una gran cantidad de archivos que los biólogos deben sentarse a escuchar y etiquetar de manera manual. Etiquetar significa básicamente sentarse a escuchar los cantos de las aves con el fin de identificar qué especie está cantando para posteriormente llenar una base de datos en Excel donde quedara anotado qué especie de ave cantó, en cuál audio y en qué segundo exacto de grabación, labor que pudimos comprobar en el trabajo de campo, era tan desgastante como sonaba.

Para Villanueva-Rivera (2015), uno de los grandes retos de las ARU 's son los desafíos para los investigadores en términos de archivar, consultar, analizar y recuperar la gran cantidad de archivos de sonido que estas pueden generar. Carlos nos propuso entonces, que, como diseñadores de medios interactivos, hiciéramos un software que le facilitara la vida a los biólogos a la hora de identificar los cantos de las aves en grandes bases de datos bioacústicos recogidos previamente por MONAC. También nos dijo que debido a la gran cantidad de trabajo que tenía en ese momento en la facultad, le quedaba difícil ser nuestro tutor por sí solo, así que nos ofreció la posibilidad de hablar con otro profesor para que nos acompañara. Se trataba de Daniel Gómez, un ingeniero apasionado por los temas relacionados con analítica y visualización de datos, sonido y computación musical, inteligencia artificial y ciencia cognitiva. Ya habíamos visto clase con él en DMI y sabíamos que el tema se adaptaba muy bien a sus intereses.

Aceptamos el proyecto. No solo nos encantaba la idea de que, por alguna razón, el proyecto parecía hecho para nosotros (estaba relacionado con el manejo de datos y con la conservación de la biodiversidad). También nos gustaba mucho la idea de que pudiéramos trabajar en un equipo multidisciplinar con buenos profesionales y profesores con los que teníamos buena sintonía (ver Figura 2). Como diría Pierre Bourdieu (1986), el proyecto contaba con un amplio capital social para ser una tesis de diseño de pregrado. El cómo llegamos a este tema no es un dato menor. Creo que al reflexionar sobre ello me hizo sentido por qué, en últimas, Latour y Woolgar (1979) dicen que la ciencia y la tecnología también están construidas socialmente. Y que, en todo caso, no puede entenderse por fuera de las redes y relaciones sociales de los individuos que la realizan. En este proyecto mi compañera y yo fuimos actores pasivos y activos al mismo tiempo. En primer lugar, nos insertamos a entender el lenguaje de los biólogos y el cómo hacen ciencia. Para, en segundo lugar, crear una herramienta como resultado de un proceso de innovación y de la que se apropiaron y adoptaron para hacer ciencia. Vimos y entendimos un poco de cómo se hacía la ciencia, creamos tecnología para la producción científica y,

finalmente, creamos un prototipo capaz de influir en la forma como los biólogos hacen ciencia. El cómo viene a continuación.



Figura 2. Esquema de redes sociales dentro del proyecto. Fuente: elaboración propia.

1.3. El proceso de diseño y el modelo del doble diamante: ¿qué método seguimos?

El pensamiento sistémico para la resolución de problemas es propio de muchas disciplinas como la ingeniería, y más recientemente, el diseño. Por eso, se han creado una gran cantidad de modelos, series de pasos para alcanzar objetivos durante el desarrollo de proyectos tecnológicos. El modelo del doble diamante es uno de ellos. Propuesto por el Design Council (2007), es una serie de pasos a seguir para realizar proyectos de diseño. Se llama doble diamante porque tiene dos grandes fases (ver Figura 3). La primera busca entender un problema o una necesidad que tengan los usuarios. La segunda, se enfoca en desarrollar una solución al problema encontrado en la primera fase. Cada diamante, a su vez, tiene dos subfases. Dependiendo si el diamante está abierto o cerrado significa que esa fase implica usar pensamiento divergente o convergente. La idea del pensamiento divergente es permitirse mayor libertad creativa-exploración, para luego, en la siguiente fase organizar las ideas. Además, el proceso busca ser iterativo, eso significa que, en caso de que algo salga mal, siempre se puede volver uno o varios pasos atrás e intentar de nuevo en caso de ser necesario. Las explicaré brevemente, pero serán desglosadas con mayor detalle durante el relato del proceso.

- **Descubrir:** en esta fase, el diseñador debe aplicar, principalmente, pensamiento divergente. El punto es encontrar posibles problemáticas a intervenir. Hay una gran cantidad de trabajo de campo, principalmente cualitativo en donde el diseñador debe recolectar grandes cantidades de información que le permitan empatizar con sus usuarios en la siguiente fase. El trabajo de campo también se puede complementar con búsqueda bibliográfica y teórica que pueda ser útil para entender el contexto y el estado del arte del problema.
- **Definir:** esta fase busca converger todos los datos recolectados en la fase anterior. Se usan técnicas de análisis cualitativo como *grounded theory* para encontrar hallazgos principales que permitan saber, específicamente, qué necesidad puntual del usuario se busca intervenir.

- **Desarrollar:** una vez es clara la problemática que se quiere intervenir, se realiza una fase de ideación de posibles soluciones.
- **Entregar:** Se elige una solución y se empieza a prototipar para después, realizar pruebas de usuario que permitan obtener retroalimentación directa de las personas. Se comienza con prototipos de baja hasta converger en un prototipo de alta fidelidad, que solucione la problemática que se planteó al inicio del proyecto.

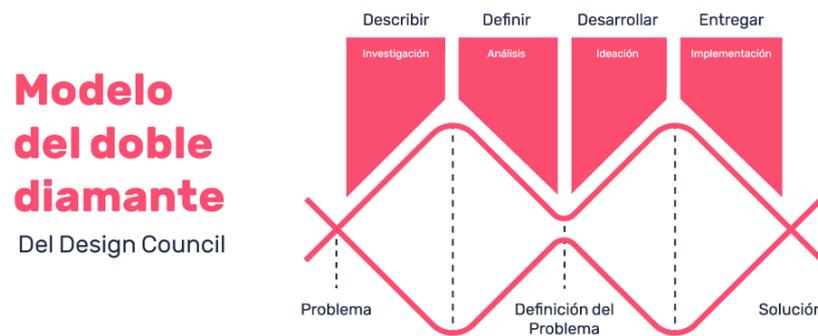


Figura 3. Modelo del doble diamante. Fuente: Acámica (2020) con base al modelo del Design Council.

Este no solo es el marco de acción que se usa en los proyectos de grado de diseño en la universidad. Es también el que nos enseñan a lo largo de la carrera para realizar proyectos de investigación en diseño y es uno de los más aceptados por la academia y la industria del diseño. Por eso y para tratar de ser lo más ordenado posible, usaré este esquema para explicar el proceso de desarrollo del software. Aunque vale aclarar que en la vida real el proceso fue (y suele ser) mucho menos esquemático (o lineal), y más orgánico, como el que se ve en la Figura 4.

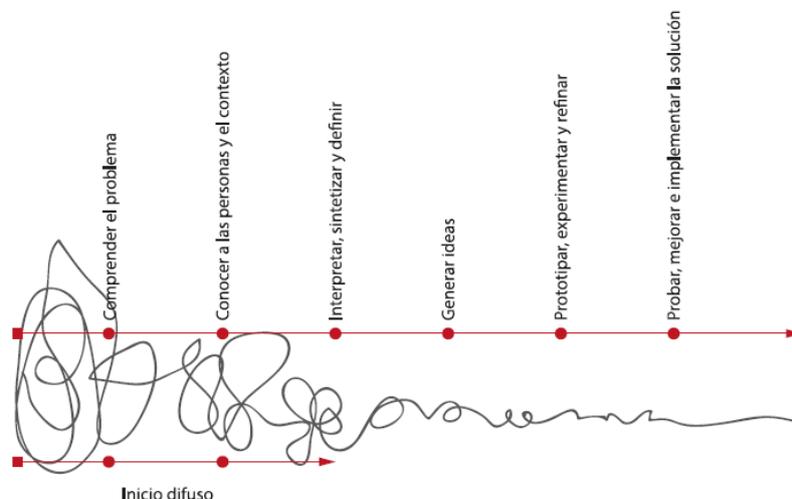


Figura 4. Proceso de co-diseño. Fuente: Adaptación de Javier Aguirre (2017) con base al modelo de co-diseño propuesto por Sanders y Stappers (2008).

2. A lo que vinimos: el desarrollo de nuestro proyecto

2.1 Descubrir: conociendo a nuestro usuario y su contexto

2.1.1. Acercamiento bibliográfico y estado del arte: ¿qué tiene por decir la experiencia de usuario sobre el software científico?

Lo primero que teníamos que hacer Paula y yo era empaparnos del tema, porque conocíamos muy poco de él y estábamos muy confundidos. Para eso hicimos dos actividades, la primera, una revisión bibliográfica para construir un marco teórico y la segunda una revisión de proyectos similares ya existentes a modo de estado del arte. A pesar de que nombro una actividad primero que la otra, realmente hicimos ambas cosas al tiempo mientras poco a poco comenzábamos el trabajo de campo que relataré en el siguiente punto por cuestión de orden.

Marco teórico

Comenzamos entonces la revisión bibliográfica para armar nuestro **marco teórico de diseño** buscando artículos académicos sobre tres puntos fundamentales: la investigación bioacústica, la experiencia de usuario y el diseño de software científico.

Bioacústica e investigación bioacústica

En primer lugar, encontramos que de acuerdo a Vallee (2018), la **bioacústica** se define como un campo interdisciplinario que une las ciencias biológicas y acústicas, utilizando tecnologías de sonido para registrar, preservar y analizar grandes conjuntos de datos de comunicaciones animales. Esta tiene aplicaciones prácticas especialmente en dos áreas: la conservación y el manejo de poblaciones naturales. Comprende desde los sonidos de individuos, su comunicación, ecolocalización, comportamientos hasta caracterización acústica de hábitats, identificación, clasificación, monitoreo, estimación; entre otros aspectos de estudios del individuo y su entorno (Erbe, 2016; McGregor, 2012). Usualmente, estos desarrollos surgen de los cuatro grupos principales de organismos que emplean señales acústicas para comunicarse: insectos, anfibios, mamíferos y aves (Tubaro P.L., 1999). Las tendencias en el tamaño de las poblaciones de aves son un indicador importante en la conservación de la naturaleza, pero medir tales tamaños es un proceso muy difícil y laborioso (Bardeli et al., 2010).

Encontramos además que la **investigación bioacústica**, no solo puede entenderse como un proceso científico y metodológico, sino también, como un proceso que incluye variables más complejas desde el punto de vista de la experiencia humana de los investigadores. Vallee (2018) habla sobre el sonido y los actores presentes en su uso colaborativo y empírico usando la tesis de Henriques (2012) acerca de que 'sonar' en la investigación bioacústica une todo lo que implica la producción de sonido: humano (investigadores), no humano (aves, monos, peces, plantas) y para-humano (ARU y software de identificación de patrones). De esta manera, Vallee (2018) define la investigación bioacústica como una experiencia holística en la que se relacionan los científicos con la tecnología y su entorno. En retrospectiva, ahora me llama la atención el énfasis que ponía este autor en las relaciones de los actores tanto humanos como no-humanos en el proceso de investigación bioacústica.

Etiquetado de datos bioacústicos y visualización de datos

Una vez los investigadores recolectan los datos bioacústicos en campo, una de las fases más importante a seguir es el **etiquetado**, punto esencial de nuestro proyecto. Para categorizar diferentes tipos de sonidos y estudiarlos por separado, el etiquetado se introduce en el área de análisis de sonido. El acto de **etiquetar**, en este contexto, se refiere a la acción de agregar texto basado en metadatos y anotaciones a datos específicos no textuales (Duan, Zhang, Roe y Towsey, 2012). Con el fin de automatizar este proceso como una alternativa a la técnica manual, se han desarrollado programas y algoritmos de

inteligencia artificial que realizan el análisis y etiquetado. Aun así, estos programas se enfocan demasiado en resolver problemas de funcionalidad y de aporte científico; ignorando aspectos de usabilidad y experiencia de usuario que los hacen difíciles de usar (Ramakrishnan & Gunter, 2017). En este sentido, los desarrolladores de inteligencia artificial terminan ignorando que esta puede ser un material del diseño de interacción. Es decir, una herramienta que puede ayudar a los usuarios a tomar decisiones, y no necesariamente un reemplazo de los mismos (Konigsberg, 2018).

De hecho, autores como Tam, Kothari y Chen (2017) argumentan que cuando se le da un enfoque centrado en el humano a proyectos de desarrollo de inteligencia artificial se obtienen mejores resultados que cuando se usan métodos únicamente centrados en la máquina. Además, como argumentan Towsey, Truskinger, & Roe (2016) a pesar del desarrollo de técnicas automatizadas, la acumulación de registros ambientales todavía presenta un problema clásico de big data: la adquisición de datos es fácil, pero la curación, la búsqueda, el análisis y la visualización de los datos presentan un problema considerable.

En ocasiones se utilizan también técnicas manuales de etiquetado donde el usuario debe cortar y renombrar las regiones de interés de un sonido específico. Esto lo realiza visualizando el sonido a través de espectrogramas, que es una forma visual de representar el sonido teniendo en cuenta tres dimensiones: tiempo, frecuencia y energía (ver Figura 5). Estos datos visualizados simplifican el proceso de identificación de variaciones en las corrientes acústicas, una práctica previamente reservada solo para oídos humanos entrenados para identificar y catalogar especies (Vallee, 2018). En este punto entra a ser de vital importancia la forma en la que se **visualizan los datos bioacústicos** a analizar. Esto se debe a que la visualización debe facilitar la navegación y presentar información significativa sobre el contenido acústico en cada escala antes de escuchar el audio subyacente (Towsey, Truskinger, & Roe, 2016).

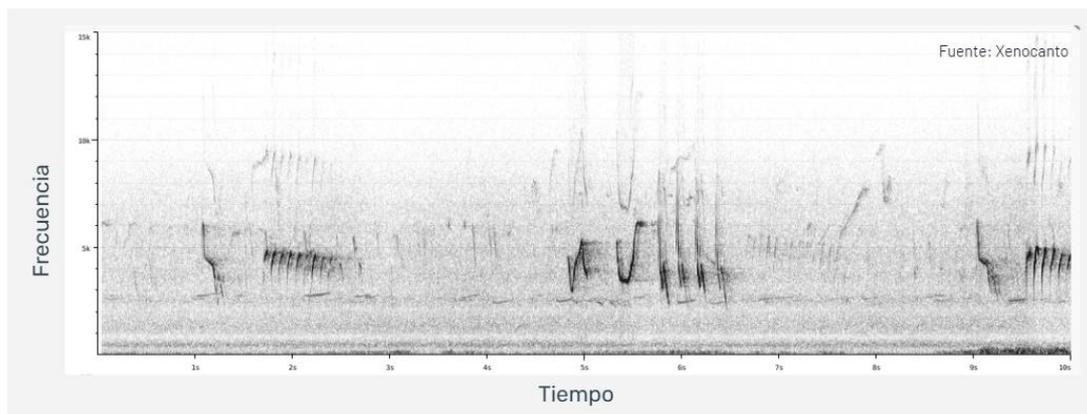


Figura 5. Espectrograma tomado de Xenocanto.

Según Towsey, Truskinger, & Roe (2016) en el contexto ecológico, el espectrograma sigue siendo la representación visual más útil porque hace explícita la información importante de tiempo y frecuencia, lo que la hace más efectiva con relación a las demás, por lo que ayuda a cumplir con los objetivos de una visualización. Ya que como argumenta Mahapatra en un foro de Research Gate (2014):

"El objetivo de una visualización de datos efectiva no es solo sacar conclusiones interesantes, sino también eliminar información sin sentido (es decir, ruido). Cuando se presenta al usuario en un contexto definido, la primera impresión de una visualización debe desencadenar acciones previstas. Decisiones de diseño como la abstracción de datos según la capacidad cognitiva del usuario y la agrupación de grupos de datos según objetivos funcionales juegan un factor muy importante".

Interacción humano-computador, experiencia de usuario y enganche de usuario

Como había mencionado antes, desde el diseño de interacción, al igual que en la sociología, la experiencia es cada vez más importante. Particularmente, el campo de la **interacción humano-computador (HCI)** ha sido testigo de un creciente interés en una perspectiva experiencial en el diseño y evaluación de productos interactivos (Hassenzahl, 2010; Hassenzahl & Tractinsky, 2006). De acuerdo a Dam & Soegaard (2012) no hay diferencia entre la experiencia en general y la experiencia de usuario mientras se enfoque en las experiencias creadas y moldeadas por productos interactivos. Esta perspectiva coincide con la que había mencionado al inicio del relato sobre la experiencia de usuario como una franja de interacción usuario-producto si intentáramos adaptarla al enfoque goffmaniano de experiencia social. La experiencia del usuario es solo una subcategoría de experiencia, centrada en un mediador particular, es decir, productos interactivos. Psicológicamente, una experiencia surge de la integración de la percepción, la acción, la motivación y la cognición en un todo inseparable y significativo (Dam & Soegaard, 2012). Es por esto que Kahneman (1999, p.7) habla de ella como un flujo de sentimientos, pensamientos y acción; un continuo comentario sobre nuestro estado actual de cosas.

Por su parte Mark Hassenzahl (2010, p. 8), uno de los pioneros de los estudios académicos en experiencia de usuario, la define como:

"Un episodio, un pedazo de tiempo en que se pasaron por [...] imágenes y sonidos, sentimientos y pensamientos, motivos y acciones [...] estrechamente unidos, almacenados en la memoria, etiquetados, revividos y comunicados a otros. Una experiencia es una historia, que surge del diálogo de una persona con su mundo a través de la acción”.

Hassenzahl, además, argumenta que la **experiencia** cuenta con 5 propiedades fundamentales:

- **Subjetiva:** Surge a través de situaciones, objetos, personas, sus interrelaciones y su relación con el experimentador, pero se crea y permanece en su cabeza.
- **Holística:** Se compone de percepción, acción, motivación y cognición. La distinción abstracta entre los *logros del ser*, que proporcionan significado, motivación y emoción a una actividad, *logros del hacer*, que capturan resultados concretos y deseados de actividades y planes para lograr esos resultados, y *logros motores*, que regulan las actividades de manera operativa más ligadas a ser evaluadas desde la usabilidad (como agarrar, arrastrar, presionar botones, etc.).
- **Situada:** Surgen de la integración de la acción, la percepción, la motivación, y la emoción, sin embargo, todo está en un diálogo con el mundo en un lugar y tiempo particular.
- **Dinámica:** extendida en el tiempo. El orden, el momento y la prominencia de los momentos individuales afectan la experiencia general.
- **Valiosa:** Las experiencias positivas merecen la pena, porque satisfacen necesidades psicológicas universales. Sin embargo, las experiencias negativas también pueden valer la pena si permiten un fin más elevado y valioso.

La **experiencia** aborda los aspectos satisfactorios, como las necesidades satisfechas y las emociones emergentes; y los insatisfechos, como problemas de usabilidad o problemas técnicos, en pie de igualdad en su naturaleza holística (Hassenzahl, 2010). La experiencia de usuario no solo es algo difícil de definir sino también difícil de operacionalizar para medir de forma cuantitativa como la mayoría de fenómenos sociales. Para ello, O'Brien, Cairns, & Hall (2018) proponen el **enganche de usuario** como una métrica útil para conocer qué tanto éxito tiene un producto próximo a lanzarse en un mercado, teniendo en

cuenta la calidad de la experiencia al realizar una actividad en un software en general. Este, a su vez, tiene las siguientes dimensiones en el marco de la UES (Escala de Enganche del Usuario o *User Engagement Scale* por sus siglas en inglés) que pueden ser tenidas en cuenta a la hora de evaluar la experiencia: atención enfocada, usabilidad percibida, apariencia estética y recomendabilidad. Más adelante explicaré cómo usamos este método para medir la experiencia de usuario de nuestro software.

Experiencia de usuario para software científico

Aunque las herramientas de software científico existen principalmente para mejorar la eficiencia del flujo de trabajo o para abrir las puertas a un nuevo descubrimiento científico, deben ser útiles y usables para los científicos (Macaulay et al., 2009). El impacto de los computadores en la investigación científica va más allá de su uso como meras herramientas para administrar datos, escribir artículos o comunicarse con colegas. Las computadoras procesan la información, y la información es el recurso central de la ciencia (Hinsen, 2018). Esto hace que dichos softwares suelen ser complejos y contengan muchas funcionalidades por lo cual, aquellos que trabajan en entornos de desarrollo de software científico académico enfrentan los mismos problemas que los desarrolladores en entornos comerciales (Macaulay et al., 2009). Sin embargo, la presión sobre los desarrolladores de software científicos se ha centrado solamente en la creación de nuevo conocimiento científico, e históricamente el énfasis hecho en la calidad del software ha disminuido más de lo que se ve en la ingeniería de software tradicional (Carver, 2009). Debido a esto, muchos científicos aún deben trabajar con software personalizado mal diseñado o buscar sus propias soluciones desde cualquier aplicación de software disponible en sus laboratorios (Macaulay et al., 2009).

Esto se suma a que los científicos generalmente tienen muy poco o nada de entrenamiento o experiencia en ingeniería de software, en comparación con ese gran interés por el desarrollo de ciencia computacional (Queiroz, Silva, Miller, Brockhauser, & Fangohr, 2017). Dicho interés se debe a que, a pesar del auge de sistemas que automatizan procesos, estos requieren de datos como base para su funcionamiento. De igual forma, la naturaleza dinámica de los proyectos científicos y las complejas funciones del personal en los proyectos hace que sea difícil aplicar metodologías clásicas de investigación de usuarios de la industria (Ramakrishnan & Gunter, 2017). Heaton y Caver (2015) argumentan que es necesario adoptar prácticas de lo tradicional al contexto científico para aumentar su calidad. Esto requiere de una buena arquitectura de la información y de usabilidad entendiéndolas como:

Arquitectura de la información: la práctica de decidir cómo organizar las partes de algo para que sea entendible (The Information Architecture Institute, s. f.).

Usabilidad: medida en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos, para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en su contexto (ISO 9241-11, 1998; Lau et al., 2014) Siendo así:

- **Usuario:** persona que interactúa con el producto.
- **Objetivo:** Resultado esperado.
- **Eficacia:** precisión e integridad con la que los usuarios logran objetivos específicos.
- **Eficiencia:** los recursos gastados en relación con la precisión y la integridad con que los usuarios logran los objetivos.
- **Satisfacción:** libertad de incomodidad y actitudes positivas hacia el uso del producto.
- **Contexto de uso:** usuarios, tareas, equipos (hardware, software y materiales) y los entornos físicos y sociales en los que se utiliza un producto.

Estos son conceptos importantes en el desarrollo de cualquier software, ya que garantizan que el usuario tenga el mejor desempeño posible para lograr su objetivo. En este caso no puede ser ajeno al contexto científico, pues es una herramienta utilizada en largos periodos de tiempo por ser el centro del trabajo de algunas personas. Sin embargo, Ramakrishnan y Gunter (2017) también argumentan que la investigación de la experiencia del usuario debe estar estrechamente integrada con el ciclo de vida del desarrollo de software para que este sea sostenible para la ciencia. Es decir que no basta con mejorar el enfoque orientado a ayudar a los usuarios con sus logros motores, sino que también se deben crear experiencias holísticas que les permitan alcanzar los logros del ser y del hacer. Todo esto debe ser enfocado en entender el contexto en el que se desarrollan los científicos, para satisfacer de mejor manera sus necesidades.

Estado del arte

Luego pasamos a realizar un **estado del arte** de los softwares y hardwares usados más comúnmente por los biólogos. Revisamos cerca de 10 tecnologías y llegamos a varias conclusiones. Teniendo en cuenta las herramientas que actualmente se utilizan para llevar a cabo un monitoreo remoto de la biodiversidad de aves de un área, encontramos que todas las plataformas permiten y hacen énfasis en la visualización de los datos acústicos a manera de espectrogramas. E incluso en algunas de ellas se pueden hacer ajustes en su vista para facilitar la identificación con patrones visuales. Aunque este trabajo de etiquetado sigue siendo muy manual y necesita de los humanos para realizarlo, es decir, está muy lejos de ser totalmente automatizado. Esto se debe a que los investigadores necesitan verificar que la identificación se haga lo más certeramente posible.

Como se puede ver en la Tabla 1, algunas de las herramientas (casi la mitad de ellas) ofrecen un sistema semi-automatizado para facilitar la identificación y reducir el trabajo manual realizado por los usuarios que lo utilicen. Eso sí, la mayoría son de pago. En algunas, esta funcionalidad está más desarrollada que otras. Solo una de ellas (Arbimon II) ofrece esta semi-automatización junto a la funcionalidad de poder debatir con otros usuarios, por el mismo medio, la identificación de algún sonido encontrado similar al concepto de la plataforma web de Xeno-Canto.

Arbimon II fue la herramienta más reciente y completa de las que revisamos. Se considera la más completa debido a que fue desarrollada específicamente con fines científicos, es decir para la investigación bioacústica. Esto la termina diferenciando de otras que ofrecen un servicio más general para todo tipo de audio, y por tal razón cumple con la mayoría de funcionalidades requeridas en un análisis de datos de monitoreo bioacústico. Al estar dirigida en ese enfoque, el equipo de Arbimon II consciente de la gran cantidad de minutos que muchos investigadores tienen por analizar, ha estado implementando el concepto de modelos de cantos para la automatización y reconocimiento de especies a través de inteligencia artificial y machine learning. Sin embargo, al realizar el acercamiento del tipo Walk in a Mile Immersion, identificamos carencias en la experiencia e interacción con la plataforma. Estas carencias no solo las encontramos para Arbimon II, también se presentaron en menor grado en las demás herramientas que estudiamos.

Por otro lado, las herramientas menos costosas y gratuitas necesitan de otras para llevar a cabo el proceso de identificación. Es decir, con una de ellas organizan los archivos para ser analizados, en otras los visualizan e identifican las especies, con otras verifican la certeza de la identificación para finalmente registrar el listado de especies encontradas en el archivo analizado.

Finalmente, pudimos encontrar que hay una gran variedad de herramientas para llevar a cabo investigaciones bioacústicas. Para realizar la fase de recolección de datos todo está muy contemplado,

desde la facilidad de configurar la forma de trabajo del sistema desde el celular o computador del usuario, hasta la posibilidad de enviar los archivos grabados en el campo de forma rápida y fácil, sin tener en cuenta los costos de los equipos. Pasando a la fase análisis, las herramientas ofrecen gran variedad de funcionalidades para una visualización de los datos oportuna, etiquetado y anotación, almacenamiento, entre otros. Vale decir, que como ya habíamos encontrado en la revisión bibliográfica para el marco teórico, resultó siendo cierto que el software científico presenta muchas funcionalidades con la intención de abarcar todas las posibilidades para generar nuevo conocimiento. Debido a eso, las herramientas terminan quedando con carencias en el diseño de la experiencia e interacción y los usuarios, abrumados ante la alta curva de aprendizaje que suponen las herramientas pueden terminar desertando y migrando a sistemas más sencillos de reproducción de audio, así no necesariamente estén diseñados para la investigación bioacústica.

Aspectos que toman en cuenta las herramientas actuales	Arbimon II	Echo Meter Touch 2 PRO	Kaleidoscope	Raven PRO	Audacity	Syrinx	Xeno-canto	AudioMoth	Arbimon
Configuración de tiempos de grabación automática	N.A	10	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	10	10
Tratamiento de audio para mejorarlos	2	0	3	0	10	0	0	N.A	2
Visualización de datos acústico en forma de sonograma/espectrograma	10	10	10	10	10	10	10	N.A	N.A
Configuración del sonograma/espectrograma	0	0	8	8	6	5	0	N.A	N.A
Selección de patrones visuales sobre cantos	8	9	5	7	0	8	0	N.A	N.A
Automatización de identificación de patrones en el archivo	9	8	6	7	0	0	0	N.A	N.A
Acercamiento a zonas de interés para revisión del canto	5	0	0	7	10	0	0	N.A	N.A
Permite hacer diferenciación entre tipos de sonidos emitidos por las especies	9	0	0	2	0	0	8	N.A	N.A
Permite obtener opiniones de otros investigadores para la veracidad de la identificación de una especie	8	0	0	0	0	0	10	N.A	N.A

Grado de implementación

Nada  Mucho

Tabla 1. Estado del Arte.

2.1.2. Pensando y planeando el trabajo de campo cualitativo como diseñadores



Figura 6. Esquema de trabajo de campo. Fuente: Paula García y Sebastián Restrepo (2019).

A la par que teníamos ese primer acercamiento al mundo de las aves, nos lanzamos a campo. Como lo muestra la Figura 6, los hicimos en tres grandes etapas. La primera, buscaba entender cómo se hacía el análisis de datos bioacústicos por medio de entrevistas. La segunda, entender el trabajo del analista de datos bioacústicos por medio de una inmersión de la experiencia y observación participante (término que aparece en el diagrama como “mosca en la pared” y del que reflexionaré más adelante) y, finalmente, una tercera etapa que buscaba entender cómo serían las investigaciones bioacústicas si se usara el micrófono MONAC, desarrollado por Sergio y Daniela. Fue un acercamiento donde usábamos varias técnicas cualitativas y etnográficas, aunque yo en ese momento no entendía muy bien qué significaba la palabra etnografía ni era tan consciente de la herencia antropológica de la que se beneficiaba el diseño para hacer investigación.

Como apunta Javier Aguirre (2017, p. 160), en su lectura de Hanington (2003) el diseño toma prestadas técnicas de investigación de las ciencias sociales, porque, aunque son tipos de investigación distintos, el diseño no deja de ser una actividad centrada en lo humano. Eso sí, Hanington (2003, p.14), fija la atención sobre el hecho de que el diseño adapta estos métodos “prestados” para sus necesidades, ya que, por ejemplo, en términos generales no pasaría la cantidad de tiempo en campo que sí lo hace un antropólogo (que puede durar meses e incluso años). Ya lo ha advertido también Eduardo Restrepo (2018, p. 24), que argumenta que de un tiempo para acá la etnografía no es utilizada únicamente por la antropología. Se ha puesto de moda no solo en las otras ciencias sociales (sociología y ciencia política) sino también “en los estudios de mercado, y es demandada por los diseñadores de nuevos productos para que respondan de manera más precisa a las expectativas y necesidades de los distintos consumidores”. En este caso, yo diría que, si bien no hicimos etnografía en el sentido más estricto de la palabra, sí usamos técnicas etnográficas para acercarnos a nuestros usuarios, empatizar con ellos y tratar de caracterizar algunos rasgos de su vida social como biólogos analistas de datos bioacústicos.

2.1.3. ¿Cómo se hace un análisis bioacústico?: entrevistas

Como no conocíamos casi nadie que pudiese ser sujeto de estudio en nuestra investigación (biólogos y pajareros), diseñamos una encuesta en Google Forms para recoger voluntarios que quisieran participar.

Después, fuimos a la oficina del profesor Gustavo y le pedimos que enviara esa encuesta a todos sus conocidos y que además nos contactara con colegas que quisieran participar para realizarles entrevistas semi-estructuradas a profundidad con el fin de responder 3 grandes cuestiones:

1. ¿Cómo se hace un análisis bioacústico?
2. ¿Cómo es el trabajo del analista de datos bioacústicos?
3. Explorar cómo sería realizar investigaciones bioacústicas usando el micrófono MONAC.

Los entrevistados fueron 11 personas, 9 biólogos expertos que han liderado investigaciones (7 ornitólogos y 2 herpetólogos), 1 ingeniero electrónico que trabaja en bioacústica y 1 guía turístico de aves. Todas se llevaron a cabo de forma individual y presencial (a excepción de 3 de ellas que se realizaron vía online) registrando por voz cada una de ellas. El formato inicial de las entrevistas tenía 12 preguntas base:

1. ¿Qué experiencia ha tenido en investigación bioacústica?
2. ¿Cuál es el proceso con el que se lleva a cabo una investigación bioacústica? (pasos para realizarlo, metodologías que utiliza, etc.)
3. ¿Cómo fue la primera vez que realizaste un proyecto así? ¿con el software? ¿el trabajo en equipo?
4. ¿Qué equipos/artefactos utilizan con más frecuencia? ¿Por qué los usan?
5. ¿Cómo se guardan esos datos bio acústicos que se recogen? ¿Qué formatos utilizan?
6. ¿Se hace alguna limpieza/preparación de esos datos?
7. ¿Qué utilizan para etiquetar los datos? ¿Hay limitaciones? ¿Cómo funcionan (se pueden ver varios audios, o uno solo etc.)?
8. En el etiquetado quién maneja los datos ¿es una o más personas? ¿Cuál es el flujo de trabajo?
9. ¿Cuánto se demora en promedio un etiquetado?
10. ¿Qué hacen con los datos etiquetados?
11. ¿Cuáles son los mayores retos de este trabajo?
12. ¿Qué aspectos de este trabajo podrían omitirse fácilmente?

Las conclusiones a las que llegamos con este primer acercamiento fueron las siguientes:

A partir de las entrevistas categorizamos los comentarios que recogimos para encontrar similitudes entre ellos en un diagrama de afinidad que nos dejó las siguientes conclusiones:

- Entre los biólogos hay un consenso sobre la importancia de este tipo de investigaciones para la conservación y protección de la biodiversidad.
- Para realizar el análisis, los datos se suelen contrastar con bibliotecas de sonido ya existentes y clasificados. Es decir, que, si la intuición de un biólogo es que un canto pertenece a una especie particular, irá a una biblioteca de audio pre-existente donde esté el canto de esa ave para corroborar su intuición.
- Por esa misma razón, identificar aves poco comunes es lo que más toma tiempo. Hay pocos datos pre-existentes con los cuales contrastar y ya depende principalmente del oído del analista.
- Es más difícil diferenciar los cantos cuando varias aves vocalizan simultáneamente.
- No se trata únicamente de usar el oído, la parte visual es, tal vez, la más importante. Los biólogos ven el sonido a través de un gráfico llamado espectrograma que visualiza tiempo, frecuencia y energía (ver Figura X). El sonido crea patrones visuales que son similares entre

individuos de una misma especie. Los biólogos se ayudan de estos patrones visuales para identificar las especies.

- Sienten que la ejecución del análisis de los datos puede ser más simple.

2.1.4. ¿Cómo es el trabajo del analista de datos bioacústicos?: inmersión de la experiencia y observación participante

En este punto, queríamos ponernos en el lugar del analista de datos bioacústicos. Para empatizar y entender mejor su labor, realizamos sesiones de inmersión en donde Paula y yo descargamos cinco de los softwares más usados por ellos y tratamos de calcar su labor. Usamos específicamente Arbimon II, Kaleidoscope 5, Audacity, Syrinx y Xenocanto. A partir de este ejercicio hicimos una evaluación heurística usando nuestro propio criterio como diseñadores. Para esta fase, tuvimos en cuenta también a una de nuestras entrevistadas, no solo usamos como método la entrevista, sino que la combinamos con una especie de observación llamada “mosca en la pared”. Muy similar a lo que en antropología se conoce como observación participante. En el caso de ella, nos interesaba conocer y observar específicamente la manera como hacía su trabajo. Fuimos a su oficina en la Fundación Calidris, y mientras le realizamos la entrevista con las preguntas anteriormente mencionadas nos mostraba cómo era su trabajo en identificación y etiquetado de cantos de aves en tiempo real. Elegimos usar este método con ella por dos razones: la primera es que era mucho más demandante en términos de tiempo y energía que la entrevista normal, la segunda es que era la persona más cercana que encontramos que se encontraba activamente realizando la labor de etiquetado bioacústico en Cali y había accedido a hablar con nosotros. Las otras 5 personas entrevistadas sí conocían el proceso porque habían trabajado previamente en él o porque han hecho parte de equipos interdisciplinarios en donde se ha usado la bioacústica.

De acuerdo a dicha evaluación, en contraste con los comentarios que ya nos habían hecho en las entrevistas sobre las herramientas, y la sesión en la Fundación Calidris sacamos algunas conclusiones. La principal fue que estos softwares presentan una curva de aprendizaje muy alta causada, principalmente por lo complejas que se ven las interfaces gráficas a primera vista y otras razones como:

- *Presentan casi todas las funcionalidades al tiempo.* Las interfaces no presentan una arquitectura de información que seccione las funcionalidades y sea amigable al ojo humano.

“Yo lo único que quiero es ver el canto y ya” nos comentó una de las entrevistadas.

- *No todos permiten una amplia manipulación visual de los audios.* En algunos de ellos el usuario no puede acercarse de manera sencilla a un área de interés. En ocasiones incluso, simplemente no puede hacerlo, ya que, si lo desea, tendría que recortar esa sección específica del audio y convertirlo en un archivo más. Por lo que se complica más el proceso en vez de simplificar el proceso.
- *Desconocimiento del estado del proceso en la interfaz.* El 75% del software que revisamos carecía de retroalimentación de las acciones en la interfaz. Para el usuario es difícil saber en qué punto del proceso está y qué se encuentra haciendo.

Todos estos factores influyen en la disposición del biólogo analista para realizar su trabajo con una u otra herramienta; todos comentaron que antes de llegar al programa que usaban actualmente (Syrinx y Raven) pasaron por otros, pero que definitivamente los habían cambiado por el actual. Prefieren utilizar programas más sencillos que no les cueste mucho tiempo aprender a manejarlos, aunque requieran de

más trabajo dividido. Utilizan al menos 3 programas para llevar a cabo el análisis (Software editor de audio, Navegador web: uso de Xeno-Canto como biblioteca para verificar los audios y Excel: como registro de base de datos). Los usuarios nos comentaron que realizan acciones como recortar los audios, revisarlos, configurar su visualización, comparar, exportar y etiquetarlos renombrando el archivo exportado y finalizando con un registro de todo en hojas de Excel. Otros hallazgos que nos dejó la esta fase, fueron:

- *Patrones visuales en los espectrogramas son la guía.* Los analistas adecuaban las ventanas del software de manera que el espectrograma del audio terminaba ocupando la mayor cantidad de espacio en la pantalla para poder ver los patrones visuales con comodidad. Esto tiene sentido lógico, en tanto es el elemento de mayor interés a la hora de etiquetar.
- *La memorización de comandos cortos es importante para la interacción.*

Antes de pasar al siguiente punto hay un elemento muy valioso del pensamiento de la investigación en ciencias sociales que quisiera traer a colación a modo de reflexión: la reconciliación con la subjetividad a la hora de hacer investigación. La sociología me enseñó que los hechos sociales no pueden ser interpretados nunca de manera totalmente objetiva. En este sentido, cuando hacemos investigación cualitativa en ciencias sociales, no intentamos ocultar esa subjetividad. No estamos intentando todo el tiempo parecer invisibles ante el sujeto de estudio, nos mezclamos con él y nos damos la oportunidad de improvisar un poco. Creo que cuando hice el proyecto, le tenía algo de temor a eso por parecer “no tan objetivo”. Por ejemplo, en la Figura 6 está el método “Mosca en la Pared” porque era la manera de hacer observación que conocíamos. Según el portal Think Design (s. f.), en este método el investigador debe “pasar completamente desapercibido durante la observación para no sesgar a los participantes de ninguna manera”. Sin embargo, también aclara: “se utiliza cuando desea observar a las personas y el entorno juntos, sin que se sienta su presencia” y sigue: “no se debe usar mosca en la pared como técnica cuando el contexto del entorno no sea importante y cuando esté investigando a un usuario individual”.

Ahora pienso que, aunque nos fue muy útil para encontrar hallazgos, tal vez mosca en la pared no era el método correcto para realizar observación de nuestra usuaria realizando su trabajo en contexto. Y que de hecho lo que en realidad queríamos hacer se parecía más a la observación participante porque, aunque todo el tiempo intentábamos no interrumpirla o no opinar sobre lo que hacía, inevitablemente terminábamos conversando con ella o saliéndonos del “libreto”. Entonces el enfoque, en retrospectiva, creo que debió pensarse desde un inicio una observación participante al mejor estilo antropológico. Algo similar puedo decir de las entrevistas semi-estructuradas. A pesar de que eran semi-estructuradas, al inicio intentábamos todo el tiempo no salirnos del libreto, pero después de un par de entrevistas nos dimos cuenta que era inviable, y que lo mejor era permitir que la conversación tomara su curso natural en ciertas ocasiones. Creo, sin duda, que desde que estudio sociología me he reconciliado mucho más con las subjetividades a la hora de ser un investigador en diseño. Esto no significa que la manera como realizamos la investigación en ese momento no haya tenido validez o no haya sido útil. En últimas funcionó para entender la manera cómo los biólogos interactúan con las interfaces existentes y que fue muy importante para luego diseñar el sistema de solución. Pero definitivamente es algo que haría un poco diferente en una próxima ocasión porque ahora entiendo que siempre y cuando sea sistemático y mantenga mi compromiso con la rigurosidad, no está mal permitirse ciertas licencias como investigador social.

2.1.5. Explorando cómo sería realizar investigaciones bioacústicas usando el micrófono MONAC a través de investigación contextual.



Figura 7. Sesión de investigación contextual con MONAC en la Universidad Icesi.

Con el fin de conocer en contexto el funcionamiento del sistema MONAC desarrollado por Sergio y Daniela, les pedimos que nos acompañaran a campo para mostrarnos cómo funcionaba el micrófono usando la investigación contextual, que es casi que otro tipo de observación participante. Salazar (2020) la define como: “a través de la observación y la interpretación colaborativa, la investigación contextual descubre conocimientos ocultos sobre el trabajo del cliente que pueden no estar disponibles a través de otros métodos de investigación”. Nosotros necesitábamos entender cómo funcionaba el micrófono y sus características para tenerlas en cuenta a la hora de diseñar una solución para interpretar los datos que generaba. Vimos entonces cómo realizaban el montaje del sistema, mientras repetían en voz alta todos los pasos que iban haciendo. A esta técnica de investigación se le conoce como “think aloud” y Hanington (2003) la describe como: “los participantes piensan en voz alta mientras navegan por los problemas o usan productos, para ayudar al investigador a identificar puntos de decisión clave, tanto positivos como negativos” (p. 15). Además, tomamos notas y realizamos registro fotográfico de todo el proceso. MONAC es un micrófono con las siguientes características a tener en cuenta:

- El sistema es modular, se encuentra desarmado y el encargado puede armarlo de dos principales formas: lineal o poligonal regular (escogiendo la cantidad de micrófonos pudiendo ser hasta 6).
- Los archivos de audio son guardados automáticamente en una SD con un nombre en el que se indica el número del micrófono, la fecha, hora de la recolección, sin contenido en meta data, por ahora.
- Hace el registro por 5 minutos por intervalos de tiempo determinados por el investigador en el código del sistema.

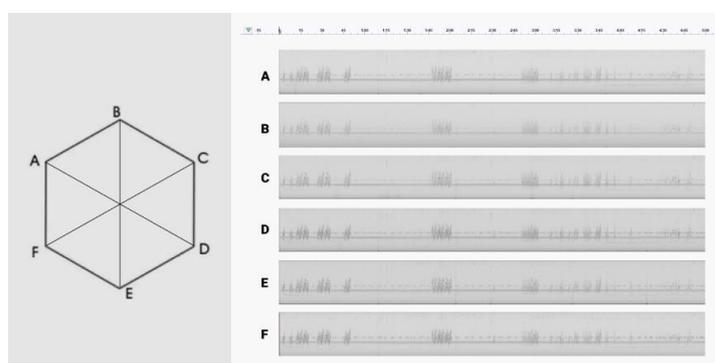


Figura 8. A la izquierda el esquema de organización espacial de MONAC en campo. A la derecha la representación de los 6 canales de audio del sistema en espectrogramas.

2.2. Definir: identificando la problemática e ideando una solución

Después del acercamiento con los expertos y analistas, y haber encontrado los hallazgos que mencioné anteriormente, llegaba la hora de plantear una síntesis de lo encontrado. Por lo que construimos lo que

se llama un “mapa de experiencia” de la identificación y etiquetado de datos bioacústicos. Este mapa de experiencia se retomó para construir otro basado en el uso del MONAC.

Definimos entonces las siguientes etapas que describen el proceso de análisis bioacústico para analizar la experiencia:

- **Definir:** Organizar y clasificar los datos bioacústicos reunidos en la fase de recolección
- **Localizar:** Cómo realizar el análisis (con qué herramientas, cuáles datos)
- **Preparar:** Reunir los elementos necesarios para analizar los datos.
- **Ejecutar:** Sentarse a analizar los datos escogidos (verlos, escoger zona interés, etiquetar, anotar).
- **Modificar:** Revisión de los hallazgos encontrados.
- **Concluir:** Reporte de la investigación y base de datos.

A partir de ese esquema, junto con los resultados del trabajo de campo y la revisión bibliográfica realizamos dos mapas de experiencia. Los mapas de la experiencia suelen ser una herramienta que se utiliza dentro del proceso de diseño para tratar de identificar los puntos de dolor que aquejan al usuario dentro de una tarea específica. No tienen la pretensión de operacionalizar la experiencia, ni “medir” de manera exacta. Son más una herramienta para que el diseñador pueda dibujar una idea en su mente de donde está el problema que debe atacar en una experiencia específica como resultado de los hallazgos del trabajo de campo previo. El primer mapa (ver Figura 8) se enfoca en el proceso de etiquetado de datos bioacústicos con los sistemas de recolección tradicionales (curva gris), ya existentes, vs MONAC y sus 6 canales de audio (curva violeta). El segundo (ver Figura 9), se enfoca en mostrar una nueva curva deseada de cómo el diseñador quiere mejorar la experiencia. En el primer mapa observamos que las etapas más críticas están desde la ejecución del etiquetado hasta la etapa de modificación.

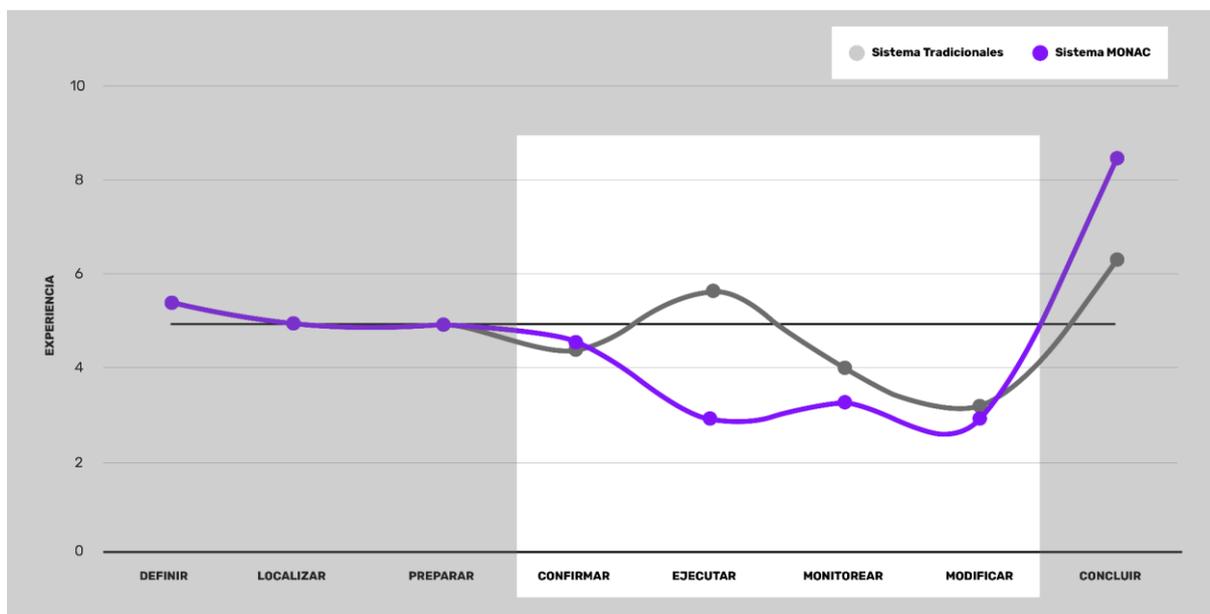


Figura 8. Mapa de experiencia 1. Fuente: Paula García y Sebastián Restrepo (2019).

En ambas curvas, las fases más críticas van desde la ejecución del etiquetado hasta la etapa de modificación. Sin embargo, la diferencia es bastante significativa ya que la experiencia es muchísimo menos satisfactoria con el MONAC. Principalmente en la fase de ejecución. Nos propusimos entonces

una curva deseada en el mapa de la experiencia 2, en donde la experiencia fuese más satisfactoria (ver curva verde en Figura 9).

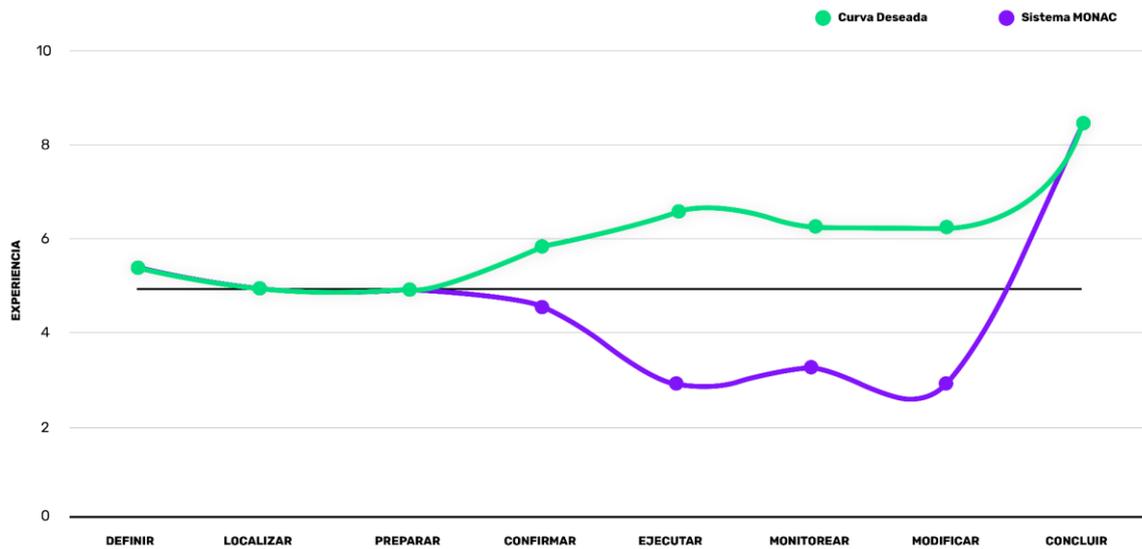


Figura 9. Mapa de experiencia 2. (Curva verde). Fuente: Paula García y Sebastián Restrepo (2019).

En este punto ya nos habíamos familiarizado suficientemente bien con las problemáticas específicas alrededor de la identificación y el etiquetado de datos bioacústicos: la experiencia de trabajar en esto estaba llena de momentos poco satisfactorios debido a la falta de énfasis en una buena experiencia de usuario de los softwares ya existentes. Especialmente en las fases de identificación y etiquetado de los cantos, siendo aún más difícil cuando cada audio se multiplica por seis al usar MONAC. Era hora de proponer una hipótesis de solución sabiendo que tenía que cumplir sí o sí con las siguientes tres determinantes de diseño:

1. Que se pudieran visualizar en su totalidad los 6 canales de audio generados por el MONAC.
2. Que el dato acústico debe visualizarse teniendo en cuenta tiempo vs frecuencia (espectrogramas).
3. Que se facilitara el nombramiento del archivo según el protocolo de etiquetado del Instituto Humboldt.

Y teniendo en cuenta, también, los siguientes principios de diseño:

- *Asistencia para el usuario:* debíamos brindar ayuda al usuario que le permita realizar sus tareas en menos tiempo.
- *Visualización de datos efectiva:* proveer maneras de visualizar la información acorde a la ergonomía cognitiva del usuario y que satisfagan sus necesidades.
- *Facilidad de uso:* que los usuarios pudieran percibir control sobre la interacción y realizar sus tareas de manera más sencilla que en las soluciones existentes.
- *Experiencia satisfactoria:* la interacción debía ser percibida como valiosa y generar emociones positivas en el usuario.

Siguiendo esos criterios, esta fue finalmente la hipótesis de diseño a la que llegamos Paula y yo:

Debido a la carencia de experiencia de usuario en los softwares científicos de análisis bioacústico, los investigadores que identifican y etiquetan aves a partir de datos bioacústicos se sienten abrumados. Por lo que existe la necesidad de encontrar una mejor manera de presentar las funcionalidades de este tipo de software. Para ello podemos basarnos en tendencias como:

1. El diseño atómico.
2. Los sistemas de recomendación.
3. La visualización de datos.

2.3 Desarrollar: prototipando y evaluando nuestra solución

Para este punto llegaba el momento de hacer realidad un sistema de solución que les hiciera más fácil el trabajo a los biólogos. Necesitábamos encontrar la manera más oportuna de presentar los datos bioacústicos y su manipulación para mejorar la experiencia de hacer el análisis de dicho tipo de datos. Después de varias sesiones de ideación e iterar por varios sistemas de solución posibles, teníamos una propuesta sólida para comenzar a evaluar.

A grandes rasgos, propusimos una plataforma web con la característica de automatizar procesos con 3 complementos principales: a) módulo de gestión de proyectos para el trabajo online entre equipos, b) etiquetado de datos bioacústicos de manera sencilla buscando que esta labor pueda realizarse sin necesidad de tener gran experticia en el tema y c) visualización de la espacialidad del sonido como complemento de estudio bioacústico. Para este proyecto se evaluaron específicamente las dos primeras características para la construcción de un producto mínimo viable (ver Figura 10): gestión de proyectos y etiquetado.

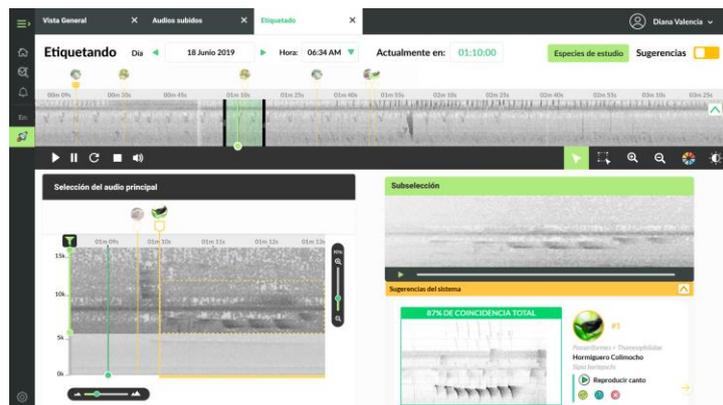


Figura 10. Pantalla final de etiquetado de datos en el producto mínimo viable.

Dividimos la evaluación de la propuesta en 4 subfases: primero, la evaluación de la vista general del diseño de la interfaz del software, segundo, la evaluación del módulo de gestión de proyectos, tercero, la construcción de la interfaz principal de identificación y etiquetado y cuarto, la prueba final de desempeño respecto al mercado actual usando técnicas mixtas.

2.3.1. Un primer acercamiento: vista general del diseño de interfaz del software

Con el objetivo de validar la pertinencia, percepción e interés de los usuarios sobre la propuesta planteada, llevamos a cabo una validación con 5 estudiantes de Biología de la Universidad Icesi, para esta prueba utilizamos un prototipo visual (no funcional) de media fidelidad en Figma, una aplicación web de prototipado. En este caso, solamente recogimos comentarios cualitativos respecto a la propuesta.

Algunos de los comentarios más relevantes que obtuvimos fueron:

- “Esto es muy útil para nosotros los biólogos, nunca había visto que existiera una herramienta así”.
- “Me gusta mucho que pueda validar los audios con ayuda de un experto, eso me da más seguridad para hacer mi trabajo”.
- “No entendí muy bien la parte de comparar micrófonos, no es intuitiva”.
- “No es fácil de entender las funcionalidades de la barra de herramientas porque no son tan obvias a primera vista”.

Con esos comentarios pudimos identificar que, en principio, y sin haber usado aún la interfaz, los usuarios percibían la propuesta de software como algo potencialmente valioso. Algunos expresaron que la interfaz aún no es lo suficientemente clara para ser utilizada sin una guía o manual, e incluso se veían desorientados al interactuar con esta. Sospechábamos que eso podía cambiar cuando evaluamos con un prototipo funcional, pero nos encontrábamos satisfechos con el interés mostrado por ellos en principio, que era el propósito principal del ejercicio.

2.3.2. Evaluación del módulo de gestión de proyectos

Sabíamos que este módulo no era el más importante del proyecto, pero le generaba valor agregado al producto. En la validación de la vista general de la interfaz, los biólogos nos decían que les parecía muy valioso el hecho de poder trabajar colaborativamente en una especie de “Google Drive” donde pudieran guardar los proyectos en la nube, ordenarlos en carpetas y compartirlos con otros compañeros de trabajo.

Con un prototipo de media en Figma (semi-funcional) 5 estudiantes de Biología de Icesi llevaron a cabo tareas específicas (ver Anexo B). Por primera vez en el proyecto, realizamos una medición cuantitativa, usando la **Escala de Enganche de Usuario** desarrollada por O’Brien et al. (2018). La elegimos por ser una de las maneras más aceptadas en las que se puede medir la experiencia subjetiva del usuario con respecto a un software. La escala es una encuesta que el usuario responde después de terminar una prueba con preguntas que buscan operacionalizar las siguientes 4 dimensiones:

- **Atención Enfocada:** Evalúa qué tan enfocado estuvo el usuario al utilizar la interfaz.
- **Usabilidad Percibida:** Evalúa qué tan fácil percibió el usuario el uso de la interfaz.
- **Apariencia Estética:** Evalúa el atractivo visual de la interfaz para el usuario.
- **Recomendabilidad:** Evalúa el éxito general de la interacción y la disposición de los usuarios para recomendar la aplicación a otros o comprometerse con ella en el futuro.

A pesar de que sabíamos que 5 estudiantes no era una muestra significativa para realizar una medición cuantitativa, quisimos realizar a manera de piloto, porque el plan era usar ese cuestionario para las pruebas de usuario del módulo de etiquetado, el más importante de todos y en el que no queríamos cometer errores. Aprovechamos entonces esta ocasión para ver cómo salía todo y de paso obtener un pequeño acercamiento a la percepción de la experiencia de usuario con este módulo. Además,

cualitativamente, observábamos las anotaciones sobre comentarios y comportamientos observados que fueron, de nuevo, lo más importante para evaluar las funcionalidades de gestión de proyectos.

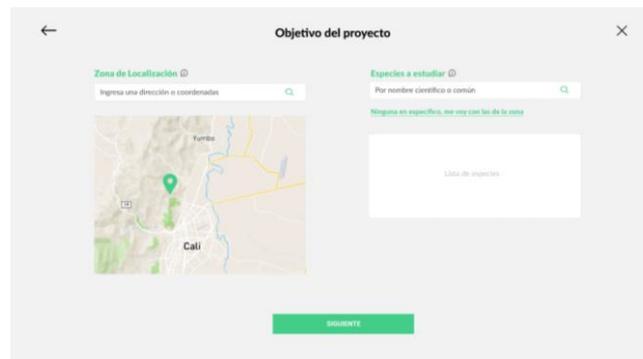


Figura 11. Interfaz de la fase de creación de proyecto.

El desempeño de enganche total de la interfaz presentada tuvo un puntaje promedio de 4.4 sobre 5. Los aspectos mejor calificados (ver figura 12) fueron Atención Enfocada (F.A) y Recomendabilidad (RW), con 4.6 y 5.0 puntos respectivamente. Mientras que el Atractivo Estético (A.E) y la Usabilidad Percibida (P.U) fueron menos calificadas con 4.3. En ningún caso alguna variable se calificó por debajo de 4.0, por lo que el módulo quedó bien calificado a pesar de ser un piloto. Para nuestra suerte, los comentarios de los usuarios fueron consecuentes con ello. De nuevo, nos expresaron sentirse a gusto con las funcionalidades y el hecho de que fuera similar a patrones de interacción que ya conocían como la gestión de carpetas en plataformas conocidas tipo Dropbox y Google Drive. Esta no es una idea novedosa dentro de la disciplina, y desde un inicio seguimos dichos patrones a propósito. Louis Rosenfeld y Peter Morville (1998) en su libro *Information Architecture* defienden la idea de que, entre más familiar podamos hacer una interacción para que un usuario complete una tarea con respecto a interacciones ya existentes, mejor. En otras palabras, que en ciertos casos no es necesario re-inventar la rueda.

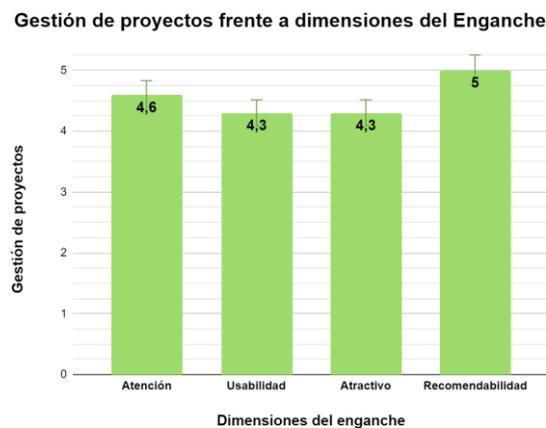


Figura 12. Módulo de gestión de proyectos frente a dimensiones del Enganche.

2.3.3. Producto Mínimo Viable (MVP): construcción de la interfaz principal de identificación y etiquetado

Como teníamos claro que nuestro sistema de solución contaba con una gran cantidad de interacciones, sobre todo esta, que era la parte más importante de la propuesta, necesitábamos una metodología para poder evaluarla con cuidado. Tanto Daniel como Carlos nos habían dicho que era importante que cada

propuestas por cada una de las tareas, teniendo así un total 12 diseños u organismos como los llamaría Brad Frost.

Las 6 tareas fueron:

- El usuario puede realizar ajustes y modificar atributos visuales del espectrograma como color, contraste o brillo.
- El usuario puede comparar distintos canales de audio al mismo tiempo.
- El usuario puede etiquetar una sección de audio después de identificar un canto.
- El usuario puede activar un sistema de recomendación que le sugiere posibles especies en partes del audio general.
- El usuario puede activar el sistema de recomendación en una sección de audio específica.
- El usuario puede valerse del sistema de recomendación para identificar y etiquetar el canto de una especie.

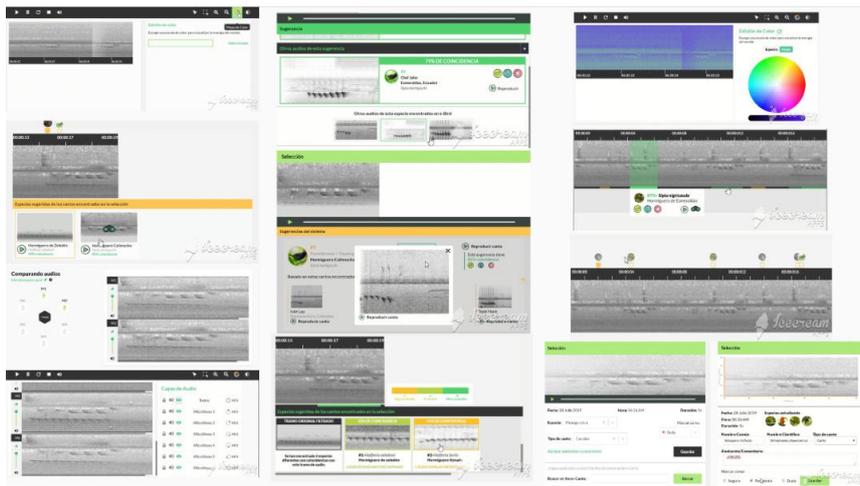


Figura 14. Propuestas de diseño para las funcionalidades evaluadas.

Desde el punto de vista cuantitativo, utilizamos 3 indicadores para evaluar el desempeño de las propuestas:

- Tiempo (segundos)
- Número de clicks
- Enganche percibido

Recogimos los resultados de cada indicador a través de una aplicación web de manera automática (ver Figura 14, ver Anexo C y [ver aplicación](#)) en la que se insertaron las propuestas de diseño funcionales a ser evaluadas. Los datos obtenidos para cada diseño los normalizamos de acuerdo a un valor ideal “esperado”. Esto con base a una prueba piloto con las que se obtuvieron los *tiempos y números de click* ideales para llevar a cabo cada una de las tareas planteadas. A partir de esta referencia, sacamos las operaciones necesarias para medir las variables planteadas. Para medir tiempo usamos la ecuación (1), para medir el número de clicks usamos la ecuación (2), y para medir el enganche usamos la ecuación (3). Para hacer más sencillo el análisis de los resultados, normalizamos los datos a través de las ecuaciones mencionadas anteriormente lo que nos permitía comparar los indicadores fácilmente (ver ecuaciones 1, 2 y 3). Esto quiere decir, que la evaluación de cada métrica es directamente proporcional a todas las demás, ya que entre más alta sea la calificación, significa que el desempeño en esa métrica

fue mejor. Entre más cerca a 1 esté un valor, más se acerca al desempeño ideal que se plantea para cada propuesta, según la cantidad de posibles interacciones a evaluar. Para las métricas de tiempo y número de clicks, si se supera el 1, significa que hubo un desempeño inusual y el usuario utilizó menos recursos de los planteados como ideales, lo cual puede ser bueno o malo dependiendo de si el usuario completó o no de manera correcta la tarea evaluada.

$$Tiempo = \frac{Tiempo\ ideal}{Tiempo\ usuario}$$

Ecuación 1. Tiempo.

$$Clicks = \frac{No.\ clicks\ ideal}{No.\ clicks\ usuario}$$

Ecuación 2. Clicks.

$$Enganche = \frac{Enganche\ total}{5}$$

Ecuación 3. Enganche.



Figura 15. Aplicación web para test átomos y diagramación del diseño del software.



Figura 16. Pruebas de usuario. Fuente: archivo propio.

Al igual que en el resto del proyecto, no dejamos las técnicas cualitativas de lado por lo que mientras los usuarios realizaban las pruebas, nosotros observábamos atentamente, escuchábamos lo que decían y anotábamos sus comentarios. Hicimos entonces las pruebas con 20 usuarios estudiantes de Biología

de las Universidades Icesi, Javeriana y del Valle. Es decir, que cada tarea con sus dos propuestas, fue evaluada por un total de 20 personas. Conseguir a los usuarios fue una de las cosas más difíciles del proyecto y en donde tuvimos que realizar un mayor uso de nuestro capital social y simbólico. Si bien ya habíamos hecho pruebas de usuario antes, eran más a modo piloto y con menos cantidad de participantes. Tener el apoyo del profesor Gustavo, que conocía a muchas personas del mundo de las aves fue clave. Pero también tuvimos que resolver lo que podíamos por nuestro lado y tocar muchas puertas en las universidades donde hicimos las pruebas. Después de mucho esfuerzo no solo planeando el experimento, sino resolviendo el reto logístico para poder llevarlos a cabo, estos fueron los resultados que obtuvimos:

1. *El usuario puede realizar ajustes y modificar atributos visuales del espectrograma como color, contraste o brillo.*

La tarea 1 consistía en evaluar la mejor manera de modificar el color, brillo y contraste de un espectrograma en la interfaz, con el fin de que el usuario pueda ajustarlo a su gusto. En la propuesta 1A le mostrábamos paletas de color predeterminadas para que el usuario pudiera elegir junto con 2 controles deslizantes para cambiar el brillo y el contraste. En la propuesta 1B, le permitíamos al usuario elegir su propia paleta de color a través de una rueda de color. Además, el brillo y el contraste se modificaban a través de un *slider* circular. La propuesta de diseño 1A obtuvo una mejor calificación en las tres dimensiones generales evaluadas (ver Figura 17). Principalmente en la métrica de tiempo, que muestra que la propuesta 1A resultó ser más eficiente a la hora de completar las tareas de cambio de color, brillo y contraste que la propuesta 1B. El resultado cuantitativo fue coherente con lo expresado por los usuarios cualitativamente ya que afirmaron que, aunque la propuesta 1B es llamativa e interesante complica más la tarea de lo que debería y prefieren la 1A. Sin embargo, también rescataron que sería interesante hacer una fusión entre las dos propuestas para cambiar el color de espectrograma; teniendo la forma de acceder rápidamente a las paletas de color de la 1A, pero manteniendo la posibilidad de crear paletas de color personalizadas como opción adicional, como en la 1B. Así mismo, la propuesta 1A también supera a la 1B en las 4 dimensiones del enganche (ver Figura 18).

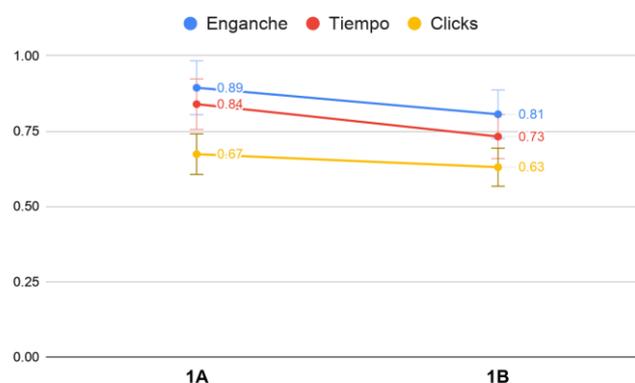


Figura 17. Comparación del desempeño del enganche, tiempo y clicks entre la propuesta A y B de la funcionalidad No. 1.

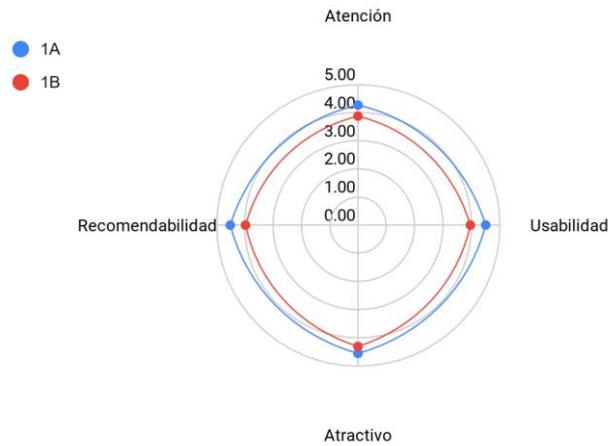


Figura 18. Radar del puntaje obtenido en cada dimensión del enganche en cada propuesta de diseño de funcionalidad No. 1.

2. *El usuario puede comparar distintos canales de audio al mismo tiempo.*

La tarea número 2 consistía en interactuar y comparar los espectrogramas de los 6 canales de audio del sistema de grabación MONAC. Esta interacción la habíamos pensado con el fin de que el usuario fuese capaz de elegir el canal o los canales de audio que más le conviniera para el análisis. Diseñamos la propuesta 2A con la forma hexagonal del micrófono MONAC cuando es visto de manera cenital (es decir, desde arriba). Mientras que en la 2B colocamos los canales de audio como varias capas de manera vertical. Para esta tarea los usuarios nos dijeron que preferían la propuesta 2A debido a que al estar basada en la forma de MONAC, sentían que era fácil ubicarse espacialmente. “Además esta propuesta es más visual que la 2B” nos decían. La propuesta 2A superó en las tres dimensiones a la 2B (ver Figura 19), principalmente en la dimensión de enganche, donde justamente la diferencia más importante estuvo en la percepción de usabilidad (ver Figura 20).

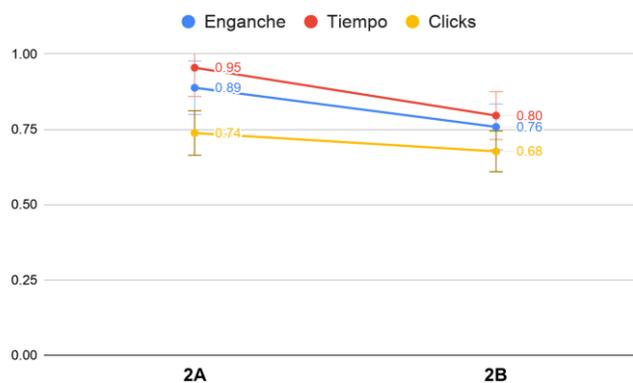


Figura 19. Comparación del desempeño del enganche, tiempo y clicks entre la propuesta A y B de la funcionalidad No. 2.

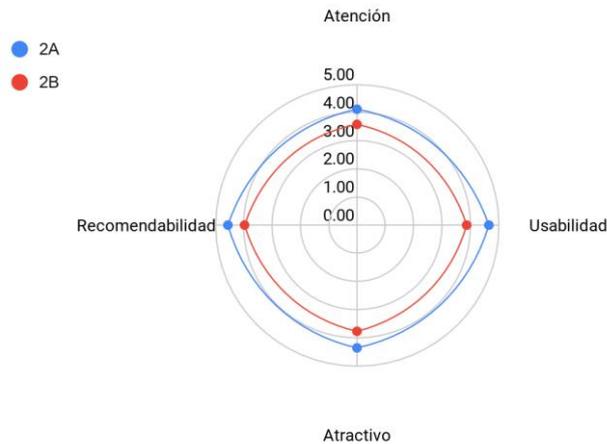


Figura 20. Radar del puntaje obtenido en cada dimensión del enganche en cada propuesta de diseño de funcionalidad No. 2.

3. *El usuario puede etiquetar una sección de audio después de identificar un canto.*

La tarea 3 consistía en etiquetar una selección de audio con una especie previamente identificada. Para la propuesta 3A diseñamos un formulario de etiquetado con menús desplegables en los campos de texto. Para la 3B no se contaba con esos campos, pero se implementó una sección de “especies en estudio” donde aparecían imágenes de las especies que se están tratando de identificar; y al darle click a la imagen se autocompletan todos los campos de texto. En esta tarea no hubo una diferencia importante entre ambas propuestas para la dimensión de enganche, donde la 3A es superior a la 3B por muy poco (ver Figuras 21 y 22). Sin embargo, el desempeño de la 3A en cuanto a tiempo, no solo es superior al 3B por bastante, sino que se acerca casi al ideal y con menos número de clicks (ver Figura 21). Los usuarios expresaron que la propuesta 3A era intuitiva gracias a los campos de texto con menús desplegables que les ayudan a completar los datos de las especies a etiquetar de una forma muy intuitiva. De la 3B expresaron que era confusa porque, aunque tiene sugerencias de autocompletado al dar click a las imágenes de aves, estas solo parecen decorativas y las pasan por alto. Sin embargo, rescatan el hecho de que usar imágenes es interesante por ser más visual. Algunos sugirieron colocar las imágenes dentro del menú desplegable de completado en los campos de texto de la 3A haciendo una especie de mezcla entre las dos propuestas.

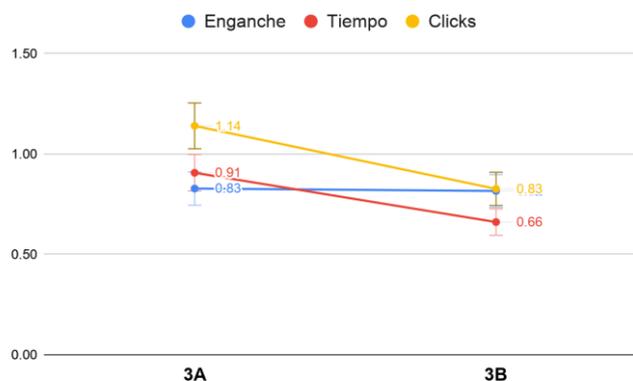


Figura 21. Comparación del desempeño del enganche, tiempo y clicks entre la propuesta A y B de la funcionalidad No. 3.

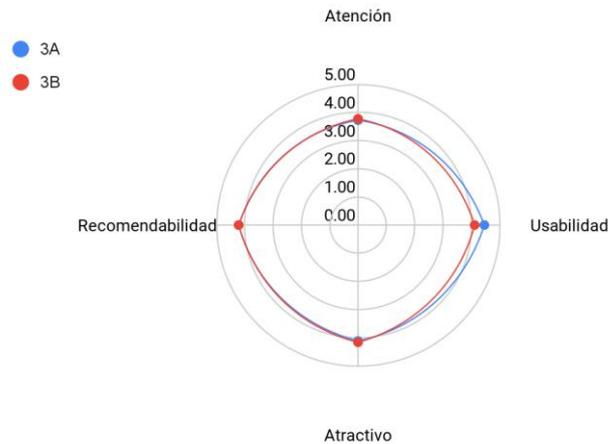


Figura 22. Radar del puntaje obtenido en cada dimensión del enganche en cada propuesta de diseño de funcionalidad No. 3.

4. *El usuario puede activar un sistema de recomendación que le sugiere posibles especies en partes del audio general.*

La tarea 4 consistía en interactuar con el sistema de sugerencias de aves en el espectrograma general, es decir, el que contenía la totalidad del audio. La propuesta 4A estaba basada en unos marcadores con imágenes del ave que se estaba sugiriendo exactamente en el segundo donde comenzaba a cantar el ave en el audio. La 4B tenía unos marcadores por color según la probabilidad de éxito de la sugerencia que cubre todo el rango de tiempo desde donde comienza y termina de cantar el ave. Aunque la métrica de enganche fue muy similar entre ambas propuestas para esta tarea, la 4A fue superior por muy poco a la 4B (ver Figura 23). Esto se debe a las métricas de atención enfocada y usabilidad (ver Figura 24). Al respecto, los usuarios expresaron que la 4A era más intuitiva debido al uso de imágenes en las sugerencias, las cuales guían su atención de una forma más sencilla para completar la tarea. No obstante, afirmaron que les gustaba la forma como la 4B divide la probabilidad de éxito de una sugerencia por colores y por rango de tiempo. Al final, algunos nos propusieron mezclar lo que consideraban los mejores atributos de ambas propuestas.

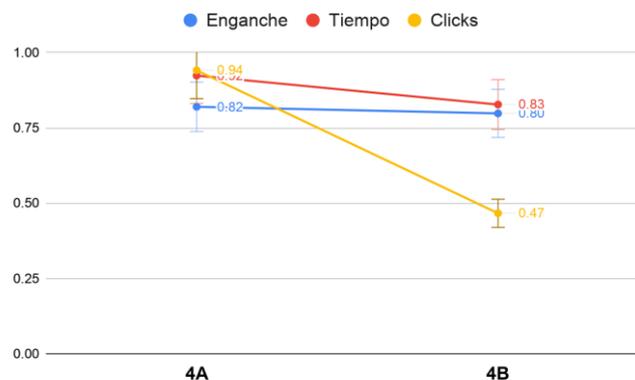


Figura 23. Comparación del desempeño del enganche, tiempo y clicks entre la propuesta A y B de la funcionalidad No. 4.

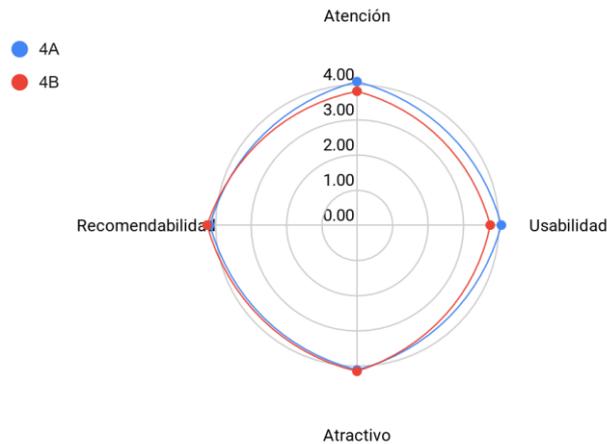


Figura 24. Radar del puntaje obtenido en cada dimensión del enganche en cada propuesta de diseño de funcionalidad No. 4.

5. *El usuario entiende cómo usar el sistema de recomendación en una sección de audio específica.*

La tarea 5 consistía, de nuevo, en interactuar con el sistema de recomendación de aves, pero esta vez en un tramo de selección específico del espectrograma. La propuesta 5A contaba con marcadores e imágenes como los de la propuesta 4A y se enfocaba únicamente en una sugerencia (la que tenía mayor probabilidad de ser correcta de acuerdo al sistema de recomendación). En la 5B las sugerencias estaban clasificadas por color de acuerdo a la probabilidad de éxito al igual que en la 4B. Esta propuesta, además, tenía más de una sugerencia por cada tramo de audio donde hubiese cantado una posible especie. Para esta tarea las métricas de *enganche* y *número de clicks* tuvieron un desempeño casi igual, aunque fue un poco superior a favor de la 5B. La 5A se reflejó como más eficiente ya que obtuvo un mejor resultado en la métrica de *tiempo*, al parecer, debido al hecho de que la interacción era mucho más sencilla. Los usuarios nos dijeron que les gustaba que la propuesta 5B fuera más completa y presentara más opciones para comparar las sugerencias y escoger. También les gustó que dicha propuesta contemplara probabilidades por colores que les ayudaran a tomar la decisión de cuál sugerencia elegir. A pesar de ello, la mayoría no se percató de que podía hacer scroll e ignoró por completo esta funcionalidad, por anotamos que se podría ser viable implementar los aspectos exitosos de la propuesta 5B pero procurando una interacción más sencilla.

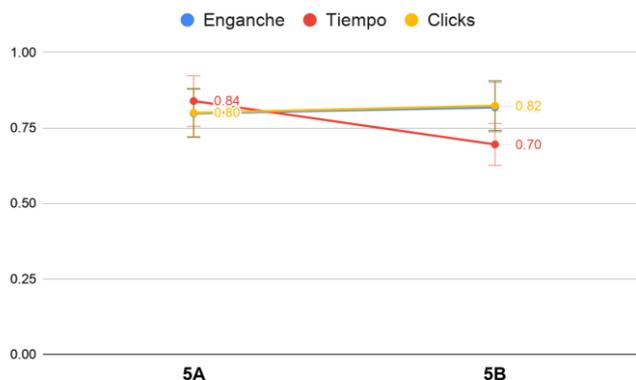


Figura 25. Comparación del desempeño del enganche, tiempo y clicks entre la propuesta A y B de la funcionalidad No. 5.

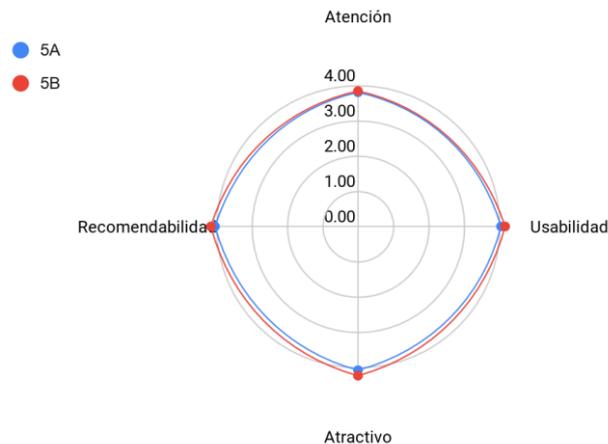


Figura 26. Radar del puntaje obtenido en cada dimensión del enganche en cada propuesta de diseño de funcionalidad No. 5.

6. *El usuario puede valerse del sistema de recomendación para identificar y etiquetar el canto de una especie.*

Para esta última tarea implementamos el sistema de recomendación en la sección de etiquetado de un audio como tal. Tanto la propuesta 6A como la 6B contaban con sugerencias de varios audios realizados por otros investigadores de una misma especie sugerida. Sin embargo, el 6B se ocultaba con un menú desplegable e implementaba la clasificación por colores según probabilidad. Para esta prueba se mantiene la tendencia de presentar un enganche muy similar entre las propuestas que implementan el sistema de sugerencias. La propuesta 6B se completó en menos tiempo y con un número de clicks muy pequeño (ver Figura 27). Al respecto es importante tener en cuenta que la mayoría de usuarios, con excepción de 2, pasaron por alto el menú desplegable para ver otros audios de la sugerencia. Por lo tanto, no realizaron la interacción completa y es la razón más probable por la que el *número de clicks* y *tiempo* tienen una “buena calificación”. Sin embargo, tal y como sucedió en las anteriores pruebas, los usuarios nos dijeron que les agradaba mucho la visualización de las probabilidades por colores en cada sugerencia en la propuesta 6B. En la propuesta 6A, la interacción sí se pudo realizar completa, aunque varios usuarios tampoco se percataron de la razón por la cual había más de un audio. Ambas propuestas entonces tenían sus fallas importantes. La falencia de interacción en la propuesta 6B hacía que los usuarios no pudiesen interactuar con las herramientas al máximo, a pesar de su preferencia subjetiva por ella. Paula y yo finalmente anotamos que debíamos unir ambas propuestas para este caso, usando los aspectos más usables de la 6A e implementando la visualización por colores de la propuesta 6B.

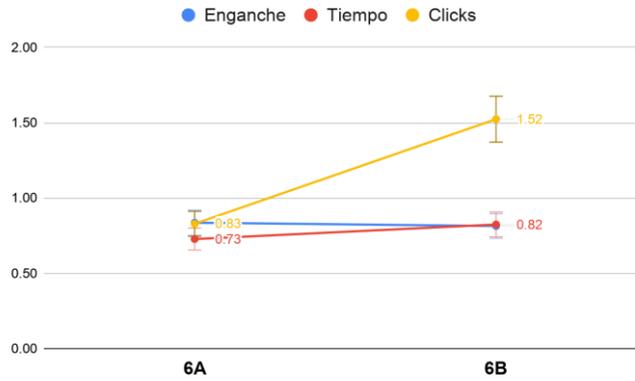


Figura 27. Comparación del desempeño del enganche, tiempo y clicks entre la propuesta A y B de la funcionalidad No. 6.

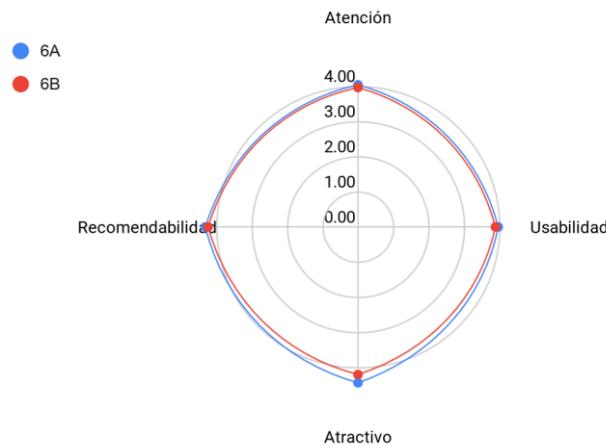


Figura 28. Radar del puntaje obtenido en cada dimensión del enganche en cada propuesta de diseño de funcionalidad No. 6.

2.3.5. Prueba final de desempeño respecto al mercado actual usando técnicas mixtas: BioViz vs Arbimon II

Una vez terminamos las pruebas de usuario y teníamos claro, gracias a los hallazgos, como debía ser la interfaz final, comenzamos a diseñar y a programar. Para este punto ya faltaba algo así como un mes y medio para la sustentación final y sería tal vez la fase en la que más tuvimos que trabajar en menor cantidad de tiempo. Aún no teníamos nombre para el software, era lo último en lo que habíamos pensado en medio de tantas actividades. Paula había llamado “BioViz” a uno de los archivos de diseño y se nos ocurrió que ese sería un buen nombre. Terminamos de armar el prototipo casi 2 semanas antes de la sustentación, por lo que teníamos una semana completa para poder hacer las pruebas de usuario finales. Daniel nos había dicho que aprovecharíamos esta ocasión para evaluar la propuesta no solo con estudiantes de biología sino también con expertos, es decir, profesores, ornitólogos y doctores con mucha experiencia en el tema. Tomamos entonces una muestra de 15 personas, de la cual 9 fueron estudiantes de biología y 6 expertos.

Si bien éramos conscientes de que en los métodos cuantitativos entre más observaciones pudiéramos tener, mejor, 15 fue el número más realista para el tiempo y la logística que teníamos montada. Replicar este experimento a mayor escala puede ser interesante para el futuro si se cuentan con más recursos,

pero como lo hicimos fue más que suficiente para efectos del entregable. También éramos conscientes de que existían herramientas de estadística inferencial más sofisticadas que únicamente comparar los promedios en las pruebas de usuario. Sin embargo, tampoco contábamos en este momento con el conocimiento técnico para llevar a cabo pruebas de hipótesis estadísticas. En este sentido, creo que no sucedió algo similar a lo que ya había comentado sobre el uso de las técnicas cualitativas y etnográficas: aunque ahora sé que se pudo hacer mejor, soy consciente de que en su momento hicimos lo mejor que pudimos con las herramientas que conocíamos y teníamos a la mano. Otro reto para trabajos futuros puede ser, efectivamente llevar a cabo los experimentos usando métodos como ANOVA, tests de chi-cuadrado, entre otros. En todo caso, Paula y yo resolvimos hacerlo de la manera tradicional, la que conocíamos, dominábamos y ya estaba probada por nosotros.

Para este punto ya no solo habíamos hecho bastante trabajo de campo a lo largo de todo el año que llevábamos en el proyecto si no que habíamos practicado lo suficiente el modelo para hacer pruebas de usuario con técnicas cualitativas y cuantitativas. El diseño de este experimento final, siguió un esquema muy similar. Como ya había mencionado anteriormente, el propósito de esta fase era comparar nuestro producto terminado, totalmente programado con todas las interacciones en contraste con Arbimon II, el líder del mercado para ese momento. Considerábamos que si logramos demostrar que nuestro producto solucionaba las necesidades que Arbimon no suplía, podríamos afirmar con cierta confianza que habíamos desarrollado un producto exitoso a través de un proceso centrado en el usuario y basado en la evidencia. Después de dos semanas de mucho diseño y programación, teníamos listo el prototipo de BioViz (ver Anexo D), mientras pensábamos casi al mismo tiempo el diseño del experimento.

Para llevar a cabo esta prueba diseñamos una serie de tareas que los usuarios debían completar (ver Anexo D.1). De nuevo utilizamos métricas cuantitativas para los experimentos: contamos el tiempo que se demoraban los usuarios en completar tareas en la interfaz para medir la *eficiencia*, reemplazamos el *número de clicks*, por un indicador que nos permitía medir la *facilidad de uso* a través de la métrica *tasa de éxito* que contaba cuantas tareas podían completar con éxito los usuarios en una plataforma versus otra. Esto lo hicimos para reemplazar el número de clicks que buscaba medir la *eficiencia* ya que en Arbimon nos era imposible recolectar ese dato. Finalmente, para evaluar una dimensión más subjetiva sobre la *experiencia de uso*, usamos de nuevo el *enganche percibido* a través de la Escala de Enganche de Usuario de O'Brien et al. (2018). Y al igual que en las pruebas anteriores, observamos, escuchamos y anotamos con atención comentarios y observaciones de forma cualitativa que permitieron conocer cómo los usuarios se sienten frente a ambas herramientas. Tomamos el tiempo para cada una de las tareas, mientras que el enganche percibido lo tomamos de manera general, al final de terminar la prueba para cada herramienta.

Nuestra plataforma, BioViz obtuvo un mejor desempeño en las tres variables con respecto a Arbimon II (ver Figura 30). En total, BioViz fue **39.11%** más enganchadora, **61.55%** más eficaz y tuvo una tasa de éxito por tarea **57.47%** mayor.

Dentro de las dimensiones del *enganche*, Arbimon no superó los 3 puntos en ninguna de las variables. Por otro lado, BioViz, superó los 4 puntos en todas las dimensiones, teniendo así, una calificación bastante positiva. Por lo que concluimos que cumplimos con el objetivo de mejorar la experiencia de usuario del software científico de anotación de datos bioacústicos (ver Figura 29). Además, la amplia ventaja de BioViz en las *tasas de eficacia* y *éxito* por tarea demostraron que no solo mejoramos la experiencia subjetiva de usuario, sino la usabilidad con respecto a softwares ya existentes. Después de una semana muy desgastante recorriendo universidades de Cali para hacer pruebas de usuario y un año completo de trabajo, estábamos muy contentos con el desempeño de nuestro producto en las pruebas, y

sentíamos que el esfuerzo había dado como resultado un diseño holístico.

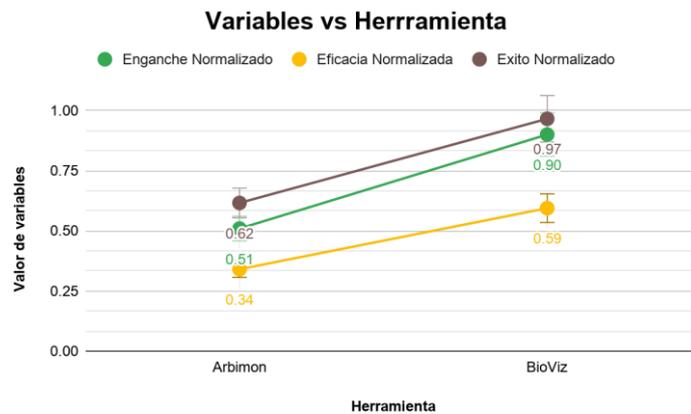


Figura 29. Variables normalizadas vs Herramienta

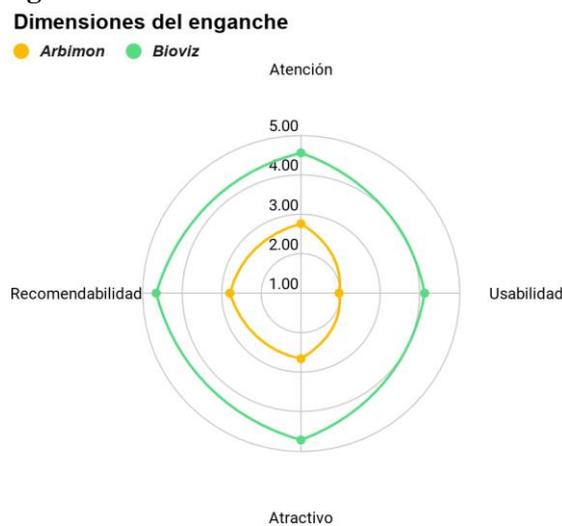


Figura 30. Dimensiones del enganche en BioViz y Arbimon

2.4 Entregar: sustentando una tesis en DMI

Unos días antes de la sustentación ya teníamos la presentación y el guion listo. Nos la pasamos repasando con un grupo de amigos que también sustentaban ese día y con nuestros tutores Carlos y Daniel simulando posibles preguntas que nos harían los jurados después de la presentación. Además de la clásica exposición con diapositivas, que duraba 15 minutos, más otros 5 minutos de preguntas del jurado, teníamos que hacer un “stand” para nuestro prototipo. No había limitaciones, pero debía ser lo más creativo posible para dejar una buena impresión. Se nos ocurrió la idea de imitar el escritorio de un biólogo, pedir un Mac de escritorio de la Universidad para que el jurado pudiera usar la plataforma en un Mac. Luego, fuimos a hablar con el profesor Gustavo Londoño para ver si nos podría prestar elementos que sirvieran de decoración. Para nuestra suerte, tenía mucho que podíamos usar: nos prestó unas guías de campo para avistamiento de aves, unos binoculares y hasta unos nidos reales que él había conseguido en campo. Dejamos armado el stand desde un día antes con esos materiales. Finalmente, presentamos el día de la sustentación con algo de nervios y obtuvimos buenos comentarios de los jurados que casi no hicieron preguntas o encontraron huecos en el proyecto, lo que nos auguraba un buen resultado. En este enlace de YouTube se puede el video un pequeño video que hicimos para la presentación y que explica a grandes rasgos el resultado final del proyecto:

<https://youtu.be/0Y0qI5URcCg>. En todo caso, presentamos en la mañana y solo hasta el final de la tarde supimos el veredicto: aprobado.

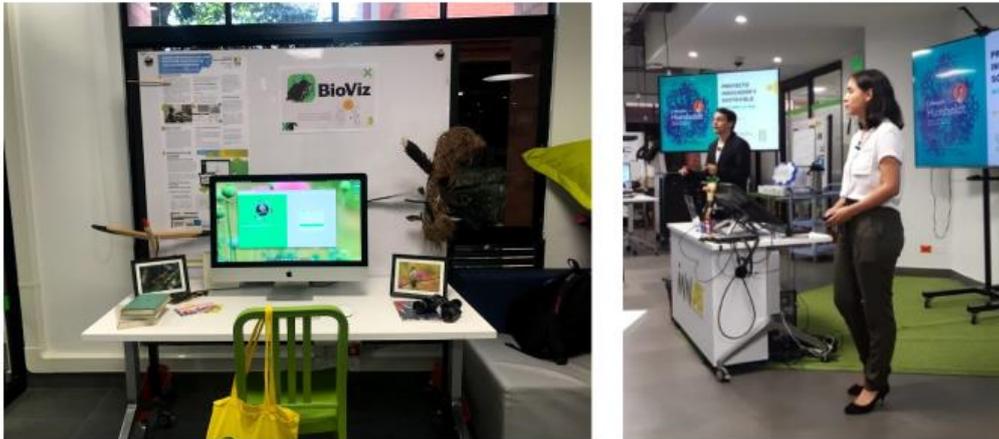


Figura 31. Stand y sustentación. Fuente: Archivo propio.

2.5 Por fuera de la formalidad de la tesis: viaje a Alemania y póster académico

2.5.1. El concurso que llevó nuestro proyecto a Alemania



Figura 32. Paula presentando nuestro proyecto en Alemania. Fuente: Archivo propio.

Cuando faltaban aproximadamente unos dos meses para presentar oficialmente nuestra tesis ante la universidad, nos encontramos con una convocatoria muy interesante en Instagram. El Instituto Goethe y el Ministerio de Relaciones Exteriores de Alemania estaban abriendo una convocatoria llamada Conexión Humboldt con el motivo del natalicio número 250 de Alexander von Humboldt (Goethe Institut, 2019). Durante una semana, se realizaría un evento con 14 jóvenes seleccionados de todo el continente que estuviesen desarrollando los proyectos considerados por el jurado como más innovadores y sostenibles. Los ganadores recibirían un viaje con todos los gastos pagos para uno de los participantes del proyecto, durante una semana a Berlín para compartir sus experiencias con personas de todo el mundo. Podía participar cualquier tipo de proyectos que estuviesen relacionados con encontrar soluciones o explorar problemáticas relacionadas con el medio ambiente. Para participar, debíamos enviar un video de formato corto explicando en qué consistía nuestro proyecto y subirlo a una plataforma.

Sabíamos que a nuestro tutor Carlos le gustaba mucho participar en convocatorias y era muy probable que se le midiera. Le comentamos y efectivamente fue así, inmediatamente nos alentó a participar. Como solo podía participar una persona por proyecto, resolvimos que sería Paula la que iría en caso de ganar. Con ayuda de Carlos armamos un guion y Paula grabó y editó el video ([ver video](#)). Unas semanas después había salido el listado de ganadores y entre 200 participantes, estábamos allí, seleccionados junto con otros 14 proyectos. Con mucha emoción, Paula se fue para Berlín entre el 20 y el 26 de octubre a representarnos. Al llegar, nos compartió su experiencia, nos trajo algunos recuerdos del viaje y un impulso de energía adicional para terminar con la tesis lo que quedaba de tiempo. Incluso, el periódico El País de Cali hizo un artículo al respecto ([ver artículo](#)).

2.5.2. Presentando un póster en la conferencia HCI International 2021: la segunda es la vencida

Desde que habíamos empezado con la tesis, nuestros tutores nos habían motivado a que el proyecto pudiéramos publicarlo en alguna revista académica. Así que en enero del 2020 empezamos a buscar revistas donde nos pudieran aceptar. Como era apenas la segunda vez que Paula y yo publicábamos en la academia y no teníamos tanta experiencia resolvimos que sería más sencillo si primero lográbamos publicar un artículo corto (o *short paper*) ligado a una conferencia. Encontramos una conferencia llamada IEEE VIS que sería llevada a cabo en Estados Unidos ese año (al menos hasta ese momento cuando aún no había estallado la pandemia de COVID-19). Con la ayuda de Carlos y Daniel empezamos a traducir el paper a inglés y a reducirlo a las 15 páginas que como máximo estaban permitidas. Fue un ejercicio difícil y retador para nosotros escribir de forma académica en otro idioma. Cumplimos con las fechas establecidas y enviamos el documento a revisión para pares.

De acuerdo al correo que nos respondieron de la IEEE, participaron 164 documentos y aceptaron 59. Lamentablemente, no estábamos entre los afortunados y obtuvimos una calificación de 3 puntos de 5 posibles. Los comentarios de algunos de las pares en la revisión, se centraron en que nos faltó explicar mucho mejor la metodología usada y hacer más uso de diagramas y fotos que dieran cuenta del proceso. A pesar de eso, nos motivaron a no desistir y participar de la convocatoria del siguiente año. Pero unos meses después, encontramos una conferencia llamada HCI International que se realizaría en 2021 y para la que las convocatorias ya estaban abiertas. Teníamos mucho tiempo para mejorar el artículo con base a la retroalimentación que nos habían dado de la conferencia anterior. Además, para esa convocatoria decidimos participar en la modalidad de póster académico y artículo. La segunda fue la vencida y fuimos aceptados. Aunque el lugar de la conferencia era Washington, lamentablemente no pudimos viajar a presentar el poster. Las condiciones de la pandemia por el COVID-19 requerían que el evento aún fuera virtual. En todo caso fue una experiencia muy gratificante, aprendimos cómo presentar nuestro trabajo en la academia y conocimos también el trabajo de otros colegas, aunque fuera a distancia. Nuestro artículo académico corto quedó consignado como publicación indexada en las memorias de la conferencia (Arce-Lopera et. al, 2021, [ver artículo](#)).

3. Reflexión final: la experiencia de usuario como herramienta para la apropiación tecnológica

3.1. ¿Qué tienen en común el diseño de interacción, la interacción humano-computador y las ciencias sociales?

En este capítulo voy a profundizar más en una disciplina central para el diseño de interacción: la interacción humano-computador (HCI). La HCI es un campo profundamente interdisciplinar e importante para explicar la relación entre el diseño de interacción y las ciencias sociales (ver Figura

33). Para entender esta relación hay que historizar la disciplina, que se ha caracterizado en tres olas diferentes y explicaré a continuación.

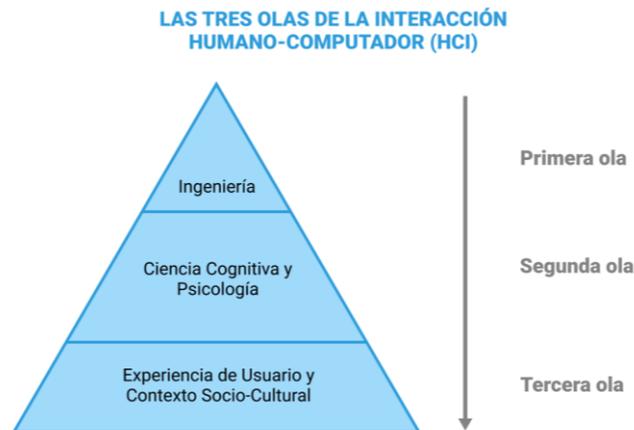


Figura 33. Olas de HCI. Traducido y adaptado de: Zuhan Pan (2021).

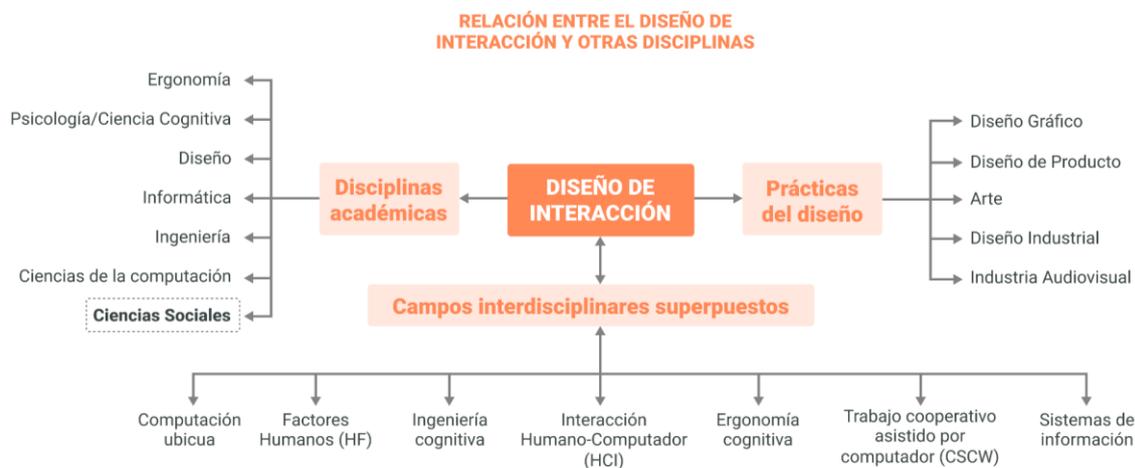


Figura 34. La relación entre las disciplinas académicas contribuyentes, las prácticas de diseño y los campos interdisciplinarios relacionados con el diseño de interacción. Traducido y adaptado de: Rogers, Preece y Sharp (2011).

Primera ola de la interacción-humano computador: ingeniería, ergonomía y usabilidad

La profesora Yvonne Rogers argumenta que HCI ha crecido enormemente en los últimos años a pesar de ser una disciplina relativamente nueva que se constituyó oficialmente a partir de la década de 1980. La profesora explica que, en sus inicios, HCI apareció como un campo que intentó seguir el método científico para desdibujar las fronteras entre las ciencias cognitivas y el desempeño de los usuarios al usar una interfaz gráfica (2012). Sin embargo, esta ola es heredera directa de la ingeniería porque retoma la preocupación de los ingenieros industriales por crear productos ergonómicos (Gunkel, 2018). La ergonomía (o el estudio de los factores humanos) es definida por la Asociación Internacional de Ergonomía (AIE) como el conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona. Los primeros ergónomos se preocupaban principalmente por el diseño de los puestos de trabajo. Que las sillas y las mesas fueran de las medidas adecuadas para garantizar el bienestar físico de la persona y, por tanto, pudiese ser eficiente en su trabajo.

El trabajo siempre ha sido, sin duda, una de las preocupaciones sociológicas por excelencia y la burocracia una de sus dimensiones más importantes a tener en cuenta. Aunque en este punto el HCI aún no tiene una conexión directa con las ciencias sociales, sociológicamente la ergonomía se configura entonces como una disciplina encargada de permitir que la burocracia funcione con éxito y las relaciones de trabajo sean eficientes. La HCI comienza cuando aparecen los computadores como herramientas de trabajo y se hace necesario que sean cómodos para los usuarios en cuestión. El enfoque todavía se encuentra más en la máquina que en la persona e incluso en el inicio de la disciplina se hablaba más de CHI (interacción computador-humano o *computer-human interaction* por sus siglas en inglés) que de HCI. Esto se debe a que al inicio los computadores ni siquiera tenían una interfaz gráfica amigable con el usuario, sino que el usuario debía literalmente ejecutar códigos y comandos para darle órdenes al computador. Luego, el paradigma WIMP (ventanas, iconos, menús y puntero) fue acuñado por Merzouga Wilberts en los 80 's y es el tipo de interfaz gráfica que usamos en la mayoría de sistemas operativos de escritorio. Fue inventado en Xerox PARC, popularizado por Apple Macintosh y ahora disponible en los sistemas operativos más exitosos como Microsoft Windows (Dam & Soegaard, 2012). Desde entonces la metáfora del “escritorio” se ha mantenido hasta hoy en las interfaces de los sistemas operativos en donde tenemos carpetas, archivos y hasta papelera de reciclaje. La HCI más clásica se preocupaba entonces porque los computadores fueran ergonómicamente fáciles de usar y el éxito de un producto se medía, sobre todo por la tasa de tareas completadas en una determinada interacción.

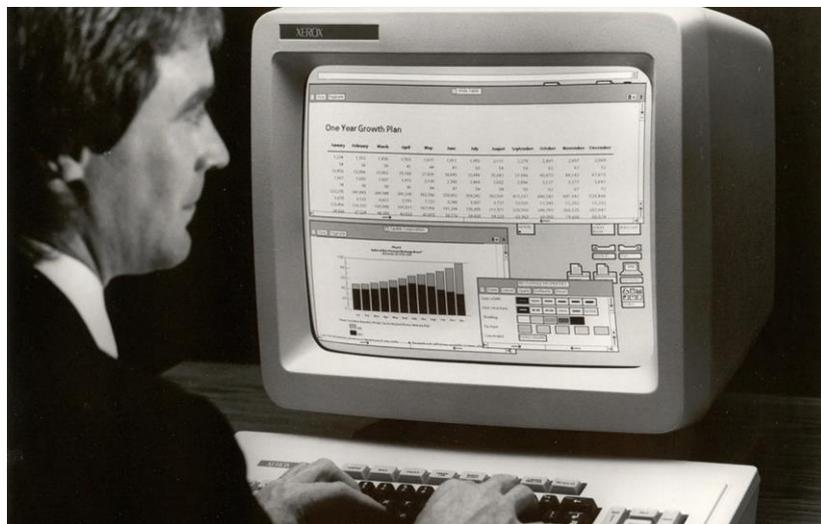


Figura 35. Usuario interactuando con una interfaz WIMP. Fuente: Jesse Hicks para The Verge (2013).

A pesar de que HCI en la actualidad trasciende mucho más que la ergonomía, la usabilidad y la búsqueda de la eficiencia a la hora de que los usuarios puedan resolver tareas, creo que todos los diseñadores de interacción heredamos muchos elementos de esta ola. Como lo conté anteriormente, una de las mediciones más importantes que tomamos para nuestro proyecto era la eficiencia y la eficacia con la que los usuarios completaron las tareas de etiquetado de datos bioacústicos. Al final, nuestro prototipo fue construido con base a las interacciones que probamos en la que los usuarios pudieran hacer su trabajo como analistas de datos en menor tiempo y con una menor cantidad de clicks.

Segunda ola de la interacción-humano computador: psicología cognitiva, ciencias del comportamiento y primeros usos de las ciencias sociales

Como explican Duarte, E. F., & Baranauskas (2016) la segunda ola de HCI se enfoca en entender el funcionamiento de la mente humana, específicamente, los mapas y estructuras mentales que tienen los

usuarios. En esta ola, la psicología cognitiva y las ciencias del comportamiento cobran vital importancia y las teorías empiezan a ser importantes a la hora de conducir experimentos de interacción para evaluar el rendimiento de las interfaces gráficas. Como apunta Rogers (2012), algunas de las preocupaciones de los investigadores de esta ola son: entender las teorías psicológicas de motivación para alentar interacciones entre los usuarios. Aquí el término experiencia de usuario aparece por primera vez. El propósito principal de HCI en esta ola era el de llevar a cabo experimentos no solo para saber si los usuarios eran capaces de completar tareas de manera eficiente en un computador sino para saber si tenían una experiencia subjetiva positiva con el producto en cuestión. Experimentos similares a los que realizamos en las pruebas de usuario, pero ya no únicamente con el fin de medir dimensiones como el tiempo o el número de clicks, sino también medidas sobre la percepción de la experiencia como la escala del enganche de usuario.

Hacia el final de esta ola, también aparecen las primeras preocupaciones por entender el contexto de los usuarios y poco a poco aparece el trabajo de campo con técnicas heredadas del enfoque etnográfico como una opción. En nuestro proyecto, fue muy importante tratar de calcar la estructura mental que los usuarios tenían sobre la manera como realizaban la tarea del etiquetado de datos bioacústicos con los softwares más tradicionales. En ese punto, nos enfocamos mucho en la interacción entre nuestros usuarios y los elementos más importantes para realizar su trabajo como los espectrogramas, las hojas de excel, la organización de los archivos por carpetas, entre otros. Nos fijamos especialmente en qué orden usaban las herramientas y para qué tareas específicas usaban cada una. Gracias a esto, pudimos mapear dicho esquema mental.

Tercera ola de la interacción-humano computador: ciencias sociales, experiencia de usuario y computación social

Como menciona Pan (2021), en la tercera ola de HCI es inclusiva y el contexto social es crucial. La interacción es vista como una creación de significado por el ser humano, los artefactos y el contexto. Aquí los usuarios no son sujetos pasivos de los que el diseñador únicamente extrae información y provee interacciones. Los usuarios son participantes y cruciales en el proceso de diseño del producto en cuestión. Este enfoque permite que los métodos que usamos en disciplinas como la antropología o la sociología sean aprovechados, puesto que existe una mayor horizontalidad entre el investigador (diseñador) y su “sujeto” (usuario). Duarte, E. F., & Barauskas (2016) explican que en esta ola se tienen en cuenta aspectos que antes era relegados como los valores y el contexto de los usuarios, para esto es crucial todo el primer paso del doble diamante (fase de descubrir) en donde realizamos el trabajo de campo y la observación participante y también el enfoque cualitativo de las pruebas de usuario en donde no nos limitamos únicamente a los datos cuantitativos que recogimos de desempeño sino a escuchar y permitir que los usuarios nos dieran ideas, a manera de co-creación, de qué les gustaría en el producto.

Esta ola también se caracteriza por tener un énfasis más grande en el aspecto colaborativo que pueden tener las tecnologías digitales. Ya no es únicamente el usuario y el computador, sino las redes sociales y colaborativas que se pueden tejer alrededor de una interfaz de usuario. Este último aspecto fue esencial para diseñar tanto el módulo de gestión de proyectos como el diseño del sistema de recomendación para el etiquetado de aves ya que este, en últimas, se alimentaría de los datos que van siendo etiquetados por todos los usuarios de la plataforma a lo largo del tiempo a través de algoritmos de aprendizaje de máquina que desarrollaría un ingeniero para implementar el diseño que propusimos.

3.2. ¿Para qué diseño centrado en el usuario?: diseñando para la apropiación tecnológica

Paul Dourish (2003), uno de los científicos de la computación más importantes de los últimos años y estudioso de la relación entre la tecnología y la sociedad, define la apropiación tecnológica como: “El proceso por el cual las personas adoptan y adaptan tecnologías, adecuándolas a sus prácticas laborales. Es similar a la personalización, pero se refiere a los patrones de adopción de la tecnología y la transformación de la práctica a un nivel más profundo” (p. 1). Desde que existe la preocupación en las ciencias sociales por la vida social de los actores no-humanos, los objetos junto a sus usos y significados se vuelven cruciales para entender la experiencia humana. En un mundo cada vez más digitalizado, Deborah Lupton (2015) llama a las tecnologías digitales “objetos digitales”, tanto por su dimensión más material (hardware) como por la menos material en el sentido estricto (software). Recordemos que el hardware son las partes físicas de un computador como el mouse, la memoria, los cables y los procesadores. Mientras que el software constituye los programas internos que el hardware ejecuta para que el computador funcione.

Para Lupton, estos objetos digitales tienen una dimensión política en tanto no son diseñados y desarrollados por humanos en contextos específicos que terminan influyendo la manera cómo son construidos y, a su vez, son usados por otros humanos dentro de otros contextos. Siguiendo la definición de Dourish (2003) el proceso que se da durante y después de la etapa de diseño de un producto en el que los usuarios aceptan el uso de una nueva tecnología en su vida, es el proceso de apropiación. Para un diseñador de interacción, un producto digital es exitoso si es capaz de generar apropiación en los usuarios para los que fue pensado. De lo contrario, el producto no habrá cumplido su propósito ya que no será usado.

Como había mencionado antes, las relaciones diseñador-usuario han pasado de ser más verticales a más horizontales en los últimos años y en la medida en que la interacción humano-computador ha adaptado métodos de ciencias sociales para lograr que la tecnología sea más humana. Donald Norman (1988), uno de los clásicos del diseño de interacción, define el diseño centrado en el usuario como un imperativo categórico (o un deber ser) más que una disciplina. Un deber ser en el que el diseñador debe poner al usuario primero más que el sistema o tecnología que va a diseñar, e incluso, más que a sí mismo y a sus “sesgos” como diseñador. Para lograr este propósito es que aparecen los métodos de diseño o procesos de diseño como el doble diamante sugerido por el Design Council y que seguimos para desarrollar nuestra tesis de DMI. Un diseño es exitoso si genera apropiación entre el usuario para el que fue pensado, y la apropiación se genera en tanto el diseñador es capaz de ponerse en sus zapatos. Por eso, el proceso sistémico o la serie de pasos que realizamos para lograrlo se ha visto permeado en los últimos años de tantos métodos heredados de las ciencias sociales.

Si bien en el proceso de desarrollo de BioViz, no llegamos puntualmente a la etapa de “apropiación” (porque el producto fue un prototipo y no fue lanzado al mercado), sí podemos decir que todo el proceso que realizamos durante ese año tenía el propósito puntual de generar apropiación. Cada comentario tenido en cuenta por nuestros usuarios, en el que escuchábamos atentamente e intentábamos romper esa verticalidad para hacerlos parte del proceso de diseño, es lo que en últimas buscaba. El producto termina siendo no solo nuestro, termina siendo, de alguna manera, de todos los que aportaron no solo en lo técnico (como Sergio, Daniela y los tutores), sino con sus ideas: los biólogos y amantes del mundo de las aves, usuarios finales del producto para su día a día de trabajo en el etiquetado de datos bioacústicos. Más allá de los prototipos que realizamos en Figma y las horas de trabajo programando en JavaScript, la retroalimentación de nuestros usuarios después de usar el prototipo en cada prueba terminó siendo uno de los materiales más importantes que soportaron el producto. Porque al usar nuestro prototipo en cada una de las iteraciones, ellos también le dieron forma.

3.3. Conclusiones y recomendaciones para trabajos futuros desde los ejes de la sistematización

A modo de conclusión, no puedo cerrar esta reflexión sin antes hacer un pequeño resumen de las cosas que haría diferente para trabajos futuros y hacer un cierre de los ejes de la sistematización que han estado presentes de forma implícita durante todo el relato. En general el balance del proyecto es positivo: realizamos un proceso de diseño basado en evidencia donde demostramos que diseñamos un producto útil y satisfactorio para un tipo de usuario específico, nos fue muy bien en la presentación y hasta nos ganamos un premio del Ministerio de Relaciones Exteriores de Alemania para ir a presentar el proyecto a Berlín. Fue un año de trabajo duro que terminó valiendo la pena. Sin embargo, siempre se pueden tener consideraciones para trabajos futuros.

Desde lo metodológico

Con el lente de las ciencias sociales con el que veo el proyecto actualmente, considero algunas recomendaciones metodológicas que ya había insinuado antes. Creo que fue un acierto usar técnicas mixtas para llevar a cabo la investigación en diseño. Es una apuesta que cada vez tiene más fuerza en ciencias sociales y la tendencia parece indicar que también en las disciplinas aledañas que se alimentan de las mismas, como el diseño de interacción. Ahora bien, con respecto al uso de técnicas cualitativas y etnográficas, sin duda haría una investigación con un grado de participación mucho más grande de mi parte, en donde tuviese menos preocupaciones por “sesgar” al usuario y reconciliándome con la subjetividad. La segunda, con respecto al uso de técnicas cuantitativas y diseño experimental para pruebas de usuario. Para comparar los desempeños de los prototipos en los experimentos utilizamos las medias de los resultados de las mediciones por grupo. Sin embargo, creo que hubiera sido interesante realizar alguna prueba de hipótesis de estadística inferencial para ver, por ejemplo, si las diferencias entre los grupos fueron significativas. Esto también implica, por supuesto, haber realizado un gran número de pruebas de usuario que nos hubiesen consumido más tiempo y energía en un proyecto que ya de por sí era robusto. Pero puede ser muy valioso para trabajos futuros que impliquen diseño experimental y mayor cantidad de tiempo disponible.

Otra pregunta interesante desde lo sociológico es sobre la posibilidad de cuantificar las experiencias. La sociología de las experiencias siempre ha tenido un enfoque más cualitativo, pero cada vez más aparecen tendencias, como el Big Data, que no se usó en este proyecto, pero que nos indican que se está abriendo camino a un enfoque cuantitativo de la experiencia. En este sentido, el formulario de User Engagement Scale (UES) fue una herramienta muy útil y, en términos pragmáticos, suficiente para evaluar cuál prototipo era percibido como más satisfactorio para los usuarios. Sin embargo, queda la pregunta para trabajos futuros y científicos sociales interesados en el tema sobre si esto es posible y cuáles serían los instrumentos de medición más adecuados para lograrlos. A lo mejor en un futuro tendremos más alternativas al UES, o incluso una versión diferente del mismo. Lo cierto es que fue una de las herramientas más interesantes que probamos y que nos permitió tener un diseño experimental con enfoque en técnicas mixtas para las pruebas de usuario.

Desde lo logístico

Como he mencionado a lo largo del relato, uno de los retos más grandes que tiene el desarrollo de un proyecto de este tipo es, sin duda, logístico. Para realizarlo, Paula y yo debimos coordinar una gran cantidad de actores entre profesores, investigadores y potenciales usuarios. Eso sin contar la coordinación misma que debíamos tener entre los dos como compañeros de tesis. Usualmente, un proyecto de desarrollo de software suele tener, como mínimo, una persona para cada uno de los roles que se necesitan. Una persona encargada de la investigación, otra para el diseño, y otras dos, normalmente ingenieros de sistemas, para programar la solución. Si es que no son equipos más grandes

dependiendo del presupuesto. En nuestro caso, para efectos de la tesis y de que nuestra solución llegaba solo hasta la instancia de “prototipo de alta” como ya había mencionado, éramos solo los dos quienes teníamos toda la carga de realizar el proyecto, por lo que tuvimos que invertir una gran cantidad de energía y tiempo en el mismo. En cierto modo, es lo normal para una tesis de pregrado de este tipo, de todas formas. Pero menos cercano a lo sucede en la industria del software, por fuera de la academia, en donde los equipos son más grandes. Eso sí, como relaté, Paula y yo corrimos con la suerte de tener una red de apoyo grande al estar ligados al proyecto interfacultades. Este colchón de capital social y simbólico fue el que nos permitió con más facilidad empaparnos del tema, conseguir entrevistas para el trabajo de campo, usuarios para las pruebas, apoyo teórico y en cierto modo hasta emocional. De alguna forma sabíamos que estábamos bien cobijados por un proyecto de la universidad, lo que nos reducía bastante la incertidumbre propia de las tesis y proyectos de investigación. Una recomendación que haría a cualquier persona que vaya a realizar una tesis de este estilo es que, trate de optimizar al máximo el tiempo y los recursos que tenga y por supuesto, si puede contar con una red de apoyo como la que nosotros tuvimos, siempre será mejor.

Desde lo relacional

En esta línea, la red de apoyo con la que entramos al proyecto la obtuvimos gracias a los vínculos sociales que ya habíamos forjado desde antes de llegar al año de hacer la tesis. Principalmente con nuestros tutores de diseño, Daniel y Carlos. Siendo este último el que nos llevó al profesor de biología, Gustavo y los desarrolladores de MONAC, Sergio y Daniela. A su vez, no hubiera sido posible que entráramos al mundo de las aves, los ornitólogos, y los pajareros con la facilidad que lo hicimos de no ser por contar con el apoyo de Gustavo. La voluntad institucional de la Universidad Icesi al promover la convocatoria y la financiación para este tipo de proyectos, además del interés que siempre ha existido desde la universidad por el mundo de las aves son factores importantes que también permitieron que se dieran este y otro tipo de proyectos similares. Creo que esto en últimas resalta la importancia sociológica de entender los productos tecnológicos no por ellos mismos, sino con relación a las redes sociales que los hacen posibles. La tecnología es otra creación humana más, resultado de la cooperación y la acción coordinada de los individuos, y hecha también de alguna forma para promover y prolongar dicha cooperación. No por menos, un grupo de científicos naturales, ingenieros, diseñadores y hasta un científico social como yo, terminamos involucrados en un proyecto que permitiera a los biólogos coordinar su acción a la hora de identificar cantos aves, para posteriormente, entender el mundo natural y tomar acciones que permitan su conservación.

También es interesante recalcar que algunos de estos vínculos sociales no solo prevalecieron en el tiempo después del proyecto, sino que se fortalecieron. Continuamos trabajando juntos para la conferencia de HCI International hasta que Paula se graduó y consiguió trabajo, con quien mantengo una gran amistad. Y durante estos dos años, mientras yo terminaba la carrera de sociología, seguí trabajando con Carlos y Gustavo en proyectos de diseño relacionados al mundo de las aves dentro de la universidad.

Además de las relaciones sociales del proyecto, hay otra relación más que abordé bastante y de la que quisiera hacer un comentario final: la del diseño de interacción y las ciencias sociales. En retrospectiva, creo que resulta muy interesante la preocupación reciente que existe por darle un enfoque más “humano” a los productos y servicios que en algún punto se veían desde un lado meramente ingenieril. El enfoque estaba más en el producto, y no en la persona. Queda abierta la pregunta sobre si el rol de las ciencias sociales en el desarrollo de estos productos seguirá siendo principalmente metodológico, o si, por el contrario, también se tendrán en cuenta otras preocupaciones como las implicaciones éticas de los productos que desarrollamos, donde la sociología tiene mucho por decir. Y por supuesto, todo lo

anterior también pasa por una gran cantidad de cambios históricos y sociales que se han dado desde la revolución industrial hasta la actualidad y que nos han llevado a la aparición de una disciplina, como el diseño de interacción, que intenta convivir entre las ciencias sociales y la ingeniería. Seguir entendiendo esta disciplina, que aún es bastante reciente y está muy en construcción, seguramente permitirá entender la evolución de las relaciones de producción de cara al futuro por lo que creo que es inminente que la sociología ponga el lente sobre este tipo de preocupaciones.

Sobre la experiencia

Como última reflexión, creo pertinente detenerme sobre uno de los aspectos transversales de esta sistematización: la experiencia. Y en últimas, mi experiencia. Prototipar un software científico para la identificación de cantos de aves fue un proceso fascinante, gratificante, frustrante y agotador al mismo tiempo. He sido enfático en el hecho de que sacar un proyecto adelante no es un proceso lineal. Y justamente eso me permitió explorar caminos creativos para resolver los problemas y retos que aparecían poco a poco, pero en esos obstáculos y momentos de estancamiento también había momentos poco agradables, de estancamiento e incertidumbre latente. La gratificación vendría después: al superar esos retos y darme cuenta de que era capaz de utilizar muchas habilidades que incluso no sabía que tenía. Es como si en últimas, fueran necesarios los obstáculos y las iteraciones, no solo para asegurarnos de tener el mejor producto con la menor cantidad de errores posibles sino también para sentir la satisfacción del esfuerzo que valió la pena.

Lo cierto es que me llevo muchas cosas tanto del proceso de diseño y prototipado del software en 2019, como de la experiencia de hacer la sistematización en 2022. Fue un proceso largo y por momentos parecía interminable, pero que llegó a buen puerto. Aprendí muchas cosas nuevas de temas que no conocía como el mundo de las aves, pude explorar otros que me atravesaban en lo personal como la relación entre las ciencias sociales y el diseño de interacción y reforzar mis habilidades en investigación social, diseño y programación. Conocí un montón de gente de diversas disciplinas que enriquecieron mi vida personal y académica y reforcé vínculos que tenía con personas que ya conocía. En últimas, tuve la oportunidad de terminar mi vida académica de pregrado de una manera que ni yo mismo hubiese imaginado al entrar a la universidad.

Finalmente, no me queda más que agradecer a mis tutores de diseño, Daniel y Carlos, al profesor de Biología, Gustavo, a mi compañera de tesis Paula y a todos nuestros usuarios, biólogos que nos ayudaron a construir un gran producto. También a Mauricio, mi tutor de sociología por ayudarme a realizar esta reflexión con la que finalizo mi etapa académica de pregrado. Y por supuesto, a todos los profesores tanto de Diseño de Medios Interactivos como de Sociología que hicieron parte de mi etapa universitaria y de los que me llevo muchos aprendizajes. Espero que este producto pueda ser un aporte en la muy necesaria transformación que está viviendo la sociología en torno al estudio de lo digital y las relaciones de producción tecnológicas de cara al futuro.

4. Referencias

Aguirre, J. (2017). Diseño social: Análisis de caso de dos plataformas implementadas para fortalecer la sostenibilidad de colectivos culturales de la ciudad de Cali, Colombia.

Arce-Lopera, C., García-Muñoz, P., Restrepo-Quiceno, S., Gómez-Marín, D y Londoño, G. (2021). Designing Data Visualization Assistance for a Bioacoustics Labeling Software. DOI: 10.1007/978 3-030-78645-8_60

Bardeli, R., Wolff, D., Kurth, F., Koch, M., Tauchert, K. H., & Frommolt, K. H. (2010). Detecting bird sounds in a complex acoustic environment and application to bioacoustic monitoring. *Pattern Recognition Letters*, 31(12), 1524-1534. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2009.09.014>

Bauman, Z. (1990). *Pensando sociológicamente*.

Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. En Richardson, J. (ed.). *Handbook of theory for the sociology of education*. Greenwood Publishing Group.

Carver, J. C. (2009). Report from the second international workshop on software engineering for computational science and engineering (SE-CSE 09). *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 34(5), 48. <https://doi.org/10.1145/1598732.1598761>

Dam, R. F., & Soegaard, M. (2012). *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction (3rd Edition)*. The Interaction Design Foundation. <https://doi.org/10.1159/000334675>

Design Council. (2007). What is the framework for innovation? Design Council's evolved Double Diamond. Recuperado de: <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>

Dourish, P. (2003). *The Appropriation of Interactive Technologies: Some Lessons from Placeless Documents*.

Duan, S., Zhang, J., Roe, P., & Towsey, M. (2012). A survey of tagging techniques for music, speech and environmental sound. *Artificial Intelligence Review*, 42(4), 637-661. <https://doi.org/10.1007/s10462-012-9362-y>

Duarte, E. F., & Baranauskas, M. C. C. (2016). Revisiting the three HCI waves: A preliminary discussion on philosophy of science and research paradigms. Paper presented at the Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems.

Erbe, C. (2016). What is animal bioacoustics? *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(4), 2004-2004. <https://doi.org/10.1121/1.4949882>

Fanjul, S. (2018). Cajas negras y sonámbulos: ¿sabemos lo que hay dentro de la tecnología? Recuperado de: https://elpais.com/retina/2018/05/04/tendencias/1525453816_399045.html

Forbes. (2020). ¿Por qué el software conquistó al mundo? Recuperado de: <https://forbes.co/2020/08/27/red-forbes/por-que-el-software-conquistó-al-mundo/>

Forbes. (2021). Industria del software: un sector con visión de crecimiento. Recuperado de: <https://forbes.co/2021/07/09/red-forbes/industria-del-software-un-sector-con-vision-de-crecimiento/>

Frost, B. (2016). *Atomic Design*.

Galindo, J. (2011). Sobre el carácter precario del orden social. Reflexiones en torno al análisis de marcos de Erving Goffman. En "Repensar a los teóricos de la sociedad".

García-Muñoz, P. y Restrepo-Quiceno, S. (2019). *Diseño de interacción para software científico de análisis bioacústico*. Tesis de pregrado programa de Diseño de Medios Interactivos. Universidad Icesi.

Goethe Institut. (2019). Conexión Humboldt: jóvenes de Latinoamérica y Alemania por un mundo sostenible. Recuperado de: <https://www.goethe.de/prj/hya/es/inh/conexion-humboldt.html>

Gunkel, D. (2018). *The Relational Turn: Third Wave HCI and Phenomenology*.

- Gutiérrez, D. (2001). "Reseña de "Sociologie de l'Expérience" de François Dubet." *Estudios Sociológicos* XIX, no. 3 (2001):881-890. Redalyc. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59805717>
- Hanington, B. (2003). *Methods in the Making: A Perspective on the State of Human Research in Design*.
- Hassenzahl, M. (2010). *Experience Design: Technology for All the Right Reasons. Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*. Morgan & Claypool.
- Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). User experience-a ser agenda, *Behavior & Information Technology*. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/01449290500330331>
- Heaton, D., & Carver, J. C. (2015). Claims about the use of software engineering practices in science: A systematic literature review. En *Information and Software Technology* (Vol. 67, pp. 207-219). <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.07.011>
- Henriques J (2011) *Sonic Bodies: Reggae Sound Systems, Performance Techniques, and Ways of Knowing*. London: Bloomsbury.
- Hicks, J. (2013). 40 years of icons: the evolution of the modern computer interface. *The Wired*. Recuperado de: <https://www.theverge.com/users/jesse.hicks>
- Hinsen, K. (2018). Digital Scientific Notations as a Human-Computer Interface in Computer-Aided Research. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.158>
- ISO 9241-11. (1998). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 11: Guidance on usability*. Genève, Switzerland.
- Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles*.
- Konigsberg, A. (2018). Council Post: The Workforce Needs AI -- But AI Needs Human Workers, Too. Recuperado 22 de marzo de 2019, de <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/11/07/the-workforce-needs-ai-but-ai-needs-human-workers-too/#164ab4497653>
- Latour, B. y Woolgar, S. (1979). *La vida en el laboratorio: la construcción de hechos científicos*.
- Lau, L., Griffiths, M. K., Holmes, V., Jay, C., Dibsedale, C. E., Xu, J., ... Ward, R. R. (2014). The Blind Men and the Elephant: Towards an Empirical Evaluation Framework for Software Sustainability. *Journal of Open Research Software*. <https://doi.org/10.5334/jors.ao>
- Lupton, D. (2015). *Digital Sociology*.
- Macaulay, C., Sloan, D., Jiang, X., Forbes, P., Loynton, S., Swedlow, J. R., & Gregor, P. (2009). Usability and user-centered design in scientific software development. *IEEE Software*, 26(1), 96-102. <https://doi.org/10.1109/MS.2009.27>
- Mahapatra, J. (2014). How to combine HCI and Data Visualization? Recuperado 10 de mayo de 2019, de https://www.researchgate.net/post/How_to_combine_HCI_and_Data_Visualization
- Martinic, S. (1984). *Algunas categorías de análisis para la sistematización*. CIDE-FLACSO. Santiago, Chile.

McGregor, P. K. (2012). Applying bioacoustics: what can be learned from pure and applied aspects? *Bioacoustics*. <https://doi.org/10.1080/09524622.2011.647526>

MinCiencias. (2016). Colombia, el segundo país más biodiverso del mundo. Título. Recuperado de: https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo

Norman, D. (1988). *The Design of Everyday Things*.

O'Brien, H., Cairns, P. and Hall, M. (2018). A practical approach to measuring user engagement with the refined user engagement scale (UES) and new UES short form.

Pan, Z. (2021). Third-wave HCI? What are the advantages and disadvantages? Recuperado de: <https://uxdesign.cc/third-wave-hci-what-are-the-advantages-and-disadvantages-6885d5de4d5b>

Pernice, K. (2016). UX Prototypes: Low Fidelity vs. High Fidelity. Nielsen Norman Group. Recuperado de: <https://www.nngroup.com/articles/ux-prototype-hi-lo-fidelity/>

PESA. (2004). *Guía Metodológica para la Sistematización*.

Queiroz, F., Silva, R., Miller, J., Brockhauser, S., & Fangohr, H. (2017). Good Usability Practices in Scientific Software Development. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5331814.v3>

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., & Milá, B. (2001). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. *Fresenius Environmental Bulletin*, 10(6), 561-565.

Ramakrishnan, L., & Gunter, D. (2017). Ten principles for creating usable software for science. En *Proceedings - 13th IEEE International Conference on eScience, eScience 2017*. <https://doi.org/10.1109/eScience.2017.34>

Restrepo, E. (2018). *Etnografía: alcances, técnicas y éticas*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Rogers, Y. (2012). *HCI Theory. Classical, Modern, and Contemporary*.

Rogers, Y., Preece, J. and Sharp, H. (2011) *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*, 3rd ed., Wiley, New York. Cited on page(s) xi, 2, 3, 4, 24.

Rosenfeld, L. and Morville, P. (1998). *Information Architecture for the World Wide Web: Designing Large-Scale Web Sites*. O'Reilly Media; 3rd edition.

Salazar, K. (2020) *Contextual Inquiry: Inspire Design by Observing and Interviewing Users in Their Context*. Nielsen Norman Group. Recuperado de: <https://www.nngroup.com/articles/contextual-inquiry/>

Sanders, E y Stappers, P. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign: International Journal of CoCreation in Design and the Arts*, 4:1, 5-18, DOI: 10.1080/15710880701875068

Suárez-García, O., González-García, F. y Celis-Murillo, A. (2017). Entendiendo la complementariedad de dos métodos de muestreo en el estudio de comunidades de aves de un bosque mesófilo de montaña en temporada reproductiva.

Tam, G. K. L., Kothari, V., & Chen, M. (2017). An Analysis of Machine- and Human-Analytics in Classification. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(1), 71-80. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2016.2598829>

The Information Architecture Institute. (s. f.). What is Information Architecture? | IA Institute. Recuperado de: <https://www.iainstitute.org/what-is-ia>

Think Design. (s. f.) Fly On The Wall. Recuperado de: <https://think.design/user-design-research/fly-on-the-wall/>

Towsey, M. W., Truskinger, A. M., & Roe, P. (2016). The Navigation and Visualization of Environmental Audio Using Zooming Spectrograms. En *Proceedings - 15th IEEE International Conference on Data Mining Workshop, ICDMW 2015* (pp. 788-797). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ICDMW.2015.118>

Tubaro P.L. (1999). Bioacústica aplicada a la sistemática, conservación y manejo de poblaciones naturales de aves. *Etología*, 7, 19-32.

Universidad Icesi. (2019). Anchicayá tiene una estación biológica de elevado nivel científico. *Boletín de prensa #325*. Recuperado de: <https://www.icesi.edu.co/unicesi/todas-las-noticias/5399-anchicaya-tiene-una-estacion-biologica-de-elevado-nivel-cientifico>

Universidad Icesi. (s. f.). Estación biológica de Icesi Zygia. Recuperado 21 de febrero de 2019, de <https://www.icesi.edu.co/117-estacion-biologica-de-icesi-zygia>

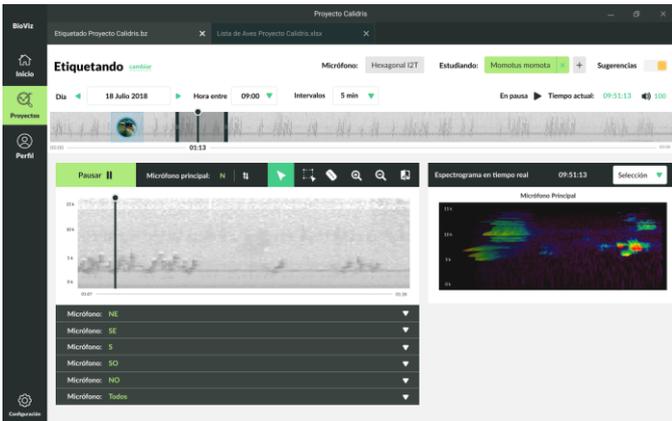
Vallee, M. (2018). The Science of Listening in Bioacoustics Research: Sensing the Animals' Sounds. *Theory, Culture and Society*, 35(2), 47-65. <https://doi.org/10.1177/0263276417727059>

Villanueva-Rivera, L. (2015) Indices and ecoinformatics tools for the study of soundscape dynamics. *Purdue University. Open Access Dissertations*. Recuperado de: https://docs.lib.purdue.edu/open_access_dissertations/1324

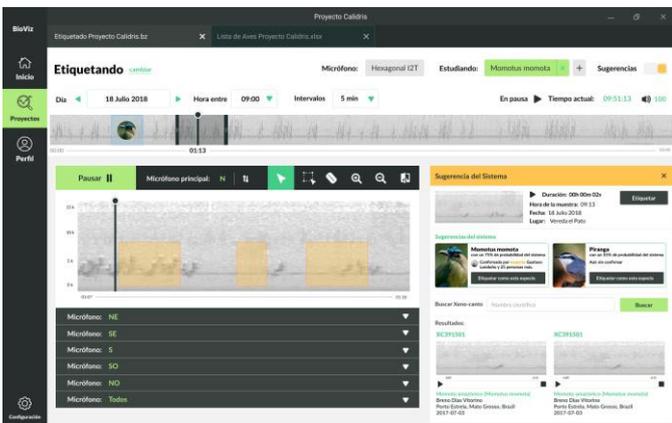
WWF. (2017). Colombia Viva: un país megadiverso de cara al futuro.

5. Anexos

Anexo A: Pruebas vista general de la interfaz



Anexo A.1. Primera versión pantalla de etiquetado.

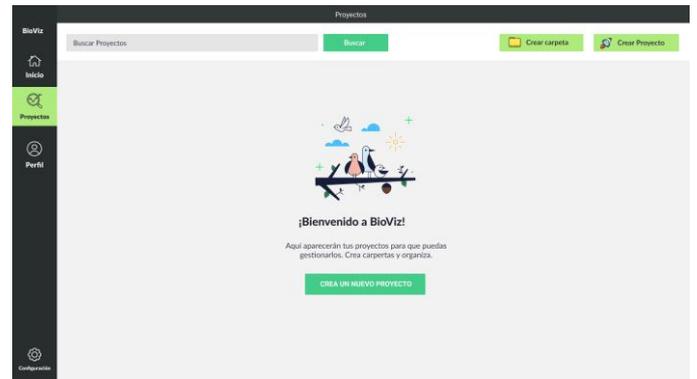


Anexo A.2. Primera versión pantalla de etiquetado con sistema de sugerencias.



Anexo A.1. Pruebas de usuario para validación vista general de la interfaz.

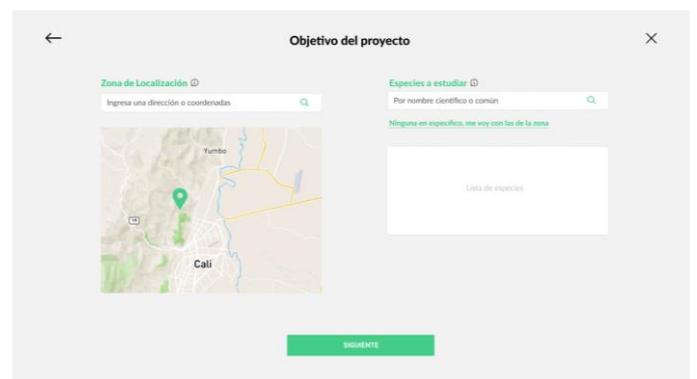
Anexo B: Pruebas de gestión de proyectos



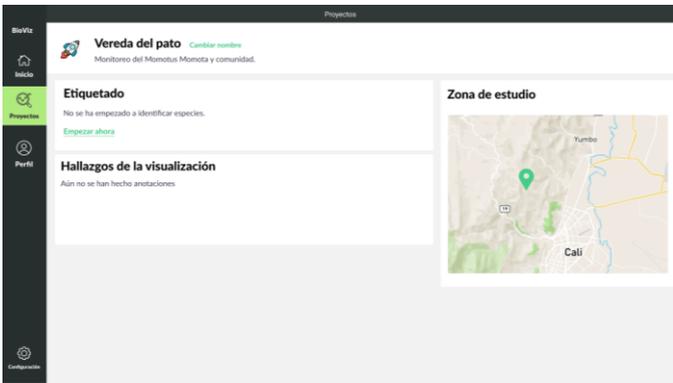
Anexo B.1. Primera versión pantalla de gestión de proyectos vacía.



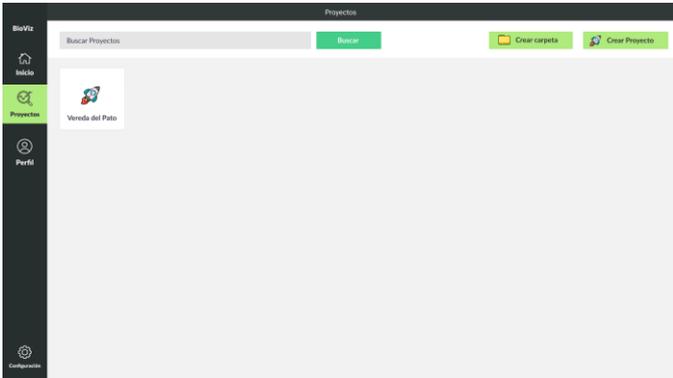
Anexo B.3. Primera versión pantalla de creación de proyectos 1.



Anexo B.4. Primera versión de gestión de creación de proyectos 3.

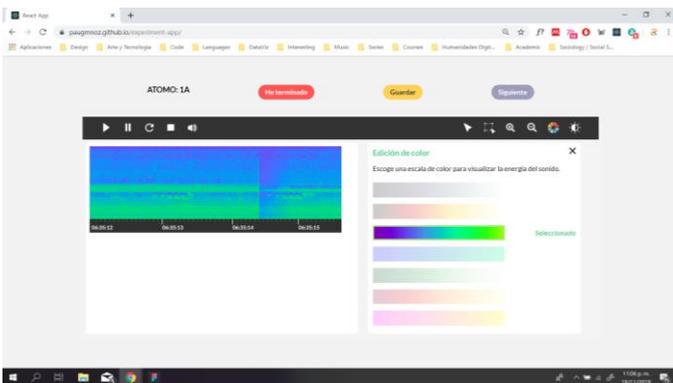


Anexo B.5. Primera versión de pantalla de gestión de descripción de proyecto específico.

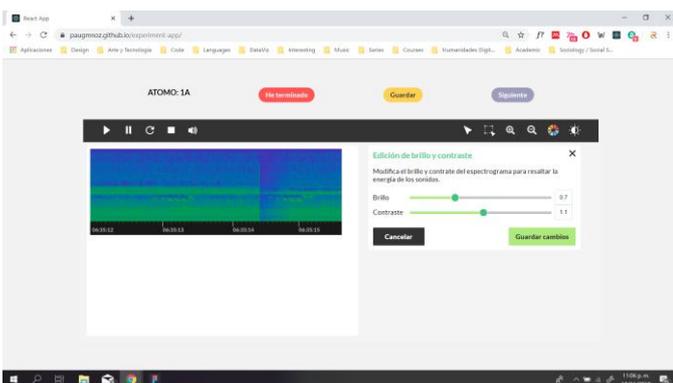


Anexo B.6. Primera versión pantalla de gestión de proyectos con una carpeta creada.

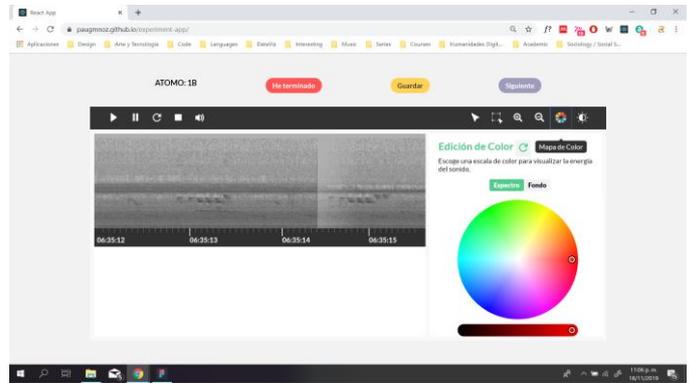
Anexo C: Prueba diseño atómico por funcionalidad



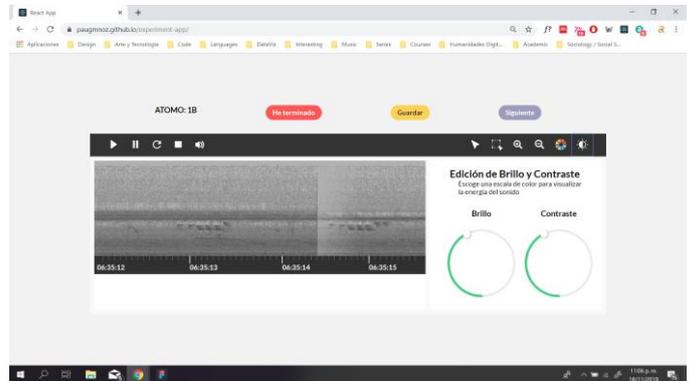
Anexo C.1. Propuesta 1A. Edición de color de espectrograma.



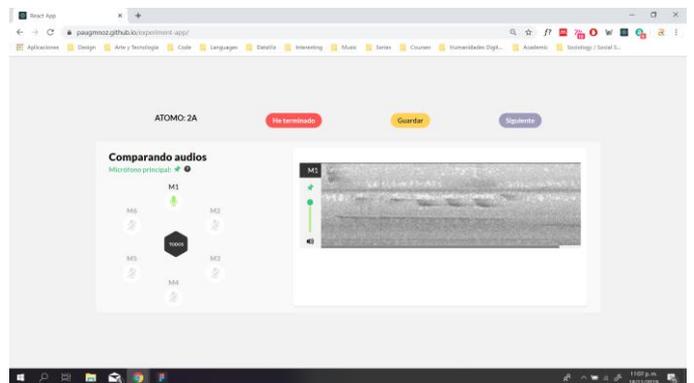
Anexo C.2. Propuesta 1A. Edición de brillo y contraste.



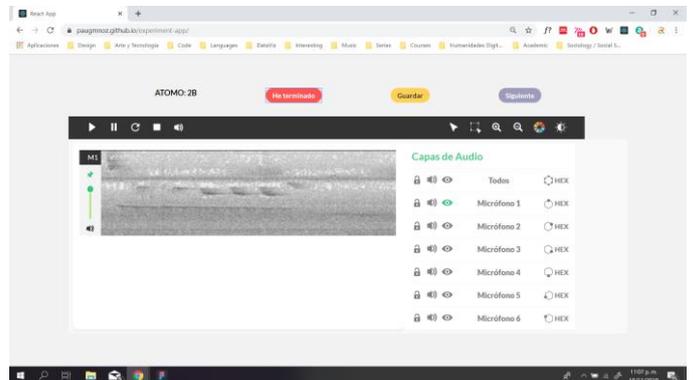
Anexo C.3. Propuesta 1B. Edición de color de espectrograma.



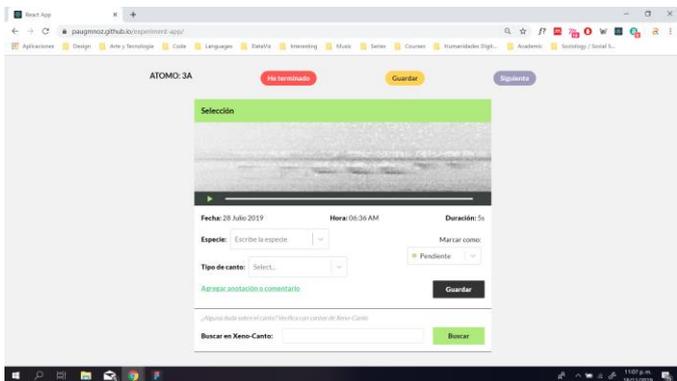
Anexo C.4. Propuesta 1B. Edición de brillo y contraste.



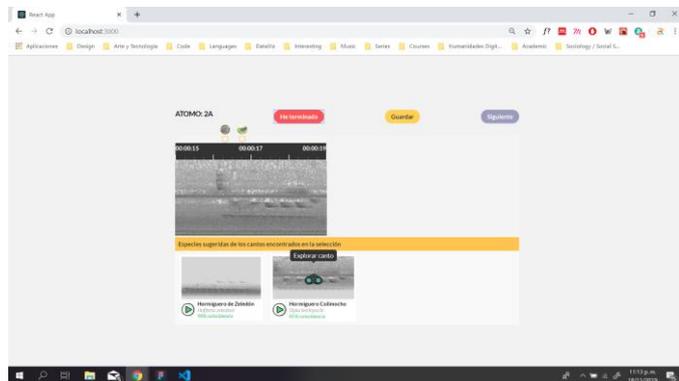
Anexo C.5. Propuesta 2A. Comparación de canales de audio.



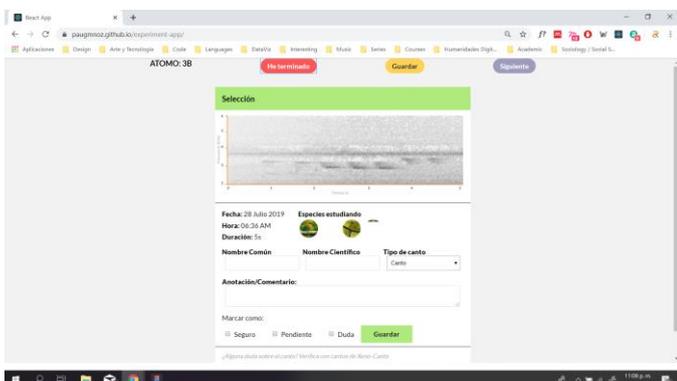
Anexo C.6. Propuesta 2B. Comparación de canales de audio.



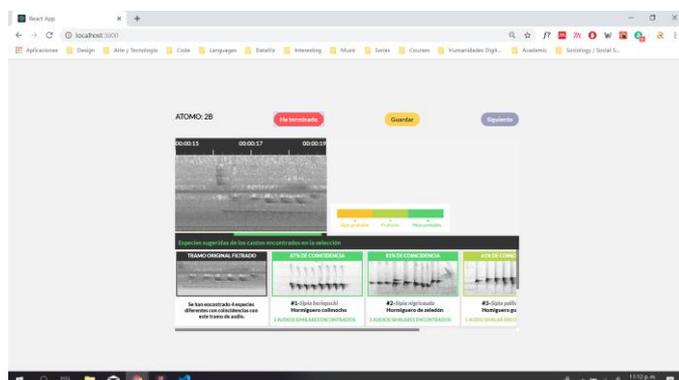
Anexo C.7. Propuesta 3A. Etiquetado de una subselección.



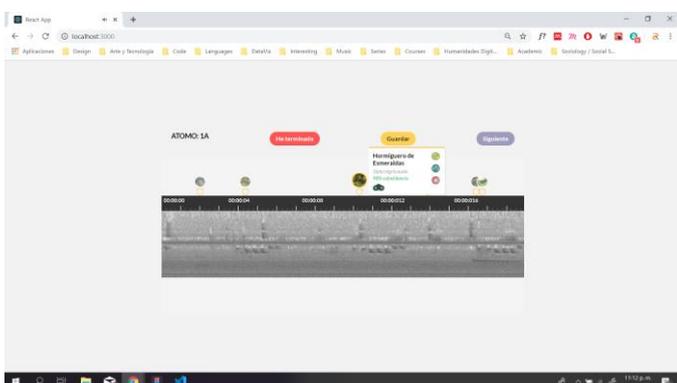
Anexo C.11. Propuesta 5A. Interacción con sistema de sugerencias en selección de espectrograma específico.



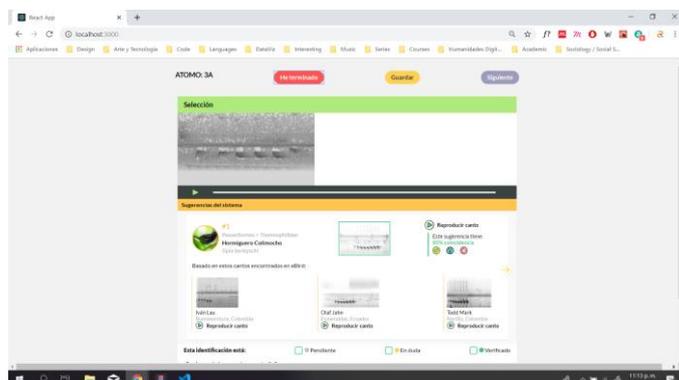
Anexo C.8. Propuesta 3B. Etiquetado de una subselección.



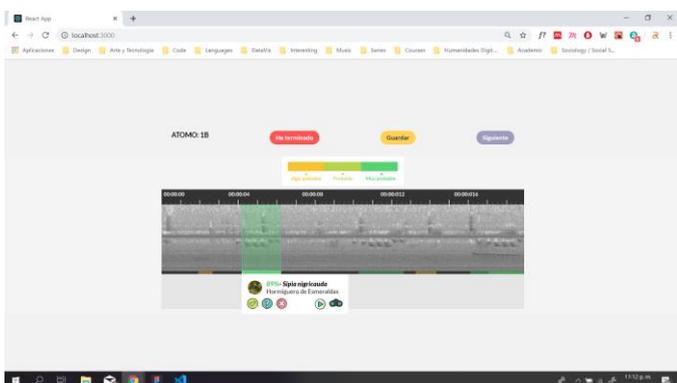
Anexo C.12. Propuesta 5B. Interacción con sistema de sugerencias en selección de espectrograma específico.



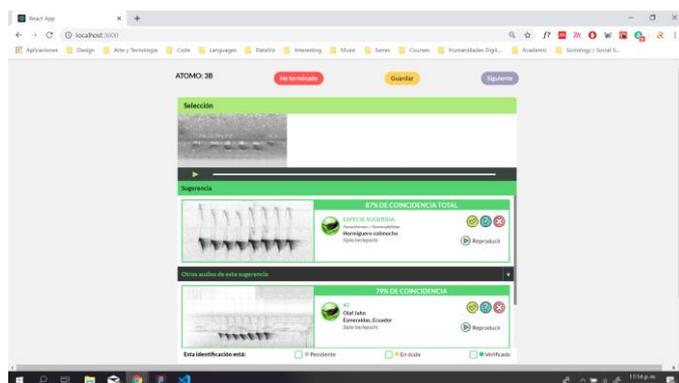
Anexo C.9. Propuesta 4A. Interacción con sistema de sugerencias en espectrograma general.



Anexo C.13. Propuesta 6A. Interacción con sistema de sugerencias en sección de etiquetado.



Anexo C.10. Propuesta 4B. Interacción con sistema de sugerencias en espectrograma general.



Anexo C.14. Propuesta 6B. Interacción con sistema de sugerencias en sección de etiquetado.



Anexo C.15. Prueba de usuario diseño atómico estudiante Biología.



Anexo C.16. Prueba de usuario diseño atómico estudiante Biología.

Anexo D: Propuesta final de diseño y validación experiencia holística

PRUEBA DE USUARIO

A. GESTIÓN DE PROYECTOS:

Tu compañero Sebastián Restrepo grabó 1 minuto cada 15 minutos 10 veces al día para probar el sistema MONAC en Anchicayá La Loca Carretera, desde las 6:35 AM. Te ha pasado los archivos de audio de las 6:35AM para que hagas la identificación de las aves que cantan en ese tiempo. Para ello vas a hacer lo siguiente:

Crear un proyecto en la plataforma, donde:

1. Le asignas el nombre de **Prueba Anchicayá**, con la siguiente descripción: **Proyecto para el estudio de vocalización de aves en las mañanas de Anchicayá. (Solo para BioViz)**
2. Compartes el proyecto con tu compañero Sebastián por su *username*: **sebastianrestrepo** o su correo **sebastianrestrepoq@gmail.com**
3. El sitio de estudio de la investigación ya está asignado en el proyecto, ahora, necesitas especificar las especies que se van a estudiar en este proyecto: *Sipia nigricauda*, *Hafferia zeledoni*, *Vireolanius leucotis* y *Tangara palmeri*
4. Si usas **BioViz**: Especificas el modo de recolección de los datos como tu amigo hizo la grabación y subes los audios que están en el escritorio del computador en una carpeta Audios Anchicayá. En caso de estar usando **Arbimon II**, buscas la sección de subir audios. Una vez la encuentres especificas el modo de recolección de los datos para luego subir los audios que está en el escritorio del computador.

B. SECCIÓN DE ANÁLISIS Y ETIQUETADO.

0. Ahora dentro del proyecto que acabamos de crear, vas a la sección de etiquetado/análisis, para hacer el análisis de los audios y poder hacer la identificación y listado de especies.

1. Escoges el día 12 de Noviembre/18 Junio del 2019 y las 6:35/6:34 am para analizar.
2. Escoges el día 12 de Noviembre/18 Junio del 2019 y las 6:35/6:34 am para analizar.
3. Hacer una selección o zoom de los segundos 15 al 20 del audio general.
4. Encuentras que hay una vocalización de un ave entre las frecuencias 2000 a 4000, su canto no se ve muy bien. Decides **comparar** entre los **6 audios de MONAC** en cuál de los registros este canto se ve más claro.
5. Cierras la sección de comparar los audios. Indicas en la selección que vas a etiquetar el tramo seleccionado, para abrir la sección de etiquetar el audio seleccionado. Guardas la vocalización como *Hafferia zeledoni*. En caso de usar BioViz especificas con *Tipo: canción* y *Sexo: desconocido* para que quede en el listado de especies del proyecto. En caso de usar Arbimon especificas el segundo de inicio y el segundo donde termina el canto de la *Hafferia*.

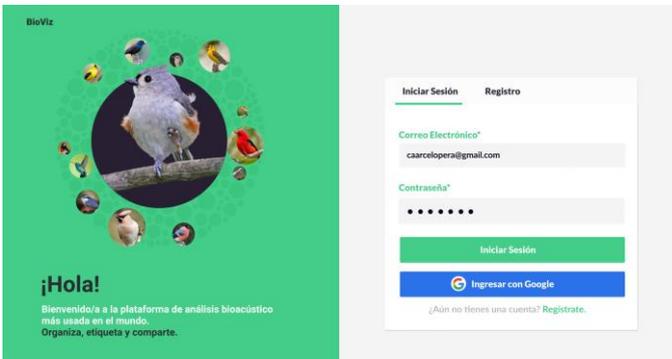
C. INTERACCIÓN CON SISTEMA DE SUGERENCIAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (Solo para BioViz):

La plataforma tiene un sistema de sugerencias, vamos a explorar un poco esta funcionalidad y para ello haces lo siguiente:

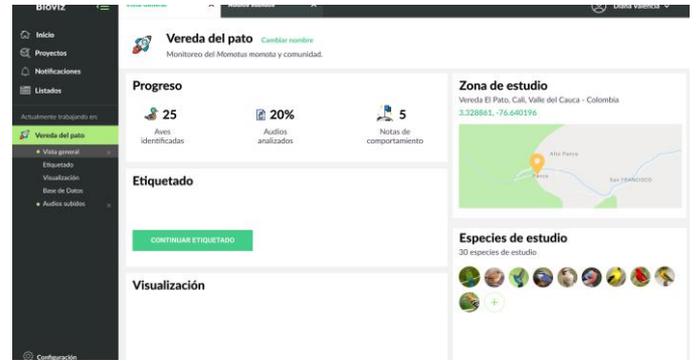
1. Activar la sugerencias en la plataforma.
2. Revisas las sugerencias que aparecen para la selección hecha (segundo 15 al 20). Especialmente revisas aquellas de la vocalización del **segundo 17** y decides **explorar** la sugerencia con mayor coincidencia.
3. Has seleccionado la sugerencia que quieres revisar con más detalle para verificar su validez, para esto revisas la información que te ofrece el sistema y le indicas al sistema que la sugerencia es correcta.

¡Has terminado! Muchas gracias.

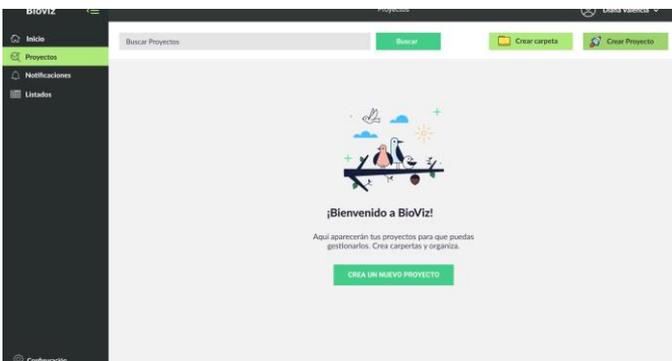
Anexo D.1. Prueba de Usuario propuesta para comparar el desempeño de BioViz vs Arbimon.



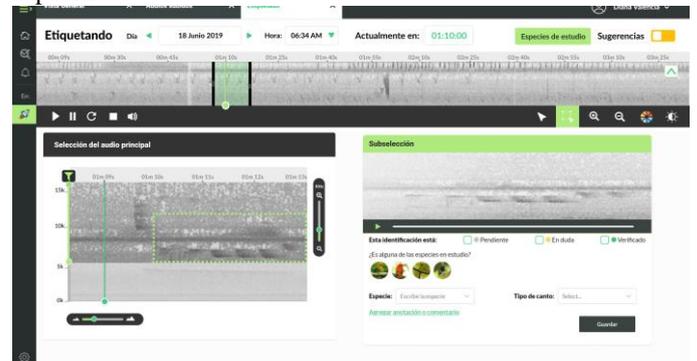
Anexo D.2. Pantalla de inicio de sesión.



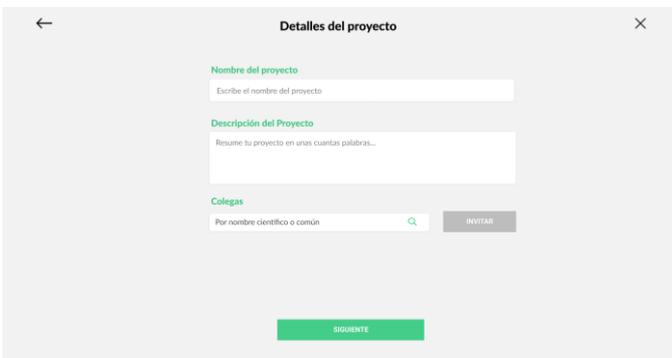
Anexo D.6. Pantalla de gestión de descripción de proyecto específico.



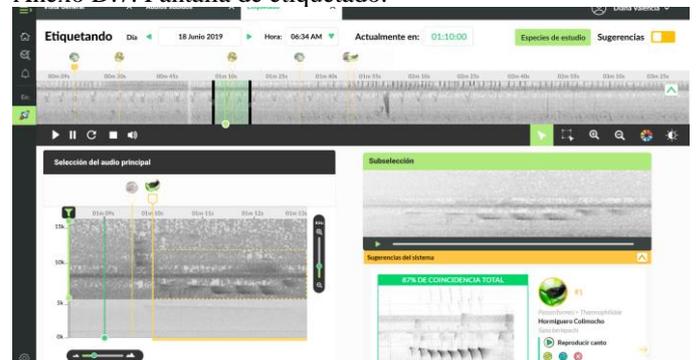
Anexo D.3. Pantalla de gestión de proyectos vacía.



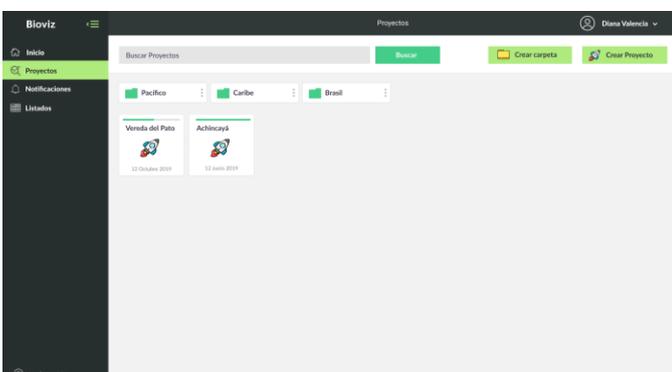
Anexo D.7. Pantalla de etiquetado.



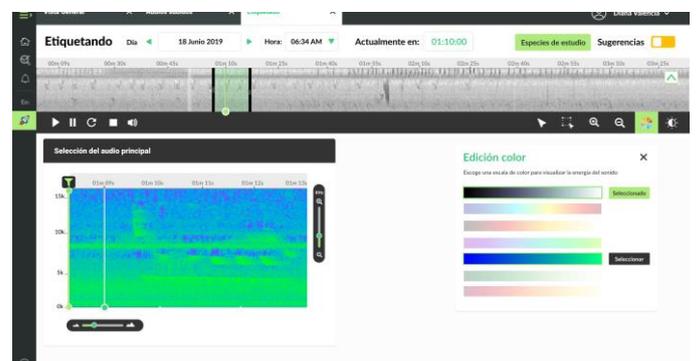
Anexo D.4. Pantalla de creación de proyectos 1.



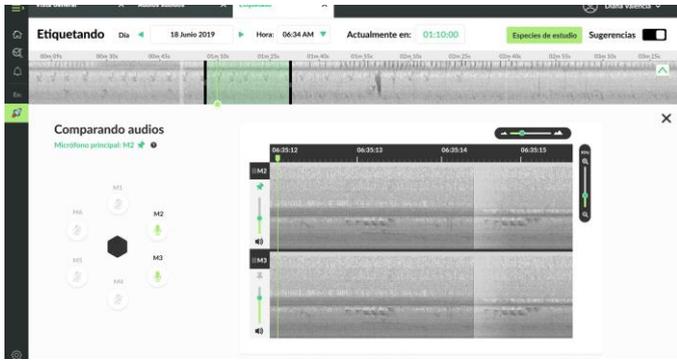
Anexo D.8. Pantalla de etiquetado con sistema de sugerencias activo.



Anexo D.5. Pantalla de gestión de proyectos con carpetas.



Anexo D.9. Pantalla de edición de color de espectrograma



Anexo D.10. Pantalla de etiquetado de interacción con MONAC.