

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR



Grado en Ingeniería Informática

TRABAJO FIN DE GRADO

Mejora a la Toma de Decisiones en la Técnica Card Sorting

Marina Martín Galán

Tutor: José Antonio Macías Iglesias

OCTUBRE 2020

Mejora a la Toma de Decisiones en la Técnica Card Sorting

AUTOR: Marina Martín Galán
TUTOR: José Antonio Macías Iglesias

Grupo de Investigación GHIA (Grupo de Herramientas Interactivas Avanzadas)
Dpto. Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid
Octubre de 2020

Resumen (castellano)

Este Trabajo Fin de Grado consiste en el diseño de una herramienta para la evaluación de la usabilidad utilizando la técnica Card Sorting. La herramienta, lleva a cabo un proceso de evaluación implementando distintos métodos estadísticos y de minería de datos para la obtención de un análisis de resultados predictivo más avanzado, ya que no son soluciones de uso habitual ni aparecen en otras herramientas comerciales. Asimismo, se han utilizado otras técnicas de soporte y ayuda al participante, además de informes estadísticos avanzados para ayudar en la toma de decisiones a evaluadores e ingenieros en usabilidad. De este modo, permite obtener más información que los métodos manuales o tradicionales empleados habitualmente en la técnica Card Sorting.

La técnica Card Sorting es utilizada para la evaluación de la usabilidad de sitios web, concretamente es muy utilizada en el contexto de evaluación de los contenidos o de la arquitectura de la información de dichos sitios. Esta técnica se centra en agrupar o catalogar información en categorías a través de clasificaciones colaborativas realizadas por los usuarios.

La herramienta implementada en este trabajo es una herramienta web. Los usuarios deben registrarse e iniciar sesión para poder acceder a sus respectivos perfiles, ya sean participantes o evaluadores. En el caso del primer grupo, los usuarios podrán crear Card Sorting, pudiendo además eliminarlos o modificarlos. También podrán abrirlos o cerrarlos para permitir o denegar el acceso a los participantes a la clasificación. Además, tendrán acceso a los Card Sorting creados por ellos mismos y a sus respectivos resultados, todos ellos obtenidos a través de las diferentes clasificaciones realizadas por los participantes. El segundo grupo de usuarios solo tendrá acceso a aquellos Card Sorting que se encuentren en estado “abierto” y de los que previamente les ha sido proporcionado el ID para poder realizar la clasificación. Finalmente, existe un grupo que combina ambos roles, es decir, el grupo de usuarios de participantes y evaluadores. La única restricción en este perfil es que no pueden realizar clasificaciones en sus propios Card Sorting.

La herramienta se ha desarrollado en Python, utilizando el **macro-framework** Django para el desarrollo de aplicaciones web, adoptando una estructura Modelo-Vista-Plantilla (MVT). Además de lo anterior, se utilizó HTML, CSS, JavaScript, JQuery y Ajax para el **front-end**. Las diferentes vistas son generadas por Django accediendo a los datos del modelo en una base de datos PostgreSQL. Finalmente, la herramienta se desplegó en el entorno de producción en la nube Heroku.

Además de todo lo anterior, se han diseñado y realizado una serie de pruebas controladas para medir la usabilidad de la herramienta desarrollada. Para ello, se ha contado con la participación de 20 usuarios que en función de los posibles roles en la herramienta interactuaron con ella para medir su usabilidad y facilidad de uso. De estas pruebas se obtuvieron muy buenos resultados en cuanto a usabilidad de uso, eficiencia y eficacia. Sin embargo, también detectamos pequeñas carencias en cuanto a claridad de uso en algunas partes que habría que mejorar.

En conclusión, se ha realizado una herramienta web capaz de crear, gestionar y analizar Card Sorting, aportando más información a los usuarios evaluadores para la toma de decisiones finales y ayudando en las clasificaciones a los usuarios participantes.

Abstract (English)

This Bachelor Thesis consists of the design of a tool to evaluate the usability of using Card Sorting technique. The tool performs an evaluation process implementing different statistical and data mining methods to obtain more advanced predictive analysis of results. Because of these kinds of methods that are not commonly used and do not appear in other commercial tools. Also, other support and participant assistance techniques have been used as well as advanced statistical reports to help evaluators and usability engineers in making decisions. For all these reasons, these analyzes obtain much more information than the manual or traditional methods commonly used in Card Sorting.

Card Sorting technique is used to evaluate the usability of websites, specifically it is mostly used in the context of evaluating the content or the Information Architecture. This technique focuses on grouping information into categories through collaborative classifications.

The tool implemented in this work is a web tool. Users must register and log in to be able to access into their respective profiles, even if they are participants or evaluators. In the case of the first group of users, they could create, delete, or modify Card Sorting. Evaluators may also open or close Card Sorting to enable or deny the participation. Also, evaluators have access to their Card Sorting created by themselves and to their respective results, all of them obtained in different evaluations realized by participants. The second group of users, participants, have access to those Card Sorting that are in the “open” state. Finally, there is a group that combines both roles (participants and evaluators). The only restriction in this profile is that they cannot classify their own Card Sorting.

The tool has been developed in Python, using the Django **macro-framework** for developing web applications, adopting a Model-View-Template (MVT) structure. Moreover, HTML, CSS, JavaScript, JQuery and Ajax were used for the views. The different views are generated by Django accessing the model data in a PostgreSQL database. Finally, the tool was deployed in the Heroku cloud production environment.

Additionally, a series of controlled tests have been designed and performed to measure the usability of the developed tool. For this reason, 20 users interacted with the tool with different roles to measure the ease of use. Really good results were obtained from these tests in terms of usability of use, efficiency, and effectiveness. However, we also detected small deficiencies in terms of clarity of use in some parts that should be improved.

To sum up, as a conclusion it has been developed a web tool enable to create, management and analyze Card Sorting giving more information to evaluators to final decisions and helping participants in classifications

Palabras clave (castellano)

Card Sorting, Técnica de Evaluación de Usabilidad, Diseño Centrado en el Usuario, Usabilidad, Interacción Persona-Ordenador.

Keywords (inglés)

Card Sorting, Usability Evaluation Technique, User-centered design, Usability, Human-Computer Interaction

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi tutor José Antonio Macías la ayuda y el tiempo dedicados. En especial sus correcciones, e-mails y todas las dudas resueltas, ya que sin todo ello no habría sido posible la realización de este trabajo. También me gustaría dedicar unas palabras de agradecimiento a cada uno de los profesores que no solo me han ayudado a lo largo de esta carrera, sino que me han transmitido conocimiento, ganas de seguir aprendiendo y superarme.

Asimismo, me gustaría agradecer a todos los compañeros, amigos y compañeros de trabajo que han dedicado parte de su tiempo para ayudarme a realizar las pruebas de usabilidad de la herramienta y a rellenar los cuestionarios. Gracias a todos ellos, ha sido posible la realización y finalización de este trabajo.

También me gustaría acordarme de todos aquellos compañeros que he conocido durante estos cuatro años y que siempre han estado dispuestos a ayudarme ante cualquier dificultad. En especial, quería agradecer a aquellos que me han acompañado durante los cuatro años todo el apoyo, la ayuda, la paciencia y el cariño recibido. Porque a pesar de las dificultades y el estrés que muchas veces nos ocasionaba la carrera siempre intentaban hacerme sonreír y olvidar todos los problemas, compartiendo muchos momentos divertidos e inolvidables en la escuela.

Por otro lado, me gustaría dar las gracias a mis amigos, siempre en la distancia, pero dispuestos a dar mucho cariño y energía. Solo les puedo dar las gracias por estar siempre cuando les he necesitado a pesar de la distancia y de las diversas circunstancias en las que nos hemos visto inmersos cada uno.

Finalmente, me gustaría agradecer a mi familia, en especial a mis padres y a mi hermano su esfuerzo, ayuda, paciencia y apoyo, ya que sin ellos no habría sido posible llegar hasta aquí. Y solo les puedo dar las gracias por confiar en mí en todo momento, ya que gracias a ellos he conseguido llegar hasta aquí.

INDICE DE CONTENIDOS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Introducción..... | 1 |
| 1.1 | Motivación..... | 1 |
| 1.2 | Hipótesis de partida | 2 |
| 1.3 | Solución propuesta | 2 |
| 1.4 | Objetivos..... | 2 |
| 1.5 | Organización de la memoria..... | 3 |
| 2 | Estado del arte | 5 |
| 2.1 | Introducción a la Técnica Card Sorting..... | 5 |
| 2.2 | Revisión Sistemática de la Literatura | 6 |
| 2.2.1 | Metodología..... | 6 |
| 2.2.2 | Búsqueda y Filtrado..... | 7 |
| 2.2.3 | Selección de Estudios | 7 |
| 2.2.4 | Resultados SMS..... | 8 |
| 2.2.5 | Análisis de Resultados | 8 |
| 2.3 | Análisis Competitivo | 11 |
| 2.4 | Conclusión de los Análisis | 13 |
| 3 | Diseño..... | 15 |
| 3.1 | Descripción de la herramienta | 15 |
| 3.1.1 | Ámbito y alcance de la herramienta | 15 |
| 3.1.2 | División en subsistemas..... | 16 |
| 3.1.3 | Grupos de usuarios | 17 |
| 3.2 | Modelo de datos | 17 |
| 3.2.1 | Diagrama Entidad-Relación | 17 |
| 3.3 | Requisitos de la herramienta..... | 18 |
| 3.3.1 | Diagrama de casos de uso..... | 18 |
| 3.3.2 | Requisitos funcionales..... | 21 |
| 3.3.3 | Requisitos no funcionales..... | 22 |
| 3.4 | Diseño..... | 23 |
| 3.4.1 | Modelo de datos: Modelo relacional | 23 |
| 3.4.2 | Patrón de diseño | 23 |
| 3.4.3 | Arquitectura de la herramienta | 24 |
| 3.4.4 | Diagramas de secuencia..... | 24 |
| 3.4.5 | Mapa de navegación | 24 |
| 4 | Desarrollo | 25 |
| 4.1 | Implementación de la herramienta | 25 |
| 4.2 | Herramientas utilizadas | 25 |
| 4.3 | Despliegue de la herramienta | 26 |
| 4.4 | Aspectos destacados de la implementación..... | 26 |
| 5 | Integración, pruebas y resultados | 27 |
| 5.1 | Método..... | 27 |
| 5.2 | Participantes | 27 |
| 5.3 | Tecnologías..... | 28 |
| 5.4 | Tareas a realizar..... | 28 |
| 5.5 | Resultados y Discusión..... | 29 |
| 6 | Conclusiones y trabajo futuro..... | 31 |
| 6.1 | Conclusiones..... | 31 |
| 6.2 | Trabajo futuro | 32 |
| | Referencias | 33 |
| | Glosario | 39 |

| | |
|--|--------|
| Anexos..... | I |
| A Filtrado de documentos | I |
| A.1 Número de resultados de las bases de datos | I |
| A.2 Primer filtrado de documentos | I |
| A.3 Documentos para analizar | I |
| B Diagrama Entidad-Relación | II |
| C Diagrama de casos de uso..... | III |
| D Modelo relacional | IV |
| E Patrón de diseño | V |
| F Arquitectura de la herramienta | VI |
| G Diagramas de secuencia..... | VII |
| H Mapa de navegación | IX |
| I Maquetas..... | X |
| J Gráficos Usabilidad | XX |
| J.1 Roles de los usuarios | XX |
| J.2 Periféricos utilizados en la evaluación | XX |
| J.3 Herramientas telemáticas..... | XXI |
| J.4 Navegadores | XXI |
| J.5 Eficacia de las tareas..... | XXII |
| J.6 Tareas de los participantes..... | XXIII |
| J.7 Tareas de evaluadores..... | XXIII |
| K Manual de instalación..... | XXV |
| L Documento de Evaluadores | XXVIII |
| M Documento de Participantes | XXX |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| FIGURA 1. CAPTURAS DE LA HERRAMIENTA DESARROLLADA | 26 |
| FIGURA 2. TIEMPO PROMEDIO DE LAS TAREAS REALIZADAS POR LOS EVALUADORES | 30 |
| FIGURA 3. GRÁFICO DE LA REALIZACIÓN DE LAS TAREAS DE LOS PARTICIPANTES CON O SIN AYUDA | 30 |
| FIGURA 4. TIEMPO PROMEDIO DE LAS TAREAS REALIZADAS POR LOS EVALUADORES | 30 |
| FIGURA 5. GRÁFICO DE LA REALIZACIÓN DE LAS TAREAS DE LOS EVALUADORES CON O SIN AYUDA | 30 |
| FIGURA 6. DIAGRAMA ENTIDAD-RELACIÓN | II |
| FIGURA 7. DIAGRAMA DE CASOS DE USO..... | III |
| FIGURA 8. DIAGRAMA DE CASOS DE USO | III |
| FIGURA 9. MODELO RELACIONAL | IV |
| FIGURA 10. PATRÓN DE DISEÑO MVC (MODEL-VIEW-CONTROLLER) | V |
| FIGURA 11. PATRÓN DE DISEÑO (MODEL-TEMPLATE-VIEW)..... | V |

| | |
|--|-------|
| FIGURA 12. ARQUITECTURA DE LA HERRAMIENTA..... | VI |
| FIGURA 13. DIAGRAMA DE SECUENCIA CU1: CREAR UN CARD SORTING..... | VII |
| FIGURA 14. DIAGRAMA DE SECUENCIA CU2: REALIZAR UNA CLASIFICACIÓN..... | VIII |
| FIGURA 15. DIAGRAMA DE SECUENCIA CU3: VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS..... | VIII |
| FIGURA 16. MAPA DE NAVEGACIÓN..... | IX |
| FIGURA 17. MAQUETA DE LA PÁGINA PRINCIPAL..... | X |
| FIGURA 18. MAQUETA DE LA PÁGINA DE REGISTRO..... | X |
| FIGURA 19. MAQUETA DE LA PÁGINA DE INICIO DE SESIÓN..... | XI |
| FIGURA 20. MAQUETA DE LA PÁGINA DE DATOS PERSONALES..... | XI |
| FIGURA 21. MAQUETA DE LA PÁGINA DE MODIFICACIÓN DE LOS DATOS DE LA CUENTA..... | XII |
| FIGURA 22. MAQUETA DE LA PÁGINA DE MODIFICACIÓN DE LOS DATOS PERSONALES..... | XII |
| FIGURA 23. MAQUETA DEL LISTADO DE CARD SORTING DEL EVALUADOR..... | XIII |
| FIGURA 24. MAQUETA DE ELIMINACIÓN DE UN CARD SORTING..... | XIII |
| FIGURA 25. MAQUETA DE APERTURA DE UN CARD SORTING..... | XIV |
| FIGURA 26. MAQUETA DE CREACIÓN Y MODIFICACIÓN DE UN CARD SORTING..... | XIV |
| FIGURA 27. CREACIÓN Y MODIFICACIÓN DE TARJETAS Y CATEGORÍAS..... | XV |
| FIGURA 28. MAQUETA DE CREACIÓN Y MODIFICACIÓN DE MENSAJES..... | XV |
| FIGURA 29. MAQUETA DE CLASIFICACIÓN FINAL..... | XVI |
| FIGURA 30. MAQUETA DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS..... | XVI |
| FIGURA 31. MAQUETA DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS ESTADÍSTICOS GENERALES..... | XVII |
| FIGURA 32. MAQUETA DE PRESENTACIÓN DE GRÁFICOS DE TARJETAS Y CATEGORÍAS..... | XVII |
| FIGURA 33. MAQUETA DEL LISTADO DE CARD SORTING DE LOS PARTICIPANTES..... | XVIII |
| FIGURA 34. MAQUETA DE LA CLASIFICACIÓN DEL PARTICIPANTE..... | XVIII |
| FIGURA 35. MAQUETA PARA AÑADIR UN NUEVO CARD SORTING POR PARTE DEL PARTICIPANTE..... | XIX |
| FIGURA 36. ROLES DE LOS USUARIOS EN LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD..... | XX |
| FIGURA 37. PERIFÉRICOS UTILIZADOS POR LOS USUARIOS EN LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD..... | XX |

FIGURA 38. HERRAMIENTAS UTILIZADAS POR LOS USUARIOS EN LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD XXI

FIGURA 39. NAVEGADORES UTILIZADOS POR LOS PARTICIPANTES EN LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD XXI

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. TABLA COMPARATIVA DE HERRAMIENTAS 14

TABLA 2. NÚMERO DE RESULTADOS DE LAS BASES DE DATOS I

TABLA 3. PRIMER FILTRADO DE DOCUMENTOS..... I

TABLA 4. DOCUMENTOS PARA ANALIZAR..... I

TABLA 6. ESTADÍSTICAS DE LAS TAREAS DE LOS PARTICIPANTESXXIII

TABLA 7. ESTADÍSTICAS DE LAS TAREAS DE LOS EVALUADORESXXIII

1 Introducción

1.1 Motivación

Esta investigación ha sido motivada por el objetivo de desarrollar una herramienta capaz de evaluar la usabilidad de herramientas o estructuras web utilizando la técnica Card Sorting [1]. Por tal motivo, esta herramienta debe ser capaz de evaluar los resultados obtenidos durante la realización del Card Sorting utilizando métodos estadísticos avanzados o técnicas de minería de datos para el análisis de datos obtenidos durante la realización de la técnica. De esta manera, se conseguiría obtener más información para la toma de decisiones de diseño, o para la resolución de problemas de una manera más efectiva que los típicos métodos tradicionales de análisis de datos de la técnica Card Sorting.

El Card Sorting es una técnica que se encarga de clasificar u ordenar tarjetas. Esta ordenación y clasificación permite conocer patrones y jerarquías mentales de los participantes que realizan la prueba siendo adecuada para estudiar el modelo mental del usuario en las fases iniciales de un proyecto. Todos estos datos se obtienen a través del comportamiento de los participantes o de los resultados obtenidos tras realizar el Card Sorting.

La técnica Card Sorting se decidió aplicar en las nuevas tecnologías debido a los problemas surgidos al organizar el contenido web, o a los problemas de los usuarios para acceder a la información o navegar de una manera sencilla y lógica a través de los menús de las páginas web. Como se puede observar, muchos de estos problemas vienen dados por la usabilidad de las aplicaciones y páginas web, ya que la usabilidad mide la efectividad, eficiencia y satisfacción en el uso del producto en un contexto específico. Y es que el factor de usabilidad debe tenerse en cuenta en muchas de las fases de diseño y desarrollo de proyectos [2].

Además de lo anterior, el Card Sorting también se utiliza ampliamente como método de investigación. Concretamente es muy utilizado en la parte de exploración en proyectos de **UX** [3]. Además de también ser utilizado por técnicas como **Design Thinking**, cuya principal función es diseñar y resolver problemas [4], para ello se basan en un proceso interactivo que además de intentar comprender al usuario buscan soluciones a problemas planteados [5].

De modo que la técnica Card Sorting no solo nos ayuda a identificar las vulnerabilidades de páginas web en cuanto a diseño y jerarquización de contenidos se refiere, sino que también forma parte de las técnicas de investigación en proyectos **UX** o en la resolución de problemas tipo **Design Thinking** en la investigación conceptual. Se ha de decir, que es una técnica bastante fiable ya que los usuarios son los encargados de transmitir sus modelos mentales y categorizaciones a través de la técnica. Por tal motivo, es necesario disponer de herramientas encargadas de obtener los resultados y datos necesarios del Card Sorting, analizándolos de una manera eficiente y efectiva para llegar a conclusiones acertadas respecto al diseño y usabilidad en entornos web, investigación **UX** o investigaciones conceptuales como **Design Thinking** entre otros. De modo que todos estos análisis se deben basar en datos cuantitativos capaces de graficar y analizar grandes volúmenes de datos de forma rápida y efectiva, además de utilizar técnicas o algoritmos eficientes.

1.2 Hipótesis de partida

Este trabajo está motivado por las hipótesis de partida que se muestran a continuación:

- **H1:** La técnica de Card Sorting suele ser un proceso manual, de modo que existen muy pocas herramientas que den soporte a la técnica y muchas menos que orienten tanto a evaluadores como a participantes en la toma de decisiones.
- **H2:** Es posible diseñar una herramienta capaz de mejorar las debilidades presentadas en cuanto a análisis de datos se refiere. Es decir, una herramienta capaz de mejorar los métodos de análisis de las herramientas de Card Sorting existentes utilizando nuevos métodos basados en estadística avanzada y minería de datos.
- **H3:** La herramienta construida debe responder a los valores aceptables o altos de utilidad y usabilidad tanto para participantes como evaluadores.

1.3 Solución propuesta

La solución que satisface a las hipótesis de partida anteriormente mencionadas es la herramienta **CAULDRON** (interaCtive evAIUation tooL for aDvanced caRd sOrting aNalysis). Esta herramienta está orientada principalmente al estudio de usabilidad y a la realización de modelos y jerarquías de elementos que se adecúen lo más posible a los modelos mentales de las personas.

Por tal motivo, esta herramienta será capaz de mostrar los resultados tras la realización de la técnica Card Sorting tanto analítica como gráficamente. Estos resultados podrían ser utilizados en las decisiones de diseño y usabilidad de páginas web, en investigaciones **Design Thinking** o incluso en investigaciones en proyectos de **UX**. Entre las principales funciones de la herramienta destacan:

- Acceso a los diferentes Card Sorting realizados por el evaluador, pudiendo además crearlos, abrirlos, cerrarlos, modificarlos o incluso eliminarlos en el caso que fuera necesario.
- Acceso a los datos obtenidos a través de técnicas estadísticas o de minería de datos. De este modo, el evaluador tendrá acceso a los datos analizados y a los gráficos e informes avanzados de los distintos Card Sorting. Además de lo anterior, podrán exportar los resultados obtenidos en formato .csv.
- Posibilidad de consolidación de resultados por parte de los evaluadores.
- Control de usuarios y Card Sorting a través del administrador de la herramienta.
- Clasificación de tarjetas en categorías por parte de los participantes.
- Ayuda al participante en función de las clasificaciones realizadas por otros participantes. Esta ayuda solo aparecerá si el usuario evaluador del Card Sorting marca la opción de ayuda al participante.
- Gestión de los datos de la cuenta por parte de los usuarios registrados y recuperación de contraseña en caso de que fuera necesario.

1.4 Objetivos

Este proyecto tiene como principal objetivo demostrar que a pesar de que existen numerosas técnicas orientadas al análisis final tanto cualitativo como cuantitativo de los datos obtenidos durante la realización del Card Sorting, existen pocas técnicas que permitan obtener o realizar análisis predictivos de los datos de las clasificaciones.

De modo que el segundo objetivo de este proyecto es poder crear una herramienta capaz de cubrir la carencia anteriormente mencionada utilizando técnicas que no solo podrían servir

de guía a los participantes, sino que también les serviría a los evaluadores en la toma de decisiones.

Por tal motivo, es bastante importante que la herramienta implementada contenga distintos métodos de análisis predictivos capaces de clasificar la información a través de métodos estadísticos avanzados o técnicas de minería de datos.

1.5 Organización de la memoria

Este Trabajo Fin de Grado ha sido dividido en las siguientes partes:

- **Estado del Arte:** En esta primera sección se estudiará las diversas formas de analizar los datos obtenidos tras realizar el Card Sorting. También se realizará un análisis de publicaciones relacionadas con la técnica y el análisis de los datos obtenidos mediante Card Sorting a través de la técnica **Systematic Mapping Studies (SMS)** [6]. Además de lo anterior, se realizará un análisis competitivo de las herramientas existentes que utilizan Card Sorting para observar y analizar los métodos empleados en los análisis de datos. De modo que en esta sección se obtiene información relevante en cuanto a técnicas para evaluar y analizar datos obtenidos en el Card Sorting, herramientas disponibles que realizan Card Sorting y sus respectivas técnicas de análisis de datos. Además de las técnicas de análisis más utilizadas para analizar los datos obtenidos tras realizar el Card Sorting.
- **Diseño:** En esta parte, se mencionarán los diferentes requisitos y el diseño de la herramienta planteada, en función de la solución propuesta.
- **Desarrollo:** Tras el diseño de la herramienta previamente explicado y especificado, se mostrará su desarrollo junto con las herramientas y tecnologías utilizadas para su diseño y creación.
- **Integración, pruebas y resultados:** En esta parte se explican los tests realizados en la herramienta a lo largo de todo el desarrollo para comprobar su correcto funcionamiento. Además de las pruebas de usabilidad que se realizaron con usuarios al final del desarrollo de la herramienta.

Conclusión y trabajo futuro: Finalmente, se muestran las conclusiones a las que se ha llegado tras la realización de la investigación de este trabajo.

2 Estado del arte

2.1 Introducción a la Técnica Card Sorting

Esta técnica fue inicialmente utilizada por psicólogos [7] para estudiar los modelos y categorizaciones mentales de sus pacientes. Concretamente apareció con la metodología Q gracias al físico/psicólogo William Stephenson hacia el año 1953 [8]. Más tarde, debido a los problemas de estructuración y jerarquización de contenidos en Internet encontrados por diseñadores, arquitectos y desarrolladores web fue incorporada en el ámbito informático. Por tal motivo, decidieron incluir esta técnica en el diseño de la experiencia de usuario, debido a que las categorías de navegación evolucionan constantemente y en muchas ocasiones la terminología empleada es ambigua, traducándose en un difícil acceso a la información para los usuarios. Además de lo anterior, es una técnica que se utiliza en distintos ámbitos y dominios y se ha popularizado a partir de técnicas como **Design Thinking** o en proyectos de investigación **UX**.

Tal como se ha mencionado anteriormente, esta técnica se utiliza principalmente en el desarrollo de aplicaciones web, y más en concreto dentro de las prácticas de la Arquitectura de la Información. Ya que el principal objetivo es organizar, agrupar y etiquetar contenidos, creando modelos mentales válidos para una correcta jerarquización de la información en páginas web. Estos modelos no solo ayudan a construir la estructura del sitio web, sino que también están presentes en la toma de decisiones de diseño buscando alternativas de estructuración del contenido. En otros casos, el Card Sorting también es utilizado en la selección de la terminología empleada en las categorías y etiquetas de navegación [9].

El Card Sorting ha sido apoyado por expertos como Donna Spencer [1] o Nielsen [10] entre otros, en sus diferentes artículos y libros. Ya que exponen no sólo cómo realizar el Card Sorting, sino que también nos muestran sus múltiples variantes o la gran cantidad de beneficios en cuanto a diseño y categorización de contenido se refiere.

Tras mencionar los usos y aplicaciones del Card Sorting además de su importancia en la ingeniería del software y la interacción persona-ordenador, podemos mencionar los pasos a seguir para realizar la técnica. Se ha de indicar que muchos de estos pasos son comunes a las diferentes variantes que existen que se expondrán más adelante.

La técnica consiste principalmente en extraer por parte de los evaluadores ciertos términos y palabras y escribirlos en tarjetas. Ya que el Card Sorting “más tradicional” se realiza a mano (escribiendo los términos en tarjetas de papel o cartulina). Tras ello, los participantes son los encargados de agrupar los términos en categorías. En el caso del Card Sorting abierto, el usuario tiene la posibilidad de crear nuevas categorías. Finalmente, los datos obtenidos se analizan utilizando “técnicas estadísticas habituales” hasta obtener los resultados necesarios para la toma de decisiones.

En cuanto a las variantes de Card Sorting que son mencionadas en artículos de expertos como Rosenfeld y Morville [11], destacan dos tipos principalmente: el Card Sorting abierto y el Card Sorting cerrado. En el caso del Card Sorting abierto es muy utilizado al comienzo de proyectos, ya que se encarga de determinar qué categorías utilizar por diseñadores dado que los participantes pueden crear categorías y terminología para agrupar los contenidos necesarios. Por otro lado, el Card Sorting cerrado es más útil en el momento de validar un conjunto existente de categorías y los términos que agrupa esa categoría [12]. En este tipo de Card Sorting a diferencia del anterior, el usuario se debe adaptar a las categorías o grupos creados por el evaluador, mientras que en el Card Sorting abierto es el participante quien crea los grupos o categorías. Además de las variantes mencionadas,

también existen otras como el Reverse Card Sorting cuyo principal objetivo es probar una estructura ya creada haciendo que los usuarios naveguen por las diferentes estructuras y jerarquías de contenido. De modo que esta técnica es capaz de dictaminar si la jerarquía creada es correcta y eficiente para encontrar la información requerida por los usuarios [13]. Otra variante que podemos encontrar es el Card Sorting Híbrido, este Card Sorting está más orientado a proyectos cuya arquitectura está parcialmente incompleta, y se desea completar la misma con los datos y jerarquías aportadas por los resultados obtenidos tras realizar el Card Sorting. En esta variante, el usuario tiene la libertad de poder crear las categorías que sean necesarias como sucede en el Card Sorting abierto, además de contar con categorías creadas por el evaluador. Por último, también destaca la variante Delphi, en la cual los participantes reciben datos y/o comentarios sobre los resultados obtenidos de otros participantes al realizar la clasificación sobre el mismo Card Sorting [8].

De modo, como se puede observar, cada una de estas variantes puede ser útil en diferentes fases del diseño atendiendo a las necesidades de diseñadores y desarrolladores en cada instante del proceso.

Además de las variantes anteriores, hay dos modos distintos de realizar el Card Sorting ya que esta clasificación se puede realizar de manera presencial utilizando tarjetas de papel o cartulina, o vía online. En el primer tipo de Card Sorting obtenemos muchos más datos sobre los usuarios que llevan a cabo la técnica ya que pueden hablar o pensar en voz alta, y en el caso del tipo online hace que llegue a muchas más personas y se obtienen más opiniones y resultados que en el tipo anterior [14].

Una vez finalizada la ordenación de tarjetas, un segundo pero importante paso es el análisis de resultados. La mayoría de los análisis realizados en los datos obtenidos, son análisis cuantitativos, es decir, se obtienen estadísticas, gráficas o datos numéricos la mayoría de las veces muy básicos, para cuantificar las opiniones de los usuarios encargados de realizar el Card Sorting. También existen análisis cualitativos que nos ayudan a encontrar patrones en los datos recogidos. Muchos de estos datos cualitativos son recogidos en los Card Sorting presenciales ya que los usuarios aportan muchos datos al hablar o pensar en voz alta [1, 7, 12, 15, 16, 17, 18, 19].

2.2 Revisión Sistemática de la Literatura

Esta sección tiene como objetivo consultar y analizar la literatura existente relativa a las técnicas empleadas en el análisis de datos durante la realización de Card Sorting. Para ello, se realizó un mapeo sistemático de la literatura en diferentes bases de datos, filtrando la información en función de lo que era realmente importante e imprescindible en la investigación. A continuación, se detallarán las técnicas utilizadas para las preguntas de investigación, el tipo de filtrado realizado sobre los documentos, además de los resultados obtenidos tras la investigación.

Para ayudarnos en la parte de **SMS** del proyecto se ha diseñado la siguiente pregunta de investigación, de modo que nos ayude a analizar los documentos y artículos que respondan en cierta medida a la pregunta planteada.

RQ1: *¿Qué técnicas estadísticas avanzadas, incluidas las de minería de datos, se aplican más habitualmente en el contexto del Card Sorting?*

2.2.1 Metodología

En primer lugar, se hizo una búsqueda sobre los diferentes métodos utilizados en estadística avanzada y minería de datos para el análisis de los datos obtenidos durante el Card Sorting. Tras lo anterior, nos informamos sobre su principal función en cuanto a

análisis de datos se refiere. Una vez realizada esta parte, se decidió buscar artículos e informes que mostraran o al menos especificaran los métodos de análisis del Card Sorting. Para seleccionar los artículos necesarios para la investigación de este proyecto, se utilizó el “*Systematic Mapping Studies (SMS)*” [20]. Este tipo de técnica cuenta con varias fases a través de las cuales se van filtrando los artículos y su contenido. En primer lugar, se definen las preguntas de investigación, las cuales son esenciales para poder dirigir correctamente el SMS y centrarnos en los artículos cuyo contenido sea fundamental para la investigación. Tras esta primera fase, comienza la búsqueda de artículos e información relevante en diferentes bases de datos. Para la realización de esta búsqueda, se emplearon cadenas de búsqueda con los términos más relevantes a filtrar y conjunciones tales como “or” y “and”, ya que estas cadenas emplean el modelo booleano para la búsqueda y filtrado de documentos. Además de las cadenas anteriormente mencionadas, también se emplearon diferentes filtros y criterios de inclusión y exclusión de artículos y documentos para determinar cuáles eran esenciales en la investigación. Por último, se extrajeron los datos obtenidos y se mapearon sobre las técnicas estadísticas encontradas, de esta manera se obtuvo el conjunto de artículos e información clasificada [20, 21].

2.2.2 Búsqueda y Filtrado

Una vez, con las técnicas de análisis de datos habituales en mente, se comenzó la búsqueda de artículos que ayudaran en la investigación. Resultó de especial interés incluir todos aquellos artículos que mostraran el análisis de datos durante el Card Sorting.

En este caso se eligieron **Google Scholar**¹, **ACM Digital Library**², **IEEE Xplore**³ y **SCOPUS**⁴. La estrategia de selección de artículos incluyó la revisión y su posterior clasificación de documentos atendiendo a la pregunta planteada anteriormente.

La cadena de búsqueda utilizada en los filtrados fue la siguiente:

((("card sorting" OR "card-sorting") AND ("analysis" OR "analytic" OR "analytical" OR "data" OR "mining" OR "outcome" OR "result" OR "presentation" OR "techniques" OR "categorization" OR "classification" OR "group")) AND ("information architecture" OR "usability" OR "software engineering"))

Nota: La cadena fue adaptada a los requerimientos sintácticos de cada buscador.

Tras aplicar las diferentes cadenas de búsqueda, se obtuvo el número de resultados obtenidos en las diferentes bases de datos (ver Anexo A.1).

2.2.3 Selección de Estudios

Como se puede observar en (Anexo A.1), el número de estudios y artículos presentados era muy grande, de modo que se decidió aplicar ciertos criterios de selección a los artículos. De este modo, se escogieron los que realmente eran esenciales para nuestro trabajo.

2.2.3.1 Criterios de inclusión de estudios

Como se ha mencionado anteriormente, no todos los documentos fueron utilizados en la investigación. Ya que se excluyeron todos los artículos o documentos que no contenían información relevante sobre la técnica utilizada en el análisis de datos durante la realización del Card Sorting.

¹ Según la página web (<https://scholar.google.com/>)

² Según la página web (<https://dl.acm.org/>)

³ Según la página web (<https://ieeexplore.ieee.org/>)

⁴ Según la página web (<https://www.scopus.com/>)

Todos los artículos escogidos reunían ciertas características en común. Estas características se exponen a continuación. Los artículos o documentos se encuentran dentro de los campos de la interacción persona-ordenador y de la ingeniería del software. Además de lo anterior, se excluyeron todos aquellos documentos que se encuentran en un periodo de publicación diferente al intervalo de los años 2010 – 2020, esto se hizo para tomar los artículos más recientes (últimos 10 años). También se excluyeron todos aquellos documentos que no estaban redactados en inglés.

De tal modo, se incluyeron todos los artículos y páginas web que contuvieran los siguientes requisitos:

- Estudios que explican de forma detallada cómo realizar un Card Sorting y la forma en que se analizan sus datos.
- Documentos que se encuentran dentro del periodo elegido 2010-2020.
- Artículos en inglés.
- Documentos enfocados en la usabilidad de páginas web.

2.2.3.2 Criterios de exclusión de estudios

En cambio, los artículos o páginas que se excluyeron para el estudio fueron:

- Páginas no enfocadas en la usabilidad de las páginas web.
- Documentos no enfocados en el Card Sorting.
- Informes duplicados.
- Artículos en los que no se menciona cómo analizan los datos del Card Sorting tras su obtención.
- Artículos escritos en un idioma diferente al inglés.

2.2.4 Resultados SMS

Tras aplicar los diferentes filtros y criterios de inclusión y exclusión mencionados anteriormente (ver Anexo A.2), se procedió a la lectura de los artículos.

En este último filtrado, se eliminan redundancias de artículos repetidos, además de haber seleccionado mediante lectura los que realmente nos interesan en esta investigación. Es decir, aquellos documentos que de un modo u otro indican que tipo de técnicas han utilizado en el análisis de los datos obtenidos tras el Card Sorting (ver Anexo A.3).

Finalmente, de los documentos anteriores solo se utilizaron en el estudio aquellos documentos cuya técnica de análisis fuera utilizada por varios artículos.

2.2.5 Análisis de Resultados

Tras la previa lectura y análisis de los artículos, los resultados obtenidos en cuanto a los principales métodos de análisis utilizados durante el Card Sorting son los siguientes:

- En muchos artículos o documentos se emplean diversos métodos para analizar el Card Sorting.
 - o En algunos casos, estas técnicas se realizan por separado y se comprueban los resultados obtenidos.
 - o En otros casos, se apoyan unas técnicas en otras para obtener los resultados requeridos en cada investigación.
- Entre las técnicas encontradas para realizar el análisis de datos, podemos destacar las técnicas por descubrimiento. Este tipo de técnicas se distingue por descubrir información a partir de algoritmos sin formular ninguna hipótesis de partida [22]. Dentro de este tipo de técnica podemos diferenciar dos subgrupos:
 - o Técnicas predictivas.
 - o Técnicas descriptivas.

2.2.5.1 Análisis de resultados

Existen varias técnicas para analizar los datos, estas se pueden dividir en técnicas de verificación o técnicas por descubrimiento.

Nos centraremos en estas últimas, ya que se pueden dividir de la siguiente forma.

2.2.5.1.1 Técnicas descriptivas

Las técnicas descriptivas se encargan de descubrir patrones en elementos conocidos del conjunto. Es decir, se encargan de describir, analizar e incluso graficar los datos obtenidos a partir de los elementos proporcionados.

Algunos de los artículos investigados, solamente indican que implementan estadísticas de análisis descriptivos, sin profundizar qué tipo de análisis o técnicas implementan. Documentos que implementan estas técnicas serían: [23, 24, 25]. Este tipo de técnica se encarga de describir los datos o resultados procedentes de la investigación o el estudio. Sin embargo, algunos de los estudios, sí que son más específicos e indican qué tipo de análisis descriptivo utilizan, como se comentará a continuación [26].

- **Análisis de Clúster:** Uno de los métodos más utilizados para analizar los datos obtenidos en el Card Sorting es el análisis de Clúster. Este tipo de método pertenece a las técnicas por clasificación de las técnicas descriptivas. Este tipo de técnica busca crear modelos para predecir patrones o comportamientos de los elementos que se darán en el futuro. Para ello clasifican los elementos en clases. En los múltiples artículos estudiados durante el SMS, se obtuvo información sobre diferentes variantes del mismo empleadas en los análisis de datos de las investigaciones de los artículos seleccionados. Esto se debe a que podemos encontrar diferentes técnicas que construyan los clústeres o grupos utilizando algoritmos de partición, también denominados algoritmos no jerárquicos, o algoritmos jerárquicos en sus dos modalidades. Es decir, algoritmos jerárquicos aglomerativos o algoritmos jerárquicos disociativos. Los algoritmos jerárquicos son los encargados de construir los dendrogramas o árboles que tan utilizados son en la técnica de Card Sorting para mostrar los datos gráficamente y comprobar la similitud entre los mismos. Otra diferencia entre ambos algoritmos, es decir, jerárquicos y no jerárquicos se encuentra en el resultado de la clasificación, ya que los segundos generan clasificaciones con clases anidadas mientras que en los algoritmos no jerárquicos los resultados de la clasificación no se anidan [27]. En cuanto a las diferencias dentro de los algoritmos jerárquicos destacan principalmente en que los métodos jerárquicos aglomerativos se parte de un conjunto de elementos que forma cada uno un conglomerado por sí solo, y se van agrupando todos estos elementos hasta formar un solo conglomerado. En cambio, los métodos jerárquicos disociativos se parten de un solo grupo o conglomerado que se va disociando o dividiendo hasta que cada elemento es un conglomerado.

Entre los documentos que utilizan en el análisis de sus datos el análisis clúster se encuentran: [28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69].

Aun así, muchos de ellos especifican qué variante del algoritmo utilizan, por ejemplo, los documentos [32, 33, 55, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69], indican que utilizan un algoritmo jerárquico (HCA).

Otros documentos o artículos son más específicos e indican el algoritmo concreto que utilizan. Por ejemplo, K-means es un tipo de algoritmo no jerárquico, que implementa métodos de reasignación. Este tipo de algoritmos tienen una cantidad

de grupos asignados k y los elementos se van agrupando en esos grupos. Los documentos que implementan este tipo de algoritmo serían: [34, 37, 47, 67].

- **Matrices de distancia:** Otros documentos, sin embargo, son más específicos e indican el modo en que calculan las distancias entre elementos para generar las matrices de distancia y así obtener los dendrogramas, como es el caso del análisis de clúster. En otros casos, estas distancias se generan sin utilizar el análisis de clúster para analizar las distancias entre los elementos estudiados y comprobar la similitud de este modo. Entre los diferentes métodos de distancias encontrados podemos destacar Manhattan, Pearson, Jaccard, muestras pareadas t o distancia Euclídea. Todos ellos calculan distancias solo que, de diferente modo, ya que utilizan fórmulas matemáticas distintas. En algunos casos, este tipo de algoritmos se combinan para obtener los datos buscados.

Una de las formas más comunes de representar las distancias es a partir de la matriz de distancia.

También podemos destacar el “Test de Mantel” cuya principal función es comparar dos matrices de distancia [70] y que es empleada en los documentos: [66, 71]

En el caso del análisis de clúster, tras realizar la matriz de distancia, se utiliza el método linkage como Ward para agrupar los elementos más similares y formar los diferentes grupos o asociaciones que darán lugar a los dendrogramas [72].

- **Dendrograma:** Los dendrogramas son una de las formas gráficas de representar los datos obtenidos en los análisis de clúster. Estos gráficos son árboles que muestran la similitud entre diferentes objetos, de este modo, se pueden resumir las agrupaciones realizadas por el análisis de clúster. Se ha de tener en cuenta, que estos datos son muy heterogéneos, por lo que una muestra pequeña de datos puede no ser demasiado confiable. Sin embargo, si el número es muy grande podría complicar los cálculos para obtener la matriz de similitud y crear el correspondiente dendrograma [73].
- **Análisis MDS:** Otro de los métodos utilizados en cuanto a representación visual de los datos se refiere es el algoritmo de escalado multidimensional (**MDS**) [74]. Este algoritmo se encarga de representar los datos de la matriz de similitud. En muchos casos, la matriz de similitud es generada por los análisis de clúster. Este algoritmo se encarga de representar los datos de la matriz de similitud en un mapa bidimensional o tridimensional mediante coordenadas o puntos. De esta manera genera estructuras en las que se puede observar las diferencias y similitudes entre elementos del conjunto [75]. En este caso, cuantas más juntas estén las coordenadas más similares son los elementos [76]. Ejemplo de los documentos que implementan este tipo de algoritmo son: [59, 68, 77]. Aun así, podemos apreciar diferentes versiones del **MDS** como el **WMDS** que indica que las diferencias entre matrices de similitud se diferencian de una manera no lineal [78] o el **NMDS** que busca representar la diferencia entre elementos [79].
- **Análisis de Frecuencia:** Al igual que el análisis de clúster también utiliza técnicas de análisis descriptivo. Este tipo de técnica se basa en analizar las frecuencias de apariciones de las diferentes tarjetas en las categorías. Los documentos que utilizan este tipo de análisis son: [33, 58, 93, 94, 95].
- **Heatmap:** Otra forma muy similar de representar los datos es utilizando mapas de calor en los que se puede ver claramente las distancias entre los elementos de la matriz de similitud. Este tipo de algoritmo tiene una función similar al algoritmo anterior. Es decir, a través de una matriz de similitud se crea una entrada para este tipo de algoritmo y con una escala de colores fríos y cálidos muestra la similitud de los elementos. Documentos que implementan este algoritmo son: [46].

- **Análisis factorial:** Otro método de análisis de datos ampliamente utilizado es el análisis factorial de datos. Con este análisis lo que se busca es disminuir el número de elementos iniciales agrupándolos en función a características comunes entre ellos [84]. Muchos de estos métodos de análisis parten de matrices de correlación cuya principal función es mostrar los coeficientes de correlación de un grupo de variables [73]. Entre los documentos que implementan este tipo de algoritmos son: [31, 56, 62].
- **Kappa de Fleiss:** Este tipo de algoritmo se encarga de medir el nivel de acuerdo entre tres o más usuarios. Para medir este nivel se utiliza una correlación que varía en una escala de entre 0 y 1. Cuanto mayor sea el acuerdo, más cerca se encontrará el valor de 1. Un coeficiente mayor o igual a 75% se considera como un acuerdo “bueno” o “aceptable” [85]. Documentos que implementan este algoritmo serían: [31, 86, 38, 87, 88, 89, 90, 91, 92].

2.2.5.1.2 Técnicas predictivas

Las técnicas predictivas se encargan de predecir valores de elementos del conjunto a partir de elementos conocidos o que les han sido proporcionados [22].

- **Árbol de decisión binaria:** Este tipo de algoritmos se encarga de clasificar los elementos del estudio en diferentes etapas, para ello rechaza elementos hasta encontrar el elemento o clase que busca. Este algoritmo se encarga de dividir los datos o muestras en hiper rectángulos con lados paralelos al eje [80]. Este tipo de técnica se utiliza para predecir categorizaciones. Al utilizar más de un árbol aumenta el carácter predictivo del algoritmo [81]. Un documento que implementa esta técnica es: [82].
- **Toma de decisiones grupales:** Este tipo de técnica es implementada por el artículo [83] en la que dividen y procesan los datos en función de unas características planteadas al inicio. Es muy similar al esquema seguido para un árbol de decisión binaria.

Como se puede comprobar, la mayoría de estos algoritmos son estadísticos o pertenecen a técnicas descriptivas de minería de datos. Sin embargo, a pesar de la diferencia en cantidad, sí que hemos encontrado algunos artículos que utilizan técnicas predictivas, aunque son muy pocos, en comparación con las técnicas descriptivas utilizadas en el resto de los artículos. Entre las técnicas predictivas encontradas destacan los árboles de decisión.

2.3 Análisis Competitivo

Tras los resultados mostrados anteriormente, se procedió a la búsqueda de herramientas que pudieran realizar la técnica de Card Sorting. Para ayudarnos en este tipo de análisis o búsqueda, nos apoyamos al igual que en el anterior análisis en la siguiente pregunta de investigación:

RQ2: *¿Qué características principales, y tipos de análisis, contienen las herramientas de Card Sorting más conocidas?*

En este caso, se encontraron las siguientes herramientas comerciales: **Proven By Users**⁵, **Optimal Work Shop**⁶, **usabilitiTEST**⁷, **UserZoom**⁸ y **xSort**⁹. Se ha de comentar que

⁵ Según la página web (<https://provenbyusers.com/>)

⁶ Según la página web (<https://www.optimalworkshop.com/>)

⁷ Según la página web (<https://www.usabilitest.com/>)

otras muchas herramientas aparecieron en las búsquedas, pero ya estaban obsoletas, de modo que fue difícil su análisis. Por lo que contestando a la hipótesis de partida **H1**, se puede afirmar que son muy pocas las herramientas que dan soporte a la técnica de Card Sorting y al análisis de sus datos. Además de las anteriores herramientas mencionadas, también se incluyeron en el estudio otras herramientas implementadas por estudiantes de la universidad de Paderborn. Concretamente se analizaron **Casolysis**¹⁰ [96] y **WeCaso** [97]. A groso modo, **WeCaso** realiza Card Sorting pudiendo exportar los datos en formato .csv y **Casolysis** puede analizar los datos obtenidos a través de **WeCaso**.

Los resultados obtenidos sobre la creación de Card Sorting, fueron muy similares en casi todas las herramientas encontradas. Ya que en todas las herramientas online era obligatorio el previo registro en la herramienta para poder crear un Card Sorting. Una vez realizado el registro, tanto herramientas online como herramientas de escritorio dotan al usuario de la capacidad de crear un Card Sorting en la herramienta, (se ha de mencionar que muchas de estas herramientas tienen restricciones en la versión gratuita). Al crear un Card Sorting los usuarios tienen la posibilidad de asignar nombre al Card Sorting, crear tarjetas y categorías. Otras de las múltiples funcionalidades comunes a todas ellas es que los evaluadores pueden cerrar el Card Sorting cuando deseen o visualizar los resultados obtenidos durante la ejecución del Card Sorting. En el caso de **Casolysis** orientada al análisis de datos, no tiene las funcionalidades anteriormente mencionadas.

Algunas de ellas, permiten personalizar los Card Sorting cambiando colores, fuentes de letra, modificando los mensajes, añadiendo iconos e imágenes en las tarjetas o incluso añadiendo contraseña al Card Sorting para evitar que entren personas que puedan dañar los resultados del Card Sorting.

Sin embargo, todos estos requisitos referentes a la creación de tarjetas, creación de grupos, modificar o personalizar el Card Sorting no son de especial importancia en esta investigación, a pesar de que son necesarios para poder crear un Card Sorting y poder obtener datos y analizarlos posteriormente.

Por tal motivo, se realizó una tabla donde muestran los diferentes algoritmos utilizados para la representación de datos tal como muestra el apartado 2.4.

A continuación, se detallan las técnicas utilizadas por las herramientas que no han sido explicadas previamente.

- **PCA:** Es una técnica estadística ya que se utiliza en análisis exploratorios de datos. Su principal función es reducir la dimensionalidad de los elementos del estudio. **PCA** se basa en matrices de covarianza o correlación que se convierten en elementos denominados componentes principales sin la correlación inicial [98].
- **SLA:** Podría tomarse como una medida de agreement o acuerdo, ya que, si una categoría no supera un porcentaje de acuerdo, es decir, un porcentaje de personas que han asignado la misma tarjeta en la categoría el valor porcentual [99]. Esta técnica pertenecería a análisis estadísticos.
- **DBSCAN (Agrupación espacial basada en densidad de aplicaciones con ruido):** Este algoritmo pertenece a las técnicas de minería de datos descriptivas. Concretamente pertenece a clustering ya que es una de sus variantes. En este tipo de análisis de clúster los elementos se agrupan en función de la proximidad, y además se define un radio por cada punto del mapa. Sin embargo, en esta herramienta el algoritmo es ligeramente modificado ya que el radio es asignado en un intervalo de entre 0 y número de participantes [99].

⁸ Según la página web (<https://www.userzoom.com/>)

⁹ Según la página web (<https://xsortapp.com/>)

¹⁰ Según la página web (<https://cs.uni-paderborn.de/en/mci/forschung/anwendungensoftware/casolysis/>)

Además de lo anterior, las herramientas mencionadas cuentan con otros tipos de análisis y representación de datos. Por ejemplo, una característica muy común en todas ellas excepto en **usabilitiTEST** es que pueden aportar los datos más particulares de los Card Sorting realizados por cada participante. Otra de las características más específicas de **Proven By User** es que puede mostrar Categorías x Tarjeta o Participantes x Carta, además de los grupos y Cartas creados por los usuarios o el nivel de acuerdo de los participantes. En el caso de **Optima Work Shop** podemos apreciar otros tipos de análisis. Por ejemplo, nos muestra Tarjeta x Categoría, las Categorías x Tarjeta o la matriz de clasificación de los resultados obtenidos. Finalmente, **usabilitiTEST** también nos muestra los porcentajes de Tarjeta x Categoría.

Al igual que hemos podido observar en la sección de revisión sistemática de la literatura, la mayoría de los análisis realizados en los datos en la técnica del Card Sorting, están muy relacionados con análisis estadísticos o minería de datos descriptivas, como puede ser el Análisis de Clúster o el análisis de frecuencia entre otros. Pero no encontramos tipos de análisis relativos a técnicas predictivas como los que podemos encontrar en minería de datos, ya que su uso es poco generalizado en entornos reales de desarrollo de software interactivo.

2.4 Conclusión de los Análisis

Como conclusión a los dos tipos de análisis realizados anteriormente y respondiendo a las preguntas de investigación planteadas en cada una de las dos secciones, podemos afirmar que son muy pocos los estudios que implementan en el análisis de sus datos técnicas predictivas de minería de datos durante la ejecución de Card Sorting. Algunas de estas técnicas predictivas se integran como técnicas novedosas de análisis de datos.

Por lo que contestando a la primera pregunta planteada procedente del análisis **SMS RQ1**, se puede concluir que apenas se utilizan técnicas predictivas. Sin embargo, podemos destacar los árboles de decisión como técnicas predictivas utilizadas en algunos Card Sorting ya que en dos de los artículos analizados utilizan esta técnica para categorizar contenido.

Por otro lado, contestando a la pregunta planteada en el análisis competitivo de las herramientas **RQ2**, se puede observar que la mayoría de los análisis son estadísticos o no implementan técnicas predictivas de minería de datos. Sin embargo, podemos observar que una de las técnicas más utilizadas para analizar los datos es el análisis de clúster o el **MDS**, que corresponden con técnicas de minería de datos descriptivas. Como se puede observar, las herramientas comerciales implementan estadísticas muy básicas. Sin embargo, en la herramienta desarrollada se ha intentado suplir esta carencia, no solo implementando las típicas estadísticas utilizadas para analizar Card Sorting, tales como dendrogramas, matrices de correlación y distancia o **MDS**. Sino que también se introdujeron árboles de decisión, variantes de **MDS** como **Smacof**, utilización de K-means para obtención de agrupaciones óptimas, matrices de correlación o análisis factorial entre otros.

A continuación, se muestra una tabla comparativa de las diferentes herramientas analizadas junto con la herramienta desarrollada.

Leyenda:

1. Proven By Users
2. Optimal Work Shop
3. usabilityTEST
4. UserZoom
5. Casolysis
6. xSort
7. CAULDRON

| <i>Métodos de análisis de datos</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>Matriz de similitud</i> | X | X | | | X | X | |
| <i>Matriz de distancia</i> | | | X | X | | | X |
| <i>Matriz de clasificación</i> | | X | X | | | | X |
| PCA | | X | | | | X | X |
| <i>Clúster 3D</i> | | X | | | | | |
| <i>MDS</i> | | | X | | X | | X |
| <i>Frecuencia</i> | | X | X | | X | | X |
| SLA | | | | | X | | |
| DBSCAN | | | | | X | | |
| HCA (Dendrograma) | X | X | X | X | X | X | X |
| <i>Datos estadísticos</i> | X | X | | X | | X | X |
| <i>Máximo acuerdo</i> | X | | | | | | |
| <i>Árboles de decisión</i> | | | | | | | X |
| <i>Análisis factorial</i> | | | | | | | X |
| <i>Matriz de correlación</i> | | | | | | | X |
| <i>Nivel de acuerdo</i> | | | | | | | X |
| <i>K-means (agrupaciones óptimas)</i> | | | | | | | X |
| <i>MDS Smacof</i> | | | | | | | X |
| <i>Análisis Frecuencia (Variante Delphi)</i> | | | | | | | X |

Tabla 1. Tabla comparativa de herramientas

El término estadísticas generas se refiera cualquiera de las siguientes técnicas.

Nota: No todas las herramientas implementan todas ellas, sino que es un conjunto de las estadísticas generales de algunas de ellas.

En todo caso, no implementan estadísticas avanzadas ni de minería de datos.

- Número de tarjetas.
- Número de categorías.
- Clasificaciones por cada participante.
- Tiempo en realizar la clasificación por los participantes.
- Tarjetas.
- Categorías.
- Datos de los participantes.
- Porcentaje de finalización de la clasificación.
- Total de tarjetas clasificadas.
- Tarjeta x Categoría.
- Categoría x Tarjeta.

3 Diseño

3.1 Descripción de la herramienta

A continuación, se muestran los datos y detalles acerca de la herramienta **CAULDRON** en cuanto a funcionalidad y composición se refiere para la técnica Card Sorting.

3.1.1 Ámbito y alcance de la herramienta

La herramienta web **CAULDRON (interactive evaluation for advanced card sorting analysis)** es una herramienta multilinguaje (inglés y castellano) y multiplataforma (ordenador, móvil, tablet, etc), y además es independiente del sistema operativo. La principal funcionalidad de la herramienta es crear Card Sorting, participar en los diferentes Card Sorting y evaluar los datos obtenidos durante la realización de la técnica para ayudar en las decisiones de diseño al evaluador.

La herramienta está enfocada a los usuarios evaluadores, ya que serían los encargados de crear un Card Sorting que han de clasificar los participantes. Estos formularios de creación permitirán al evaluador completarlos de manera interactiva introduciendo los datos requeridos para su creación. Además de lo anterior, los evaluadores también tendrán la posibilidad de acceder a los reports e informes generados por la herramienta para poder analizar los datos y resultados de los diferentes Card Sorting.

Para ayudar en esta toma de decisiones, el evaluador tendrá acceso a diferentes estadísticas y métricas. En primer lugar, tendrá acceso a todas las clasificaciones realizadas por los participantes, es decir, podrá ver sus clasificaciones, el tiempo empleado en realizar cada clasificación o simplemente tener acceso a ciertos datos o características de cada participante. Además de todo lo anterior, podrá comprobar qué porcentaje de evaluaciones han sido finalizadas y qué porcentaje han quedado sin finalizar o realizar.

También podrá evaluar el agreement o nivel de acuerdo entre todos los participantes que hayan finalizado sus evaluaciones. Es decir, podrá evaluar el valor Kappa de Fleiss obtenido tanto a nivel global como a nivel por tarjeta. Además de poder visualizar el acuerdo entre los participantes a través de un gráfico de dispersión en el que se puede ver la correspondencia entre categorías y tarjetas que han sido agrupadas conjuntamente.

El usuario también podrá tener acceso a las matrices de correlación y a las matrices de distancia. Estas matrices han sido representadas a través de mapas de calor de modo que sea mucho más visual para los usuarios y puedan ver las distintas relaciones entre categorías y tarjetas. Se ha de mencionar, además, que todos estos gráficos se han generado de manera que el usuario pueda interactuar con ellos, ya que con solo pasar el cursor sobre los gráficos aparecerán los datos y valores de las diferentes celdas de las matrices.

Además de las matrices representadas mediante mapas de calor o **heatmaps** mencionadas anteriormente, también se representaron las relaciones entre tarjetas y categorías mediante mapas de calor junto con dendrogramas. Para visualizar correctamente estos dendrogramas también existe otra gráfica más específica en la que solo se representan los dendrogramas. De este modo, se pueden apreciar las diferentes similitudes entre categorías y tarjetas y el modo en el que se agrupan con mayor claridad.

También se representaron los datos mediante **PCA** y análisis factorial. Estos algoritmos predictivos multivariados se utilizan principalmente como entrada a otros algoritmos como puede ser el **MDS**, ya que se encarga de calcular el número óptimo de agrupaciones o clústeres para el Card Sorting analizado.

Otra representación también utilizada fue el **MDS** en sus dos versiones con Smacof, con este algoritmo se consiguió obtener las agrupaciones óptimas en dos dimensiones. Este algoritmo, al igual que **PCA** también hace uso de K-means para poder representar de manera gráfica las agrupaciones, ya que cada agrupación es coloreada de diferente color.

Finalmente, también se representaron mediante árboles de clasificación la influencia de los diferentes perfiles de los participantes en las agrupaciones de tarjetas y categorías. Entre los valores que se tienen en cuenta para construir el árbol se encuentran la edad, género, años de experiencia trabajando en desarrollo y evaluación de software, años de experiencia participando en Card Sorting, ámbito del usuario y dispositivo utilizado para la realización del Card Sorting.

Además de todo lo anterior, los evaluadores también podrán exportar los diferentes resultados generados en la herramienta en formato .csv.

En cuanto a los participantes, cabe destacar que se realizó una variante del Card Sorting Delphi, de modo que estos pueden ser ayudados por las clasificaciones realizadas por otros participantes. Esta ayuda solo aparecerá tras la quinta clasificación para que los resultados no se vean muy sesgados, y sólo si la frecuencia de clasificación de una tarjeta en una categoría ha sido igual o superior al 75%.

Finalmente, los usuarios administradores del sistema pueden eliminar usuarios o Card Sorting en caso de que lo vean necesario.

Además de todo lo anterior, el sistema cuenta con los ajustes necesarios para modificar información del perfil de los usuarios registrados, o para recuperar la contraseña en caso de que sea necesario.

3.1.2 División en subsistemas

Tras comentar anteriormente la funcionalidad de la herramienta implementada, se pueden observar los siguientes subsistemas funcionales:

- **Subsistema de gestión de usuarios:** Permitirá el registro de evaluadores encargados de crear los Card Sorting y de este modo además tener acceso al análisis de datos de los Card Sorting creados. También permitirá el registro de participantes cuya principal función será participar en los Card Sorting creados por los evaluadores. Además de todo lo anterior, los usuarios podrán modificar la información de su perfil y podrán recuperar la contraseña en caso de que sea necesario.
- **Subsistema de evaluadores:** Entre las funciones de los evaluadores podemos destacar la posibilidad de crear, modificar, eliminar, abrir y cerrar Card Sorting. Todas estas acciones, solo las podrán realizar sobre los Card Sorting que han creado ellos mismos. Además de lo anterior, los evaluadores tendrán acceso a los informes o reports generados por la herramienta, pudiendo realizar una consolidación final sobre los resultados obtenidos. Asimismo, también podrán exportar los resultados obtenidos en formato .csv.
- **Subsistema de participantes:** Estos usuarios sólo tendrán acceso a los Card Sorting creados por los evaluadores que se encuentren en curso a través de un identificador que le suministrará el propio evaluador. Y sólo podrán realizar clasificaciones sobre los Card Sorting a los que tengan acceso. Además, podrán ser ayudados por las clasificaciones realizadas por otros participantes en el caso de que el evaluador hubiera elegido la opción de ayuda al participante.
- **Subsistema del administrador:** Este subsistema concede a un usuario el acceso a toda la información de la herramienta o sistema. Este usuario tendrá la posibilidad eliminar tanto Card Sorting como usuarios que vea oportuno que se encuentren registrados en el sistema.

- **Subsistema de análisis de datos:** La principal función de este subsistema es mostrar los informes o reports generados por la herramienta. Estos informes estarán basados en técnicas estadísticas y de minería de datos, de modo que los resultados y gráficas obtenidos sirvan en la toma de decisiones de los evaluadores.

3.1.3 Grupos de usuarios

Podemos diferenciar varios grupos de usuarios en función de su rol dentro de la propia herramienta:

- **Usuarios registrados:** Este rol, corresponde tanto a los evaluadores de los Card Sorting como a los participantes que participan en ellos.
 - o En el primer caso, los **evaluadores** podrán crear, eliminar, abrir, cerrar y modificar Card Sorting. Además de acceder a los datos que han generado los participantes al completar la técnica Card Sorting y descargarlos en formato .csv.
 - o En el segundo caso, la principal función de los **participantes** será participar en los Card Sorting creados por los evaluadores y que previamente han dejado en estado abierto.
- **Administrador:** Permite eliminar todos aquellos Card Sorting que considere oportuno bajo su criterio, además de poder eliminar a usuarios. Los usuarios que se encuentren en este rol tienen acceso a toda la información de la herramienta.

3.2 Modelo de datos

A continuación, se describe el modelo de datos empleado en la herramienta. Al ser una herramienta web, los datos serán almacenados en una base de datos PostgreSQL, de esta manera se otorgará a la herramienta un almacenamiento persistente de los datos tratados.

3.2.1 Diagrama Entidad-Relación

En esta sección, se detallará el diagrama entidad-relación derivado del modelo de datos de la herramienta **CAULDRON** (ver Anexo B).

La entidad **User** representa el usuario registrado en la aplicación con Django, con los atributos necesarios para poder gestionar una cuenta.

La entidad **User_Cauldron** representa el usuario registrado en la herramienta por Django, pero con los atributos necesarios para gestionar las cuentas creadas dentro de la herramienta **CAULDRON**. Esto es debido a que estos datos serán utilizados posteriormente para el análisis de resultados obtenidos.

La entidad **Device** especifica los diferentes tipos de dispositivos con los que se puede interactuar con la herramienta.

La entidad **Scope** indica el ámbito de los usuarios registrados.

La entidad **Gender** indica el género de los usuarios registrados.

La entidad **CardSorting** representa los Card Sorting creados por los evaluadores junto con las características necesarias para su gestión. Es decir, identificador, nombre, fecha de creación, descripción, elección de ayuda, etc.

La entidad **CardSorting_state** especifica los diferentes estados en los que se puede encontrar un Card Sorting. Es decir, abierto, cerrado o creado.

La entidad **CardSorting_type** se encarga de especificar los diferentes tipos de Card Sorting que pueden existir en la herramienta. Es decir, abierto, cerrado o híbrido.

La entidad **Messages_CardSorting** define los diferentes tipos de mensaje que han de crear los evaluadores para los participantes de los Card Sorting.

La entidad **Card** representa las tarjetas de los Card Sorting. Entre sus principales atributos destacan el nombre, imagen (asociada al nombre) o el nombre simbólico necesario para la obtención de resultados.

La entidad **Category** representa las categorías de los Card Sorting. De sus atributos podemos destacar el nombre de la Categoría o el nombre simbólico, ambos nombres necesarios para la representación de los resultados. Además de los atributos anteriormente mencionados, también existe el atributo **New** encargado de identificar si la categoría ha sido creada por el evaluador o por los participantes. También existe otro atributo **final_sort**, que es el encargado de representar o no la categoría en la clasificación final del Evaluador.

La entidad **Card_Category_Relation** representa las diferentes relaciones que realizan los usuarios entre Tarjetas y Categorías

La entidad **User_Cauldron_CardSorting** representa los usuarios participantes para un Card Sorting. Entre sus atributos destacan el tiempo en realizar el Card Sorting, los atributos **Start**, **Finish**, **noFinish_noStart** para saber el estado en el que se encuentra el Card Sorting por parte de los participantes.

Además de las anteriores entidades, existen las entidades **matrix_Mf**, **matrix_Mtc_Mct**, **matrix_Mcl**, necesarias para la realización de los cálculos de los diferentes algoritmos empleados en la representación de resultados.

Todas estas entidades se relacionan de la siguiente manera:

Un **User** de Django, se relaciona con un solo **User_Cauldron**. Por otro lado, cada **User_Cauldron** tendrá asociado un solo **Gender**, **Scope** y **Device**.

Un Card Sorting está asociado a un solo usuario (evaluador) y a *n* instancias de **Card** y *m* instancias de **Category**. A su vez, cada Card Sorting está asociado a un solo estado de **CardSorting**, a un solo tipo de **CardSorting** y a un conjunto de **Messages_CardSorting**.

Por otro lado, cada **Card_Category_Relate** está asociada a una sola instancia de **Card** y otra instancia de **Category**, un **CardSorting** y a una instancia de **User**.

En el caso de las matrices, todas ellas tienen relación con un **CardSorting** y con una serie de categorías y tarjetas. En la entidad **matrix_Mf** recoge la frecuencia de las relaciones entre tarjetas y categorías y la entidad **matrix_Mtc_Mct** recoge el número de veces que se relacionan una categoría con una tarjeta.

3.3 Requisitos de la herramienta

Tras analizar el ámbito y alcance de la herramienta **CAULDRON**, a continuación, se detallan los requisitos de la herramienta. Se comenzará con el diagrama de casos de uso y finalmente se detallarán diferentes casos de uso.

3.3.1 Diagrama de casos de uso

Este diagrama es el encargado de determinar el comportamiento del sistema a través de la interacción con los usuarios y sistemas de la herramienta (ver Anexo C). El diagrama corresponde al diagrama de casos de uso detallado en el apartado 3.1.

A continuación, se muestran tres ejemplos de casos de uso, todos ellos tienen un identificador para poder identificarlos correctamente: Ej. CU#.

3.3.1.1 CU01: Crear un Card Sorting

Nombre Caso de Uso: Crear un Card Sorting.

Actores primarios: Usuarios del sistema evaluadores (deben estar previamente registrados). Estos usuarios pueden crear nuevos Card Sorting y evaluarlos.

Interesados y objetivos:

- Evaluador: quiere introducir un nuevo Card Sorting en el sistema para poder acceder posteriormente a los resultados obtenidos en dicha evaluación.

Resumen: El evaluador deberá ingresar el nombre, el tipo de Card Sorting (abierto, cerrado o híbrido), una pequeña descripción del Card Sorting e indicar si quiere que los participantes sean ayudados o no al realizar la evaluación. Además de lo anterior, deberá ingresar las tarjetas y en caso de ser un Card Sorting cerrado o híbrido las categorías. Finalmente, introducirá unos mensajes de bienvenida, ayuda, instrucciones y agradecimiento a los usuarios participantes de la herramienta.

Precondiciones: El evaluador debe estar registrado y haberse autenticado en la herramienta.

Garantía de éxito (Postcondiciones): El Card Sorting queda registrado en el sistema y el usuario creador es el propietario.

Escenario principal de éxito:

1. El evaluador selecciona la opción de crear un nuevo Card Sorting.
2. El sistema presenta los diferentes formularios para poder introducir los datos requeridos en la creación del Card Sorting.
3. El evaluador introduce el nombre del Card Sorting.
4. El evaluador elige el tipo de Card Sorting.
5. El evaluador decide utilizar la ayuda o no.
6. El evaluador introduce una descripción del Card Sorting.
7. El evaluador introduce el nombre de las tarjetas.
8. El evaluador introduce el nombre de las categorías (en el caso que fuera necesario).
9. El evaluador introduce los mensajes dirigidos al participante.
10. El sistema registra el nuevo Card Sorting, asignando como propietario al evaluador creador del Card Sorting proporcionado. Además, el sistema mostrará el ID del Card Sorting que previamente utilizarán los participantes para acceder al Card Sorting.

Extensiones (flujos alternativos):

3. El evaluador intenta introducir un nombre ya existente.
 - a. El sistema no deja continuar hasta que no introduzca un nombre que no exista en la base de datos.
6. El evaluador no introduce descripción.
 - a. El sistema no deja continuar hasta que el participante no introduzca una descripción para el Card Sorting.
7. El evaluador introduce un nombre de tarjeta ya existente.
 - a. El sistema no guarda dicha tarjeta y notifica del error.
8. El evaluador introduce un nombre de tarjeta ya existente.
 - a. El sistema no guarda dicha categoría y notifica del error.
9. El evaluador no introduce algunos de los mensajes para los participantes.
 - a. El sistema no deja continuar hasta que no introduzca todo tipo de mensajes para el participante.

3.3.1.2 CU02: Realizar una clasificación

Nombre Caso de Uso: Realizar una clasificación.

Actores primarios: Usuarios del sistema participantes (deben estar previamente registrados).

Interesados y objetivos:

- Participante: quiere realizar una nueva clasificación.

Resumen: El participante, deberá ingresar el ID de Card Sorting previamente proporcionado por el evaluador del Card Sorting. Una vez ingresado el ID, podrá acceder al Card Sorting y realizar las clasificaciones correspondientes.

Precondiciones: El participante se ha autenticado en la herramienta.

Garantía de éxito (Postcondiciones): La clasificación queda registrada en el sistema.

Escenario principal de éxito:

1. El participante introduce el ID del Card Sorting.
2. El participante accede al Card Sorting.
3. El participante clasifica las tarjetas en categorías.
4. El participante envía los datos.

Extensiones (flujos alternativos):

1. El participante intenta introducir un ID erróneo.
 - a. El sistema indica el error y solicita un nuevo ID.
4. El participante intenta enviar una clasificación en la que hay categorías sin nombre.
 - a. El sistema indica el error y no envía dichos datos.
4. El participante intenta eliminar una categoría que contiene tarjetas.
 - a. El sistema indica el error y hasta que no quede vacía la categoría no se enviarán los datos.

3.3.1.3 CU03: Visualización de resultados

Nombre Caso de Uso: Visualizar resultados Card Sorting

Actores primarios: Usuarios del sistema evaluadores (deben estar previamente registrados).

Interesados y objetivos:

- Evaluador: quiere visualizar los resultados.

Resumen: El evaluador podrá ver los resultados obtenidos tras la participación de los usuarios participantes en su Card Sorting.

Precondiciones: El evaluador se ha autenticado en la herramienta y ha cerrado el Card Sorting a los participantes.

Garantía de éxito (Postcondiciones): El evaluador ve con éxito los resultados.

Escenario principal de éxito:

1. El evaluador elige el modo en que quiere que aparezcan las etiquetas de los diferentes gráficos generados por la herramienta.
2. El evaluador tiene acceso a todos los resultados.
3. El evaluador decide realizar la clasificación final.
4. El evaluador descarga los resultados.

Extensiones (flujos alternativos):

3. El evaluador intenta enviar una clasificación en la que hay categorías sin nombre.
 - a. El sistema indica el error y no envía dichos datos.
3. El evaluador intenta eliminar una categoría que contiene tarjetas.
 - a. El sistema indica el error y hasta que no quede vacía la categoría no se enviarán los datos.

3.3.2 Requisitos funcionales

3.3.2.1 Subsistema de gestión de usuarios:

- **RF1:** Todo usuario no registrado tendrá la posibilidad de registrarse en la herramienta. Una vez registrado el usuario contará con todos los permisos y requisitos con los que cuenta un usuario registrado. A los usuarios que deseen registrarse en la aplicación se le pedirán los siguientes campos en el formulario:
 - Nombre de usuario.
 - Apellido del usuario.
 - Nombre del usuario en la herramienta.
 - Correo del usuario.
 - Contraseña. Este campo contará con una serie de restricciones como son distancia mínima, contener mayúsculas, minúsculas y otros caracteres.
 - Rol del tipo de usuario que desea dar de alta en la herramienta.Además de los datos anteriores, también se les pedirán los siguientes datos utilizados posteriormente en el análisis de los resultados del Card Sorting.
 - Género.
 - Edad.
 - Años de experiencia trabajando en desarrollo y evaluación de software.
 - Años de experiencia participando en Card Sorting.
 - Ámbito del usuario (profesional, académico u otro)
 - Dispositivo utilizado durante la mayor parte del Card Sorting (móvil, tablet u ordenador).
- **RF2:** Los usuarios registrados también tendrán la posibilidad de modificar cualquiera de sus datos del perfil de su cuenta. Es decir, cualquiera de los datos requeridos en los formularios de creación de usuarios, excepto el rol.
- **RF3:** Los usuarios registrados podrán recuperar la contraseña de acceso en la herramienta en caso de que fuera necesario, a través del correo registrado en la herramienta.

3.3.2.2 Subsistema de evaluadores:

- **RF4:** Los evaluadores pueden crear un nuevo Card Sorting tras haberse registrado e iniciado sesión en la herramienta. Crear un Card Sorting incluye además crear categorías y tarjetas. Al crear un Card Sorting, los evaluadores han de introducir los siguientes datos:
 - Nombre del Card Sorting.
 - Tipo de Card Sorting, es decir, abierto, cerrado o híbrido.
 - Ayuda o no para el participante.
 - Una breve descripción sobre el Card Sorting.
 - Creación de tarjetas.
 - Creación de categorías (solo en el caso de que se hubiera elegido un Card Sorting cerrado o híbrido)
 - Mensajes para los usuarios participantes en la evaluación. Es decir, mensajes de bienvenida, de instrucciones, de ayuda y de agradecimiento a los participantes que realicen la clasificación.

- **RF5:** El evaluador podrá abrir un Card Sorting. Una vez abierto, los usuarios podrán participar en él y generar los resultados necesarios para su posterior análisis.
- **RF6:** El evaluador podrá cerrar un Card Sorting. Una vez cerrado el Card Sorting, el evaluador tendrá la posibilidad de ver los resultados obtenidos tras la evaluación.
- **RF7:** El evaluador también tiene la posibilidad de eliminar un Card Sorting previamente creado por él mismo. Es decir, podrá eliminar cualquiera de sus Card Sorting.
- **RF8:** El propietario del Card Sorting, podrá visualizar todos los formularios y resultados de los Card Sorting que ha creado previamente. Todos estos datos aparecerán cómodamente en la pantalla a través de una lista de Card Sorting. Una vez seleccionado uno de ellos, se mostrarán todos los datos relativos al mismo.
- **RF9:** Un evaluador o usuario registrado podrá acceder a todos los informes y reports generados por la herramienta de sus propios Card Sorting. Estos informes contarán con análisis estadísticos avanzados y de minería de datos para su fácil interpretación y para ayudar en la toma de decisiones finales.
- **RF10:** El evaluador tendrá la posibilidad de modificar un Card Sorting que haya sido previamente creado por él mismo.
- **RF11:** El evaluador también podrá realizar una clasificación final de las tarjetas y categorías tras haber analizado los resultados obtenidos en la evaluación.
- **RF12:** El evaluador, además, podrá ver el estado en el que se encuentra su Card Sorting y ver qué usuarios han realizado las clasificaciones.
- **RF13:** El evaluador podrá exportar los datos obtenidos tras la evaluación del Card Sorting en formato .csv.

3.3.2.3 Subsistema de participantes:

- **RF14:** Los participantes podrán agregar nuevos Card Sorting a través del ID suministrado por el evaluador
- **RF15:** Los participantes podrán realizar clasificaciones sobre Card Sorting.
- **RF16:** Los participantes podrán hacer uso o no de la ayuda en caso de que el usuario evaluador haya marcado la opción de ayuda al participante.

3.3.2.4 Subsistema del administrador:

- **RF17:** Este subsistema tendrá acceso a todos los datos de la herramienta referentes a Card Sorting y usuarios registrados.
- **RF18:** Estos usuarios tendrán la posibilidad de eliminar tanto Card Sorting creados por evaluadores como usuarios, en el caso de que fuese necesario.

3.3.2.5 Subsistema de análisis de datos:

- **RF19:** La herramienta permitirá mostrar el análisis realizado sobre los datos obtenidos tras la realización del Card Sorting a través de los informes. Estos análisis emplearán métodos estadísticos avanzados y de minería de datos para analizar los resultados obtenidos.

3.3.3 Requisitos no funcionales

3.3.3.1 Portabilidad y arquitectura

- **RNF1:** La herramienta se podrá utilizar tanto en inglés como en castellano ya que es una plataforma multilinguaje.

- **RNF2:** Debe ser una herramienta web desplegada en un entorno de producción en la nube. Por tal motivo, la herramienta será desplegada mediante Heroku y se utilizará una base de datos relacional en PostgreSQL.
- **RNF3:** La herramienta es multiplataforma, ya que podrá ser utilizada en diferentes dispositivos, es decir, móviles, ordenadores, tablets, etc.

3.3.3.2 Interfaz y usabilidad:

- **RNF4:** La herramienta será de fácil uso y acceso para los usuarios. Además, contará con una alta usabilidad para estos.
- **RNF5:** La herramienta será altamente interactiva y mostrará de forma gráfica los resultados obtenidos en los diferentes Card Sorting realizados por los usuarios. Los informes generados mediante diferentes gráficos y tablas serán de fácil comprensión para los usuarios evaluadores.

3.4 Diseño

3.4.1 Modelo de datos: Modelo relacional

El modelo relacional derivado de la herramienta desarrollada se puede ver en (Anexo D).

- Las restricciones impuestas en el modelo son las siguientes:
- **CARDSORTING_TYPE:** El campo nombre debe ser no nulo y único.
- **CARDSORTING_STATE:** El campo nombre debe ser no nulo y único.
- **DEVICE:** El campo nombre debe ser no nulo y único.
- **SCOPE:** El campo nombre debe ser no nulo y único.
- **GENDER:** El campo nombre debe ser no nulo y único.
- **CARD:** El campo nombre debe ser no nulo.
- **CATEGORY:** El campo nombre debe ser no nulo.
- **USER (DJANGO):** Los campos nombre, apellido, usuario, email y contraseña deben ser no nulos. Además, el usuario debe ser único.
- **USER_CAULDRON:** Los campos deben ser no nulos.
- **USER_CAULDRON_CARDSORTING:** Todos los campos deben ser no nulos.
- **CARD_SORTING:** Todos los campos deben ser no nulos, excepto la elección de ayuda. El campo nombre debe ser único.
- **USER_CAULDRON_CARDSORTING:** Todos los campos deben ser no nulos.
- **CARD_CATEGORY_RELATION:** Todos los campos deben ser no nulos.
- **MATRIX_MF:** Todos los campos deben ser no nulos, excepto la frecuencia.
- **MATRIX_MTC_MCT:** Todos los campos deben ser no nulos, excepto el número de veces
- **MATRIX_MCL:** Todos los campos deben ser no nulos, excepto la frecuencia.

3.4.2 Patrón de diseño

Se utiliza un patrón de diseño similar al patrón de diseño MVC (MODEL-VIEW-CONTROLLER) donde priman las ideas de reutilización de código y separación de conceptos, facilitando de este modo el desarrollo de las aplicaciones y su posterior mantenimiento.

En este caso, se ha utilizado un patrón de diseño MTV (MODEL-TEMPLATE-VIEW), cuya estructura sería similar a la anterior (ver Anexo E).

- **Modelo:** Es el encargado de realizar los accesos a la base de datos. Esta capa será la encargada de realizar las inserciones, modificaciones y consultas a la base de datos necesarias para el correcto funcionamiento de la herramienta. Por tal motivo, esta

capa contiene las relaciones entre los datos, es decir, cómo acceder a ellos, cómo validarlos, etc. Todas las relaciones de la base de datos y estructuras han sido previamente definidas en el apartado 3.2.1.

- **Template:** Esta capa tiene las principales decisiones de diseño sobre cómo mostrar las páginas, documentos y datos mediante páginas HTML apoyándose en JavaScript, JQuery o CSS. Por lo que su principal funcionalidad es la de presentar correctamente los datos obtenidos a través del modelo. Además de lo anterior, se utilizaron librerías como Plotly o scikit-learn entre otras para modelar los gráficos de los resultados de la herramienta **CAULDRON**. Tal como se ha descrito, esta sección corresponde con el **front-end** de la herramienta y, en consecuencia, con la parte de la herramienta con la que interactúa directamente el usuario.
- **View:** Esta capa tiene toda la lógica de la herramienta. Se encarga de acceder al modelo adecuadamente, obtener los datos y pasarlos a las plantillas, por lo que es el elemento intermedio entre el modelo y las plantillas (templates). Además de lo anterior, también hace el proceso inverso, es decir, obtener los datos de las plantillas y pasarlos correctamente al modelo. Esta capa es manejada por Django debido a que controla todas las rutas. Es decir, obtiene las peticiones del cliente y envía las respuestas adecuadas a cada situación. Al ejecutarse todos estos procesos en el servidor, estaríamos ante el **back-end** de la herramienta.

3.4.3 Arquitectura de la herramienta

Teniendo en cuenta el patrón de diseño mostrado anteriormente, la figura de la arquitectura de la herramienta se encuentra en (Anexo F).

El navegador sería el encargado de implementar la parte de **front-end**. Es decir, es la parte de la herramienta a la que tiene un acceso directo el usuario y con la que puede interactuar directamente.

El servidor de la base de datos PostgreSQL y el servidor web implementarían la parte de **back-end**. Esta parte gestionaría las peticiones de los usuarios y generaría las respuestas necesarias y las enviaría al **front-end**.

3.4.4 Diagramas de secuencia

Teniendo en cuenta el diseño de la herramienta previamente detallado, a continuación, se mostrarán los diagramas de secuencia asociados a los casos de uso expuestos en el apartado 3.3.1.

Los diagramas mostrarán las interacciones entre las diferentes páginas de la herramienta. (ver Anexo G).

3.4.5 Mapa de navegación

El mapa de navegación se muestra en (Anexo H).

Cada pantalla que se muestra en el gráfico muestra una página HTML distinta en la herramienta. En esta sección podemos apreciar las diferentes páginas HTML encargadas de obtener datos de los usuarios o simplemente de presentar datos o cálculos almacenados en el modelo de datos.

4 Desarrollo

4.1 Implementación de la herramienta

Tras especificar los diseños y requisitos de la herramienta **CAULDRON**, se inició el desarrollo y la implementación de la herramienta.

El desarrollo fue secuencial, es decir, se han ido realizando prototipos de la herramienta en los que se ha añadido los requisitos descritos en los apartados anteriores secuencialmente. De este modo, se ha ido consiguiendo cada vez un prototipo más funcional. Además de lo anterior, se definieron una serie de maquetas para poder definir la navegación entre las diferentes vistas de la herramienta (ver Anexo I).

4.2 Herramientas utilizadas

Para el desarrollo de la herramienta web se han utilizado los siguientes lenguajes o tecnologías:

- **Django**¹¹: utilizado para el desarrollo de la herramienta web en Python.
- **HTML/CSS/JavaScript/JQuery**: lenguajes predominantes en las vistas de la herramienta y utilizados principalmente para la parte gráfica de la herramienta y también para que el usuario interactúe cómodamente con la herramienta de clasificación
- **PostgreSQL**¹²: servidor de la base de datos que da soporte a la herramienta. El lenguaje utilizado principalmente para realizar consultas en la base de datos fue SQL.
- **Plotly**¹³: utilizado para generar las gráficas de los resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones.
- **Scikit-learn**¹⁴: librería de aprendizaje automático y utilizada principalmente para realizar los cálculos requeridos o generar los árboles de clasificación.
- **NumPy**¹⁵: librería matemática, usada principalmente para manejar y realizar cálculos sobre matrices de datos.
- **Pandas**¹⁶: biblioteca de software con las que se pueden realizar operaciones para manipular tablas.
- **SciPy**¹⁷: es un ecosistema basado en Python utilizado en matemáticas.
- **Matplotlib**¹⁸: biblioteca de Python para crear gráficos y visualizaciones.
- **Seaborn**¹⁹: biblioteca basada en Matplotlib, proporciona gráficos estadísticos y una interfaz de alto nivel.
- **Bootstrap**²⁰: es un **framework CSS** utilizado en las plantillas de la herramienta. Su principal función es dotar a la herramienta de estilo e interactividad, de modo que resulte más atractiva a los usuarios que la utilicen.

¹¹ <https://www.djangoproject.com/>

¹² <https://www.postgresql.org/>

¹³ <https://plotly.com/>

¹⁴ <https://scikit-learn.org/stable/>

¹⁵ <https://numpy.org/>

¹⁶ <https://pandas.pydata.org/>

¹⁷ <https://www.scipy.org/>

¹⁸ <https://matplotlib.org/>

¹⁹ <https://seaborn.pydata.org/>

²⁰ <https://getbootstrap.com/>

4.3 Despliegue de la herramienta

Para el despliegue de la herramienta se ha utilizado el entorno de producción en la nube Heroku²¹. Para realizar dicho despliegue se incorporaron diferentes ficheros de configuración y variables de entorno. Esto se debe principalmente a que la herramienta requirió de la necesidad de instalar diferentes **buildpacks** como son R²², ImageMagick, Graphviz o Python. De este modo se consiguió recrear la configuración realizada en local para poder desplegar la herramienta correctamente. Además de lo anterior, se utilizó la base de datos PostgreSQL de Heroku, al igual que se utilizó una base de datos PostgreSQL en local.

4.4 Aspectos destacados de la implementación

Entre las funcionalidades a destacar en la implementación y desarrollo de la herramienta, destaca el análisis de los resultados obtenidos. Es decir, no solo se analizan los resultados utilizando técnicas estadísticas, sino que también se emplean técnicas de minería de datos con el objetivo de aportar más información sobre las clasificaciones obtenidas en los Card Sorting. De este modo, se consigue presentar al usuario de una manera muy gráfica y visual los resultados apoyándose no solo en los datos obtenidos a través de los diferentes algoritmos y cálculos matemáticos. Sino que también con colores se puede apreciar mejor los grupos de tarjetas y categorías y las similitudes entre tarjetas y categorías.

Además de lo anterior, a través del análisis factorial podemos calcular el número óptimo de grupos y con este dato se calculan **MDS** o **PCA** utilizando K-means. Pero, aun así, se le deja cierto grado de libertad al usuario para que introduzca en estos algoritmos el número deseado de grupos y pueda ver su representación gráficamente.

Otro rasgo importante son los árboles de clasificación, los cuales nos aportan más información sobre las clasificaciones realizadas.

También es posible ver el acuerdo entre los participantes tanto a nivel global como por categoría y ver de este modo el consenso o desacuerdo al tratar de clasificar una tarjeta en las diferentes categorías. A continuación, se muestran algunas capturas de la herramienta:

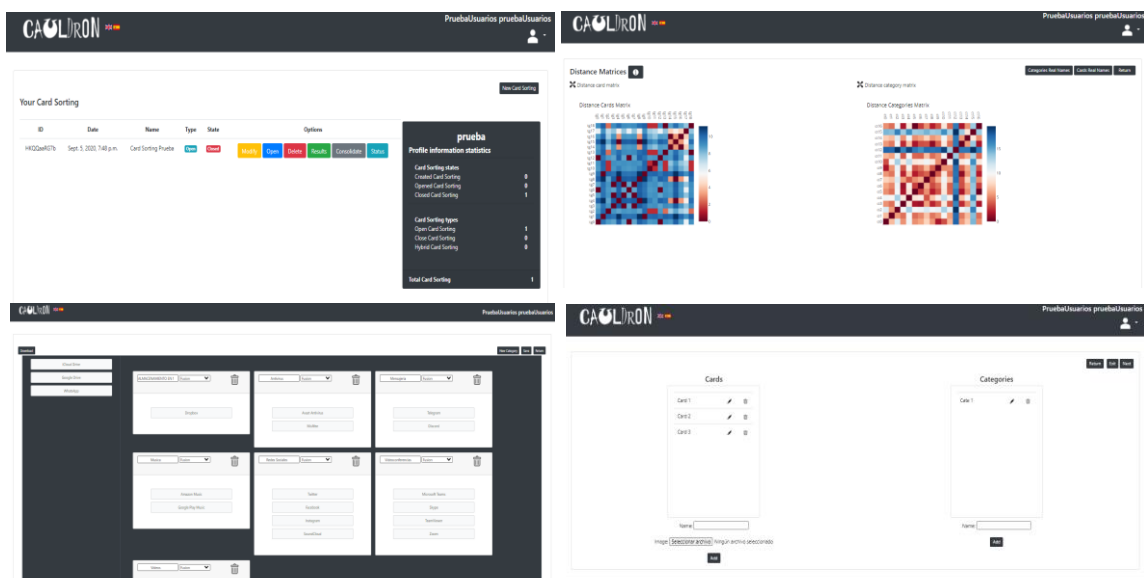


Figura 1. Capturas de la herramienta desarrollada

²¹[s://www.heroku.com/](https://www.heroku.com/)

5 Integración, pruebas y resultados

Para comprobar el correcto funcionamiento de la herramienta desarrollada se han realizado diferentes tipos de pruebas. En primer lugar, se han realizado pruebas en el entorno a medida que se iban creando nuevas partes y módulos. En este caso, las pruebas eran de caja blanca, de caja negra y finalmente de integración junto con el resto de la herramienta desarrollada. Finalizada la fase de desarrollo e implementación junto con sus pruebas, se realizó una prueba final controlada con usuarios para poder validar la funcionalidad, usabilidad y facilidad de uso de la herramienta **CAULDRON**.

5.1 Método

Para realizar esta evaluación, en primer lugar, se quedó con los usuarios telemáticamente a una hora determinada. Una vez aceptadas las condiciones de participación en la prueba y firmado el consentimiento:

(https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdPVVbGK02QIU1HzE94cVVa_TmZQTKHST8yRIcCUqsUd5pYiw/viewform?usp=sf_link).

Tras una breve introducción sobre el objetivo de la evaluación y las tareas que debían realizar, se les suministró el enlace de la herramienta (<https://cauldron-tool.herokuapp.com/>) y se inició una sesión de **Think Aloud Protocol**. Es decir, el usuario a la vez que realizaba las diferentes tareas indicadas por el evaluador debía ir hablando, comentando o explicando en voz alta lo que estaba haciendo, mientras que el evaluador tomaba nota sobre estos comentarios, evaluando la completitud de las tareas y tomando nota de los tiempos requeridos por el usuario en realizar las diferentes tareas.

Además de los datos anteriormente mencionados se recogieron datos sobre el género, edad, experiencia en evaluación, etc.

Tras finalizar las diferentes tareas, el usuario rellenó un formulario de usabilidad. En este caso ha sido el formulario de Escala de Usabilidad del Sistema (SUS²³). El formulario consta de 10 preguntas, y cada pregunta puede ser evaluada de 1 (Total desacuerdo) a 5 (Total de acuerdo). Además de las preguntas SUS, también se realizaron preguntas sobre tipo de navegador utilizado, herramienta telemática, rol del usuario o evaluaciones tanto positivas como negativas sobre la herramienta.

(https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe8csXuAdCq9AeBX-edj7rGYyRqqJ5SKBNCpQisVuSJPzz_Pg/viewform?usp=sf_link)

Para la realización de estas pruebas, se creó un Card Sorting sobre el que los participantes realizaron las clasificaciones. Estas pruebas se realizaron en dos fases, es decir, tras obtener un mínimo de 9 clasificaciones por parte de los participantes, se comenzó con las pruebas de los evaluadores. Esto se debe a que los evaluadores debían ver los resultados generados por un mínimo de participantes, por lo que estos creaban un Card Sorting igual al creado inicialmente y luego visualizaban los resultados generados en el Card Sorting inicial por los participantes.

5.2 Participantes

Durante el desarrollo de estas pruebas, los usuarios no han tenido ningún manual ni guías sobre el funcionamiento de la herramienta. Solamente se les ha proporcionado la lista de tareas que debían realizar. Por tal motivo, se ha obtenido una toma de tiempos real sobre la facilidad de uso de la herramienta.

²³ <https://uxpanol.com/teoria/sistema-de-escalas-de-usabilidad-que-es-y-para-que-sirve/>

Los usuarios participantes pertenecen al ámbito universitario y con un perfil de ingenieros o estudiantes de ingeniería, con experiencia en programación y con sus estudios terminados o tratando de acabarlos.

En las pruebas han participado 20 individuos, 16 hombres y 4 mujeres, de edades comprendidas entre los 20 y 24 años (**media=21.8, desviación típica muestral=0.768, desviación típica poblacional=0.748**).

Además, se puede observar que la mitad de los usuarios fueron participantes, mientras que el resto fueron usuarios evaluadores. De este modo, se consiguió una experiencia de usabilidad bastante fiable ya que el número de usuarios en ambas partes era el mismo (ver Anexo J.1).

5.3 Tecnologías

La evaluación final de los usuarios se ha llevado a cabo en un entorno estándar ya que la herramienta se puede adaptar a cualquier navegador y/o dispositivo ya sea ordenador, tablet o móvil. Sin embargo, para realizar esta prueba se ha utilizado el ordenador, ya que puede variar la experiencia de los usuarios finales con los distintos tipos de dispositivos.

En cuanto a dispositivos utilizados por los usuarios para realizar las pruebas, destacan los portátiles y ordenadores de sobremesa (ver Anexo J.2).

Las pruebas se realizaron de forma telemática, por tal motivo se utilizaron herramientas telemáticas para contactar con los usuarios. Tal como se puede apreciar en el gráfico (ver Anexo J.3), se utilizaron gran variedad de herramientas. Las herramientas utilizadas las elegían los propios usuarios para que se sintieran más cómodos al realizar las pruebas. Entre las herramientas empleadas destaca Microsoft Teams, que fue la más utilizada seguida de Skype y Discord.

Los distintos navegadores utilizados por los usuarios en las pruebas fueron Google Chrome, Internet Explorer, Microsoft Edge, Opera GX, Brave y Safari. Se ha de mencionar que la experiencia de usuario baja notablemente con el navegador Safari debido a ciertas incompatibilidades con HTML5. De modo que las funcionalidades y la presentación de la herramienta se ven bastante afectadas. A continuación, se puede ver una gráfica en la que se puede apreciar que el navegador Google Chrome fue el más utilizado por los usuarios que participaron en las pruebas de usabilidad (ver Anexo J.4).

5.4 Tareas a realizar

Las tareas llevadas a cabo por los usuarios se dividen en función de sus roles. Es decir, se han considerado dos grupos diferentes de usuarios: los evaluadores y los participantes. Los cuales deben realizar una serie de tareas distintas para poder evaluar correctamente la usabilidad de la herramienta.

En el caso del grupo de usuarios evaluadores se ha definido el siguiente conjunto de tareas más específicas:

- T1. Darse de alta en la herramienta:** En primer lugar, los usuarios deben darse de alta en la herramienta. Para realizar esta tarea, los usuarios deben acceder a la herramienta a través del enlace proporcionado, seleccionar la opción de registro e introducir los datos requeridos en los distintos formularios.
- T2. Entrar en la herramienta:** Tras el previo registro, los usuarios deberán entrar en la herramienta a través de la opción de “Acceso a la herramienta” y rellenar los campos necesarios para verificar la identidad previamente creada.
- T3. Crear un Card Sorting Cerrado:** Los usuarios deberán crear un nuevo Card Sorting una vez hayan iniciado sesión. Para ello, deberán rellenar todos los

formularios requeridos referentes a los ajustes generales del Card Sorting, nombre de tarjetas y categorías, o los mensajes para los participantes del Card Sorting.

-T4. Modificar Card Sorting: Una vez creado el Card Sorting, los usuarios evaluadores deberán modificar el Card Sorting y cambiar el tipo a Card Sorting abierto.

-T5. Abrir Card Sorting: Finalmente los evaluadores podrán abrir el Card Sorting a los participantes para generar los datos requeridos.

-T6. Salir de la herramienta: Una vez realizados los anteriores pasos, los evaluadores podrán salir de la herramienta para que los participantes realicen el Card Sorting creado por el usuario.

-T7. Entrar en la herramienta: Una vez realizadas las clasificaciones del Card Sorting por los participantes, el usuario volverá a iniciar sesión.

-T8. Visualizar resultados: El usuario visualizará los resultados generados por los diferentes participantes.

-T9. Consolidar versión definitiva: Además, el usuario deberá consolidar la versión definitiva y descargar los resultados generados por esta última versión.

-T10. Salir de la herramienta: Para finalizar, el usuario saldrá de la herramienta.

Para el grupo de usuarios participantes se definió el siguiente conjunto de tareas:

-T1. Darse de alta en la herramienta: Al igual que los evaluadores, los usuarios participantes deben registrarse en la herramienta.

-T2. Entrar en la herramienta: Una vez registrados, los participantes deberán acceder a la herramienta.

-T3. Agregar un Card Sorting: En primer lugar, el usuario participante deberá agregar el Card Sorting creado por el evaluador y que previamente a dejado en estado abierto.

-T4. realizar y enviar un Card Sorting: Una vez agregado el Card Sorting, el usuario participante deberá realizar la clasificación de tarjetas y categorías según su propio modelo mental y enviará los resultados de su clasificación

-T5. Salir: Para finalizar, el usuario saldrá de la herramienta al igual que hicieron el grupo de usuarios evaluadores.

5.5 Resultados y Discusión

Tras realizar las pruebas los resultados obtenidos en cuanto a eficacia fueron bastante buenos, ya que la eficacia mide la capacidad por parte de los usuarios de completar las tareas sin ayuda. (ver Anexo J.5). Por lo que, si obtenemos porcentajes altos, se puede corroborar que la eficacia de la herramienta es buena.

En este caso, tras realizar un promedio de la eficacia de las tareas tanto de participantes como de evaluadores, obtenemos un porcentaje de 88.57%, con una desviación estándar de 23.58%. A continuación, se mostrarán estos datos detallados en función del rol.

Además de lo anterior, tal como se ha comentado en la sección 5.1, se midió también la eficiencia de la herramienta. Para esta medida, se tomaron tiempos a los usuarios para evaluar cuánto tardaban en realizar las tareas en función de su rol (ver Anexo J.6).

A continuación se detallarán estos resultados en función de los roles de los usuarios.

En el caso de los usuarios que participaron en las pruebas de usabilidad con rol de participante, las tareas T1, T2, T3 y T5 no les supusieron mucho tiempo. Sin embargo, la tarea T4 que es realizar una clasificación y enviar los resultados, les llevó más tiempo, ya que tuvieron que analizar los términos y encontrar la manera de poder agruparlos correctamente todos. Cabe resaltar que los **IC** obtenidos son casi todos inferiores al minuto e indica los tiempos representativos de lo que tardarían los usuarios en realizar las tareas.

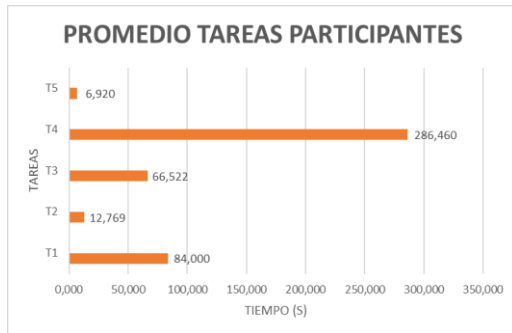


Figura 2. Tiempo promedio de las tareas realizadas por los participantes

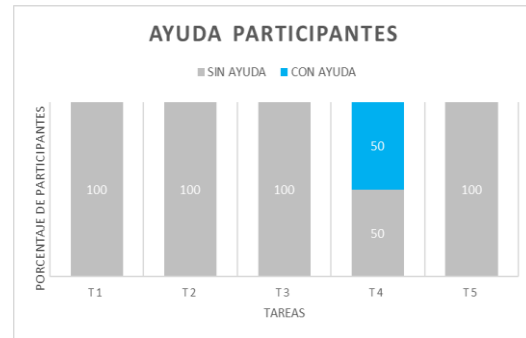


Figura 3. Gráfico de la realización de las tareas de los participantes con o sin ayuda

En este caso, la eficacia promedio en función del rol de participante es de 87,5% con una desviación estándar de 25%.

Entre las tareas de los usuarios participantes que más costó realizar destaca la T4, ya que no les quedaba claro la diferencia entre el botón “Guardar” y el botón “Finalizar” al terminar y enviar la clasificación. Debido a que pensaban que primero debían guardar el contenido de la clasificación y finalmente enviarlo en lugar de enviarlo directamente.

En cuanto a los tiempos utilizados por los usuarios que participaron en las pruebas como evaluadores se puede observar (Anexo J.7) que al igual que a los usuarios participantes la tarea de clasificación les llevó bastante tiempo ya que tenían que agrupar las tarjetas según su modelo mental. Pero también podemos observar que lo que realmente más tiempo los llevó fue la tarea T8 que es observar los resultados e interpretarlos, ya que utilizaron de media en la visualización de resultados cerca de 11,96 minutos. Pero al igual que los usuarios participantes, los **IC** obtenidos son bastante buenos ya que en general son inferiores al minuto.

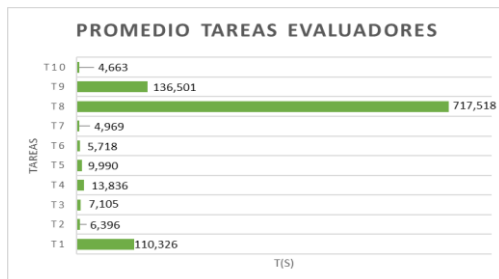


Figura 4. Tiempo promedio de las tareas realizadas por los evaluadores

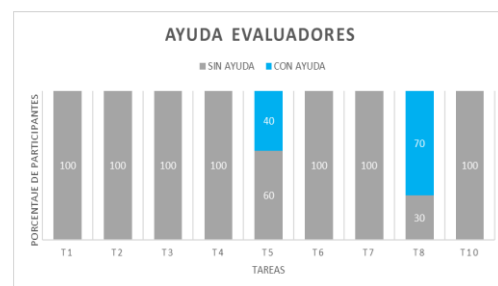


Figura 5. Gráfico de la realización de las tareas de los evaluadores con o sin ayuda

Además de los datos anteriores, se analizó la eficacia de la herramienta tomando nota de los usuarios que necesitaron ayuda para realizar las tareas y los que no la necesitaron. En este caso, la eficacia promedio es de 89% con una desviación de 24,24%.

Destacan las tareas T4 y T8 en cuanto a dificultad, ya que en el caso de la T5 algunos usuarios se confundían con el estado y el tipo de Card Sorting y no sabían que debían hacer. En el caso de la T8 (visualización de resultados), la mayoría de los usuarios pensaba que los resultados se encontraban en el botón estado, y no sabían muy bien como visualizarlos. Esto se debe principalmente a que no asociaban el botón de “Cerrar” con el cierre del Card Sorting para los usuarios participantes y el cálculo de resultados.

A pesar de todo lo anterior, la media de usabilidad global fue bastante buena, ya que el resultado fue de 89,1 sobre 100. Por lo que se puede asegurar que, a pesar de las pequeñas dificultades encontradas por los usuarios, **CAULDRON** es una herramienta usable. Aunque habría que trabajar las pequeñas carencias y dificultades que los usuarios encontraron al interactuar con la herramienta.

6 Conclusiones y trabajo futuro

6.1 Conclusiones

A continuación, se expondrán las diferentes conclusiones obtenidas durante la realización del trabajo. Todas estas conclusiones se han basado en función a las hipótesis de partida planteadas en el apartado 1.2.

En primer lugar, se podría corroborar **H1**, ya que tras las investigaciones realizadas se puede comprobar que no son muchas las herramientas que dan soporte a Card Sorting. Las pocas herramientas que existen dan soporte y ayuda al evaluador, pero no implementan un gran número de análisis cuantitativo, y nunca ayudan al participante. Es decir, en las herramientas analizadas el participante nunca recibe ayuda ni por parte del evaluador ni por parte de las clasificaciones realizadas por otros participantes.

En cuanto a la hipótesis **H2**, también se ha intentado corroborar. Es decir, se ha intentado dar soporte no solo a los evaluadores, sino también a los participantes. En el caso de los participantes, se ha creado una variante del Card Sorting Delphi. Esta variante consiste en recomendar una categoría a una tarjeta a través de un icono. Esta ayuda, solo aparece si la tarjeta en cuestión ha sido clasificada en la misma categoría con una frecuencia mayor o igual al 75%. Se ha de tener en cuenta, que esta ayuda solo aparece tras la quinta clasificación, de este modo se intenta evitar que las clasificaciones se vean muy sesgadas por los participantes iniciales.

En el caso de los evaluadores, se les ha proporcionado no solo el estado actual en que se encuentra el Card Sorting y las clasificaciones que ha realizado cada participante. Sino que también a nivel analítico se le proporcionan gráficos estadísticos tales como matrices de correlación y de distancia, dendrogramas o mapas de calor. Otras técnicas también aportadas al evaluador serían **PCA** y análisis factorial, o algoritmos predictivos utilizados para obtener el menor número de grupos observados en las clasificaciones. Otro ejemplo, sería **MDS** utilizado para medir las distancias entre objetos muy similares y poder apreciar en dos dimensiones los grupos creados. Tanto en **PCA** como en **MDS** se aplicó K-means, para apreciar correctamente los distintos grupos creados dando una estimación del número óptimo de grupos.

Además de los datos anteriores, se crearon árboles de clasificación por cada tarjeta para ver como influían variables tales como el género, edad, años de experiencia en evaluación y desarrollo, años de experiencia participando en Card Sorting, el ámbito y el dispositivo utilizado para clasificar las tarjetas en las distintas categorías. En los árboles generados en las pruebas, se puede comprobar fácilmente el mayor o menor acuerdo de los participantes al clasificar las tarjetas. Este mayor o menor acuerdo se debía principalmente al término de la tarjeta, ya que había algunas tarjetas cuya clasificación era muy fácil y clara para los participantes. Mientras que otros términos eran más confusos de clasificar, ya que a pesar de que los usuarios estaban muy familiarizados con el término, realmente no sabían lo que era. Las subdivisiones de los árboles se hacían principalmente en función de los tiempos empleados en las clasificaciones o los años de desarrollo de los participantes.

Finalmente, también se ha podido corroborar la **H3** ya que los datos obtenidos mediante los cuestionarios de medidas **SUS**, han aportado una satisfacción media de 89,1 sobre 100, ya que la mayoría de los usuarios han evaluado la herramienta como muy fácil, sencilla e intuitiva de utilizar. Además de lo anterior, los usuarios evaluadores puntuaron muy positivamente la presentación de los resultados, ya no por la forma interactiva en la que se presentaban sino también por la llamativa visualización obtenida gracias a librerías como

Plotly entre otras. Otros usuarios puntuaron muy positivamente la movilidad de las categorías y tarjetas y les gustó la interacción con la herramienta.

Además de los datos mencionados anteriormente, se midió la eficacia y la eficiencia de la herramienta. Ambas resultaron ser bastante buenas ya que la eficacia global obtenida fue de 88,57% y en cuanto a la eficiencia cabe resaltar que los **IC** obtenidos son en su mayoría inferiores al minuto, lo cual nos muestra unos tiempos muy representativos sobre lo que tardarían los usuarios en realizar las tareas en la herramienta.

Por lo que, en conclusión, creo que se han podido corroborar las tres hipótesis de partida. También, me gustaría destacar el trabajo y la importancia de realizar análisis cuantitativos como cualitativos de los datos ya que no solo nos pueden aportar información sobre ellos o sus similitudes, sino también sobre los diferentes modelos mentales y asociaciones que tienen las diferentes personas aun siendo de un entorno muy similar o parecido.

6.2 Trabajo futuro

En cuanto a trabajo futuro, me he basado principalmente en los comentarios de los participantes de la usabilidad de la herramienta. De entre todos ellos, puedo obtener las siguientes mejoras:

- **Mejora en la señalización del cálculo de resultados:** Algunos de los usuarios pensaban que se quedaba bloqueado o que el servidor era muy lento en el cálculo de resultados. Por lo que propusieron añadir una barra de estado que indique el progreso de la realización de los cálculos.
- **Mejorar el guardado y el envío de las clasificaciones:** Uno de los mayores problemas de los participantes se encontró en el momento de “Guardar” y “Finalizar” una clasificación, ya que la mayoría de ellos pensaba que se debía guardar primero los resultados y luego enviar. En lugar de guardar los resultados y volver a la página de inicio o directamente el envío de resultados.
- **Mensajes más aclaratorios:** A pesar de que existen muchos mensajes para la navegación, algunos de los usuarios comentaron que tal vez hubieran necesitado mensajes más aclaratorios o específicos. Y algunos de ellos precisaron que hubieran preferido tener más mensajes sobre las métricas utilizadas.
- **Nombres de los csv:** Algunos de los usuarios, propusieron poner nombres más aclaratorios a los csv.
- **Mejora del color de la herramienta y el logo:** Algunos de los usuarios me comentaron que tal vez añadiendo mayor color u otros colores a la herramienta podría ser más atractiva para los usuarios. Otros, sin embargo, hicieron hincapié en el logo, ya que por ejemplo no les gustaba que cada letra tuviera un formato diferente.
- **Movimiento de tarjetas:** Algún usuario propuso mejorar el movimiento de tarjetas ya que le había resultado algo tedioso.

Referencias²⁴

- [1]. Spencer, D., & Garrett, J. J. (2009). *Card Sorting*. Recuperado de http://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/drm_matrix/docs/CardSorting-for-printing.pdf
- [2]. Floría Cortés, A. (2000, febrero). ¿Qué es la Usabilidad? Recuperado 23 de marzo de 2020, de <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/quees/usab.htm>
- [3]. Según la página web (https://media.nngroup.com/media/editor/2017/02/01/most-frequent-ux-research-methods-nielsen_norman_group.png)
- [4]. Crawford, K. (2018, 18 enero). Design Thinking Activity #6: Card Sorting for User Research. Recuperado 31 de marzo de 2020, de <https://spin.atomicobject.com/2018/01/18/card-sorting-user-research/>
- [5]. Fris Dam, R., & Teo, Y. S. (2020, 12 marzo). What is Design Thinking and Why Is It So Popular? Recuperado 31 de marzo de 2020, de <https://www.interaction-design.org/literature/article/what-is-design-thinking-and-why-is-it-so-popular>
- [6]. Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>
- [7]. Wood, J.R., & Wood, L.E. (2008). Card sorting: current practices and beyond. *Journal of Usability Studies archive*, 4, 1-6.
- [8]. Doubleday, A.F. (2013). Use of card sorting for online course site organization within an integrated science curriculum. *Journal of Usability Studies archive*, 8, 41-54.
- [9] Assistant Secretary for Public Affairs. Card Sorting | Usability.gov. Recuperado de <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/card-sorting.html>.
- [10]. Nielsen, J. (2004). Card Sorting: How Many Users to Test. Recuperado de <https://www.nngroup.com/articles/card-sorting-how-many-users-to-test/#:%7E:text=Tullis%20and%20Wood%20recommend%20testing%2020%E2%80%9330%20users%20for%20card%20sorting.>
- [11]. Rosenfeld, L., Morville, P., & Arango, J. (2015). *Information Architecture for the World Wide Web*. Culemborg, Países Bajos: Van Duuren Media.
- [12]. Hinkle, V., Chaparro, B.S., (2008). Card-sorting: What you need to know about analyzing and interpreting card sorting results. *Usability News*, 10(2), 1-6.
- [13]. Wilson, C. (2011, 17 marzo). Method 9 of 100: Reverse Card Sorting. Recuperado 23 de marzo de 2020, de <https://dux.typepad.com/dux/2011/03/method-9-of-100-reverse-card-sorting.html>
- [14]. Fernandez Arnanz, F. (2017, 17 diciembre). UX - Card Sorting (Ordenación de Tarjetas). Recuperado 23 de marzo de 2020, de <https://blog.gfi.es/ux-card-sorting/>
- [15]. Righi, C., James, J., Beasley, M., Day, D. L., Fox, J. E., Gieber, J., Gieber & Ruby, L. (2013). Card sort analysis best practices. *Journal of Usability Studies*, 8(3), 69-89
- [16]. Montero, Y.H., Fernández, F., Montero, D.H., & Rodríguez, Ó.M. (2004). Arquitectura de la información en los entornos virtuales de aprendizaje: aplicación de la técnica card sorting y análisis cuantitativo de los resultados. *Profesional De La Informacion*, 13, 93-99.
- [17]. MGH Guides: User Experience Tools for Beginners: Card Sorting. (2020, 11 septiembre). Recuperado 27 de septiembre de 2020, de <https://libguides.massgeneral.org/c.php?g=651073&p=4565190>

²⁴ Las referencias han sido ordenadas por orden de aparición.

- [18]. Petrie, H., Power, C., Cairns, P., & Seneler, C. (2011). Using Card Sorts for Understanding Website Information Architectures: Technological, Methodological and Cultural Issues. *Human-Computer Interaction – INTERACT 2011*, 309-322. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23768-3_26
- [19]. Schreck, M. (2010, 20 septiembre). Dancing with the Cards: Quick-and-Dirty Analysis of Card-Sorting Data. Recuperado 26 de marzo de 2020, de <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2010/09/dancing-with-the-cards-quick-and-dirty-analysis-of-card-sorting-data.php>
- [20]. Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008, June). Systematic mapping studies in software engineering. In Proceedings of the 12th international conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE'08). *BCS Learning & Development Ltd., Swindon*, 68–77
- [21]. Fernandez, A., Insfran, E., & Abrahão, S. (2011). Usability evaluation methods for the web: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 53(8), 789-817. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2011.02.007>.
- [22]. Moreno García, M. N., Miguel Quintales, L. A., García Peñalvo, F. J., Polo Martín, M. J., Aplicación de técnicas de minería de datos en la construcción y validación de modelos predictivos y asociativos a partir de especificaciones de requisitos de software, Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca, Spain. Recuperado de <http://ceur-ws.org/Vol-84/paper4.pdf>
- [23]. Kelley, C., Lee, B., & Wilcox, L. (2017). Self-tracking for Mental Wellness. *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 629-641 <https://doi.org/10.1145/3025453.3025750>
- [24]. Kelley, C., Wilcox, L., Ng, W., Schiffer, J., & Hammer, J. (2017). Design Features in Games for Health. *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems*, 68-81. <https://doi.org/10.1145/3064663.3064721>
- [25]. Bayram, K., Yıldız, H., & Saban, A. (2016). Determining Preservice Teachers' Goal Orientations for Learning through Card Sorting Activity. *International Journal of Learning and Teaching*, 8(1), 40. <https://doi.org/10.18844/ijlt.v8i1.522>
- [26]. Trochim, W. M. K. (2020). Descriptive Statistics. Recuperado 31 de marzo de 2020, de <https://conjointly.com/kb/descriptive-statistics/>
- [27]. De la Fuente Fernández, S. (2011) Análisis de Conglomerados, Fac. Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Autónoma de Madrid, Spain.
- [28]. Guo, J., & Yan, P. (2011). User-centered information architecture of University Library Website. *2011 3rd International Conference on Computer Research and Development*, 370-372. <https://doi.org/10.1109/iccrd.2011.5764153>
- [29]. Gatsou, C., Politis, A, and Zevgolis, D., "Novice user involvement in information architecture for a mobile tablet application through card sorting," *2012 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*, Wroclaw, 2012, 711-718. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6354299&isnumber=6354297>
- [30]. González-Zúñiga, D., and Carrabina, J., (2016) "Clustering to categorize desirability in software: Exploring cluster analysis of Product Reaction Cards in a stereoscopic retail application," *2016 Digital Media Industry & Academic Forum (DMIAF)*, Santorini, 193-197. [10.1109/DMIAF.2016.7574931](https://doi.org/10.1109/DMIAF.2016.7574931).
- [31]. Mesgari, M., Okoli, C., & de Guinea, A. O. (2019, 1 octubre). Creating Rich and Representative Personas by Discovering Affordances. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 45(10), 967-983. <https://doi.org/10.1109/TSE.2018.2826537>
- [32]. Adamides, G., Christou, G., Katsanos, C., Xenos, M., & Hadzilacos, T. (2015, abril). Usability Guidelines for the Design of Robot Teleoperation: A Taxonomy. *IEEE*

- Transactions on Human-Machine Systems*, 45(2), 256-262.
<https://doi.org/10.1109/THMS.2014.2371048>
- [33]. Álvarez Robles, T. J., Álvarez Rodríguez, F. J., Benítez-Guerrero, E., & Rusu, C. (2019b). Adapting card sorting for blind people: Evaluation of the interaction design in TalkBack. *Computer Standards & Interfaces*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2019.103356>
- [34]. Huang, S., & Ku, H. (2016). Brand image management for nonprofit organizations: Exploring the relationships between websites, brand images and donations. *Journal of Electronic Commerce Research*, 17, 80.
- [35]. Lucci, Gabriella & Paternò, Fabio. (2015). Analysing How Users Prefer to Model Contextual Event-Action Behaviours in Their Smartphones. 9083, 186-191. [10.1007/978-3-319-18425-8_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-18425-8_14).
- [36]. Ballweg, K., Pohl, M., Wallner, G., & von Landesberger, T. (2018). Visual Similarity Perception of Directed Acyclic Graphs: A Study on Influencing Factors. *Lecture Notes in Computer Science*, 241-255. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73915-1_20
- [37]. Gil Urrutia, J. I., Brangier, E., & Cessat, L. (2017). Is a Holistic Criteria-Based Approach Possible in User Experience? *Design, User Experience, and Usability: Theory, Methodology, and Management*, 395-409. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58634-2_29
- [38]. Slegers, K., & Donoso, V. (2012). The impact of paper prototyping on card sorting: A case study. *Interacting with Computers*, 24(5), 351-357. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2012.05.005>
- [39]. Santos, O. C., & Boticario, J. G. (2015). Practical guidelines for designing and evaluating educationally oriented recommendations. *Computers & Education*, 81, 354-374. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.008>
- [40]. Nurcahyanti, W.E., & Suhardi (2014). Information architecture assessment of BPS headquarter official website. *2014 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, 177-182
- [41]. Mesgari, M., Okoli, C., & Guinea, A. (2015). Affordance-based User Personas : A mixed-method Approach to Persona Development. *AMCIS*.
- [42]. Santos, O. C., & Boticario, J. G. (2015). Practical guidelines for designing and evaluating educationally oriented recommendations. *Computers & Education*, 81, 354-374.
- [43]. Cho, H., Yen, P. Y., Dowding, D., Merrill, J. A., & Schnall, R. (2018). A multi-level usability evaluation of mobile health applications: A case study. *Journal of biomedical informatics*, 86, 79–89 <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2018.08.012>
- [44]. Roth, R. E., (2013). An empirically-derived taxonomy of interaction primitives for interactive cartography and geovisualization. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 19(12), 2356–2365 <https://doi.org/10.1109/TVCG.2013.130>
- [45]. Doubleday, A. (2013, febrero). Use of card sorting for online course site organization within an integrated science curriculum. *J. Usability Studies*, 8(2), 41-54
- [46]. Schmettow, M., & Sommer, J. (2016, junio). Linking card sorting to browsing performance – are congruent municipal websites more efficient to use? *Behav. Inf. Technol.*, 35(6), 452-470
- [47]. Paea, S., & Baird, R. (2018, mayo). Information architecture (IA): using multidimensional scaling (MDS) and K-means clustering algorithm for analysis of card sorting data. *J. Usability Studies*, 13(3), 138-157
- [48]. de Lima Salgado, A., Silva Dias, F., Rodrigues Mattos, J. P., Pontin de Mattos Fortes, R., & Hung, C. K. (2019). mart toys and children’s privacy: usable privacy policy insights from a card sorting experiment. In Proceedings of the 37th ACM International Conference on the Design of Communication (SIGDOC ’19). *Association for Computing Machinery*, 1-8 <https://doi.org/10.1145/3328020.335395>

- [49]. Ali, A. E., Ashby, L., Webb, A. M., Zwitter, R., & Cesar, P. (2019). Uncovering perceived identification accuracy of in-vehicle biometric sensing. *Proceedings of the 11th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications: Adjunct Proceedings*, (327-334 <https://doi.org/10.1145/3349263.3351506>)
- [50]. Palmer, F., & O'Neill, E. (2010). Interpreting technology-mediated identity. *Proceedings of the 22nd Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction - OZCHI '10*, 232-239 <https://doi.org/10.1145/1952222.1952273>
- [51]. Shen, S.-T., & Prior, S. D. (2013). My favorites (bookmarks) schema. *Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication - ISDOC '13*, 33-40. <https://doi.org/10.1145/2503859.2503865>
- [52]. 3(55) Vashitz, G., Nunnally, M. E., Parmet, Y., Bitan, Y., O'Connor, M. F., & Cook, R. I. (2011). How do clinicians reconcile conditions and medications? The cognitive context of medication reconciliation. *Cognition, Technology & Work*, 15(1),109-11. <https://doi.org/10.1007/s10111-011-0189-0>
- [53]. Verhoeven, F., & van Gemert-Pijnen, J. E. W. C. (2010). Discount User-Centered e-Health Design: A Quick-but-not-Dirty Method. *Lecture notes in artificial intelligence*, 6389, 101-123
- [54]. Zainuddin, E., & Staples, S. (2016). Developing a Shared Taxonomy of Workaround Behaviors for the Information Systems Field. *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 5278-5287. <https://doi.org/10.1109/hicss.2016.652>
- [55]. Wentzel, J., Müller, F., Beerlage-de Jong, N., & van Gemert-Pijnen, J. (2016). Card sorting to evaluate the robustness of the information architecture of a protocol website. *International Journal of Medical Informatics*, 86, 71-81 <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2015.12.003>
- [56]. Maat, H.L.W. & Lentz, L.R., (2011). Using Sorting Data to Evaluate Text Structure: An Evidence-based Proposal for Restructuring Patient Information Leaflets. *Technical Communication*. 58. 197-216
- [57]. Sampson, F. (2005). Taking UX offshore. *Interactions*, 12(6), 8-9. <https://doi.org/10.1145/1096554.1096569>
- [58]. El Said, G. R. (2014). Card Sorting Assessing User Attitude in E-Learning. *Learning and Collaboration Technologies. Designing and Developing Novel Learning Experiences*, 261-272. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07482-5_25
- [59]. Lantz, E., Keeley, J. W., Roberts, M. C., Medina-Mora, M. E., Sharan, P., & Reed, G. M. (2019). Card Sorting Data Collection Methodology: How Many Participants Is Most Efficient? *Journal of Classification*, 36(3), 649-658. <https://doi.org/10.1007/s00357-018-9292-8>
- [60]. Thomas, R. L., & Johnson, I. (2013). Merging Methodologies: Combining Individual and Group Card Sorting. *Design, User Experience, and Usability. Design Philosophy, Methods, and Tools*, 417-426. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39229-0_45
- [61]. Wentzel, J., Jong, N.B., & Geest, T.V. (2016). Redesign Based on Card Sorting: How Universally Applicable are Card Sort Results? *HCI*.
- [62]. Reese, T., Segall, N., Nesbitt, P., Del Fiol, G., Waller, R., Macpherson, B. C., Tonna, J. E., & Wright, M. C. (2018). Patient information organization in the intensive care setting: expert knowledge elicitation with card sorting methods. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 25(8), 1026-1035. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocy045>
- [63]. Erol, T. (2018). Dimensions of Holistic Automotive Seat Comfort Experience: A Card Sorting Approach. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 62(1), 1007-1011. <https://doi.org/10.1177/1541931218621232>

- [64]. Petrie, H., Power, C., Cairns, P., & Seneler, C. (2011). Using Card Sorts for Understanding Website Information Architectures: Technological, Methodological and Cultural Issues. *Human-Computer Interaction – INTERACT 2011*, 309-322. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23768-3_26
- [65]. Deane, J.G., Langdon, P., Clarke, S., & Clarkson, P. (2008). Categorising design methods: how designers view the roles of user methods in design.
- [66]. Katsanos, C., Tselios, N., Avouris, N., Demetriadis, S., Stamelos, I., & Angelis, L. (2019). Cross-study Reliability of the Open Card Sorting Method. *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-6. <https://doi.org/10.1145/3290607.3312999>
- [67]. Gabe-Thomas, E., Walker, I., Verplanken, B., & Shaddick, G. (2016b). Householders' Mental Models of Domestic Energy Consumption: Using a Sort-And-Cluster Method to Identify Shared Concepts of Appliance Similarity. *PLOS ONE*, 11(7), e0158949. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158949>
- [68]. van Pinxteren, Y., Geleijnse, G., & Kamsteeg, P. (2011). Deriving a recipe similarity measure for recommending healthful meals. *Proceedings of the 15th international conference on Intelligent user interfaces - IUI '11*, 105-114. <https://doi.org/10.1145/1943403.1943422>
- [69]. Pisanski, J., & Žumer, M. (2010). Mental models of the bibliographic universe. Part 1: mental models of descriptions. *Journal of Documentation*, 66(5), 643-667. <https://doi.org/10.1108/00220411011066772>
- [70]. Diniz-Filho, J. A. F., Soares, T. N., Lima, J. S., Dobrovolski, R., Ladeiro, V. L., De Campos Telles, M. P., Bini, L. M. (2013, 8 septiembre). Mantel test in population genetics. Recuperado 5 abril, 2020, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3873175/>
- [71]. Maida, M., Maier, K., & Obwegeser, N. (2012). Evaluation of Techniques for Structuring Multi-Criteria Decision Problems. *CONF-IRM*
- [72]. Baxter, K., Courage, C., & Caine, K. (2015). Understanding Your Users: A Practical Guide to User Research Methods. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128002322000110>
- [73]. Villardón, J.L.V. (2007) Introducción al análisis de clúster. Departamento de Estadística, Universidad de Salamanca, Spain
- [74]. Borgatti, S. P. (s.f.). Multidimensional Scaling. Recuperado 28 marzo, 2020, de <http://www.analytictech.com/borgatti/mds.htm>
- [75]. Linares, G. (2001). Escalamiento multidimensional: Conceptos y enfoques. *Revista investigación operacional*, 22(2). Recuperado de <http://rev-inv-ope.univ-paris1.fr/fileadmin/rev-inv-ope/files/22201/IO-22201-10.pdf>
- [76]. Kassambara, A. (2018, 20 octubre). Heatmap in R: Static and Interactive Visualization - Datanovia. Recuperado 28 marzo, 2020, de <https://www.datanovia.com/en/lessons/heatmap-in-r-static-and-interactive-visualization/>
- [77]. Balloo, K., Pauli, R., & Worrell, M. (2016). Individual Differences in Psychology Undergraduates' Development of Research Methods Knowledge and Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 217, 790-800. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.147>
- [78] Young, F. W. (s.f.). MULTIDIMENSIONAL SCALING. Recuperado 5 abril, 2020, de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:m0GArAwJXQAJ:https://archiv.soc.cas.cz/sites/default/files/young_multidimensional_scaling.doc+
- [79]. Según la página web (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3873175/>)

- [80]. Meyer-Baese, A., & Schmid, V. (2014, 1 enero). Statistical and Syntactic Pattern Recognition. Recuperado 5 de abril de 2020, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095458000066>
- [81]. Bou-Hamad, I., & Jamail, I. (2020). Forecasting financial time-series using data mining models: A simulation study. *Research in International Business and Finance*, 51(1010702). Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027553191830761X>
- [82]. Hepting, D. H., & Almestadi, E. H. (2013). Discernibility in the Analysis of Binary Card Sort Data. *Lecture Notes in Computer Science*, 380-387. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41218-9_41
- [83]. Morente-Molinera, J. A., Ríos-Aguilar, S., González-Crespo, R., & Herrera-Viedma, E. (2019). Dealing with group decision-making environments that have a high amount of alternatives using card-sorting techniques. *Expert Systems with Applications*, 127, 187-198. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.03.023>
- [84]. Factor Analysis. (s. f.). Recuperado 28 de marzo de 2020, de <https://www.statisticssolutions.com/factor-analysis-sem-factor-analysis/>
- [85]. Glen, S. (2016, 24 junio). Fleiss' Kappa - Statistics How To. Recuperado 4 de abril de 2020, de <https://www.statisticshowto.com/fleiss-kappa/>
- [86]. M. Nayebi, K. Kuznetsov, P. Chen, A. Zeller and G. Ruhe, (2018) "Anatomy of Functionality Deletion: An Exploratory Study on Mobile Apps," *2018 IEEE/ACM 15th International Conference on Mining Software Repositories (MSR)*, Gothenburg, 243-253
- [87]. Mesgari, M., Okoli, C., & Guinea, A. (2015). Affordance-based User Personas: A mixed-method Approach to Persona Development. *AMCIS*.
- [88]. 2(348) Dubois, E., Bortolaso, C., Bach, C., Duranthon, F., & Maumont, A. B. (2011). Design and evaluation of mixed interactive museographic exhibits. *International Journal of Arts and Technology*, 4(4), 408-441. <https://doi.org/10.1504/ijart.2011.043441>
- [89]. Beyer, S., & Pinzger, M. (2014). A Manual Categorization of Android App Development Issues on Stack Overflow. *2014 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution*, 4, 408-441. <https://doi.org/10.1109/icsme.2014.88>
- [90]. Eli, J. A., Mohr-Schroeder, M. J., & Lee, C. W. (2011). Exploring mathematical connections of prospective middle-grades teachers through card-sorting tasks. *Mathematics Education Research Journal*, 23(3), 297-319. <https://doi.org/10.1007/s13394-011-0017-0>
- [91]. Nawaz, A., Clemmensen, T., & Hertzum, M. (2011). Information Classification on University Websites: A Cross-Country Card Sort Study. *TUCS Lecture Notes*, 34(15), 528-542. http://tucs.fi/publications/view/?pub_id=IRIS2011
- [92]. Scapin, D., Marie-Dessoude, P., Winckler, M., & Detraux, C. (2011). Personal Information Systems: User Views and Information Categorization.
- [93]. Olaverri-Monreal, C., Lehsing, C., Trubswetter, N., Schepp, C. A., & Bengler, K. (2013). In-vehicle displays: Driving information prioritization and visualization. *2013 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 660-665. <https://doi.org/10.1109/ivs.2013.6629542>
- [94]. Rehring, K., Brée, T., Gulden, J., & Bredenfeld, L. (2019). Conceptualizing EA Cities: towards Visualizing Enterprise Architectures as Cities. *ECIS*.
- [95]. Mahmood, F., Wan Adnan, W. A., Md Noor, N. L., & Mohd Saman, F. (2018). Emotional Response Towards Cultural-Based E-Government Portal Design Using Card Sorting Method. *Communications in Computer and Information Science*, 12-22. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1628-9_2
- [96]. Según la página web (<https://cs.uni-paderborn.de/en/mci/forschung/anwendungensoftware/casolysis/>)

- [97]. Balachandran, K. (2016, marzo). Concept and Prototypical Re-Implementation of a Web-Based Card Sorting Application with Responsive Design. Can Card Sorting be Done on a Smartphone? Recuperado de https://cs.uni-paderborn.de/fileadmin/informatik/fg/mci/Masterarbeiten/2016/MA_Balachandran__Kaila_ash.pdf
- [98]. Joilliffe, I. T., & Cadima, J. (2016, abril 2013). Principal component analysis: a review and recent developments. Recuperado 7 de abril de 2020, de <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2015.0202>
- [99]. Endmann, A., Fischer, H., & Krökel, M. (2015). *Mensch und Computer 2015 – Usability Professionals* [EPUB]. Recuperado de <https://play.google.com/books/reader?id=mVGTCgAAQBAJ&hl=es&pg=GBS.PR4>

Glosario

| | |
|----------------------|---|
| Back-end | Servidor de la herramienta. |
| Buildpack | Paquete de compilación. |
| CSS | Cascading style sheets o hojas de estilo en cascada, utilizadas para estilizar elementos HTML. |
| Design Thinking | Técnica centrada en el usuario. Su objetivo es generar soluciones innovadoras rápidamente en un marco de trabajo. |
| Framework | Entorno de trabajo con herramientas. |
| Front-end | Cliente de la herramienta. |
| HCA | Hierarchical cluster análisis o análisis jerárquico de cluster. |
| Heatmap | Mapa de calor. |
| IC | Intervalo de confianza. |
| MDS | Multidimensional scaling o escalado multidimensional. |
| NMDS | Non-metric multidimensional scaling o escalado multidimensional no métrico. |
| PCA | Princial component análisis o análisis principal de componentes. |
| SLA | Section label análisis o análisis de etiquetas de sección. |
| SMS | Systematic mapping studies. |
| UX | User experience o experiencia de usuario. |
| Think Aloud Protocol | Método basado en escuchar los comentarios y reflexiones del usuario participante en una evaluación. |
| WMDS | Weighted metric multidimensional scaling o escalado multidimensional ponderado. |

Anexos

A Filtrado de documentos

A.1 Número de resultados de las bases de datos

| <i>Biblioteca</i> | <i>Resultados obtenidos</i> |
|---|-----------------------------|
| <i>Google Scholar</i> | 253000 |
| <i>ACM Digital Library Computing Literature</i> | 2570811 |
| <i>IEEE Xplore</i> | 21 |
| <i>SCOPUS</i> | 746 |

Tabla 2. Número de resultados de las bases de datos

A.2 Primer filtrado de documentos

| <i>Biblioteca</i> | <i>Resultados obtenidos</i> |
|---|-----------------------------|
| <i>Google Scholar</i> | 27100 |
| <i>ACM Digital Library Computing Literature</i> | 104079 |
| <i>IEEE Xplore</i> | 11 |
| <i>SCOPUS</i> | 380 |

Tabla 3. Primer filtrado de documentos

A.3 Documentos para analizar

| <i>Biblioteca</i> | <i>Resultados obtenidos</i> |
|---|-----------------------------|
| <i>Google Scholar</i> | 27 |
| <i>ACM Digital Library Computing Literature</i> | 15 |
| <i>IEEE Xplore</i> | 6 |
| <i>SCOPUS</i> | 32 |

Tabla 4. Documentos para analizar

B Diagrama Entidad-Relación

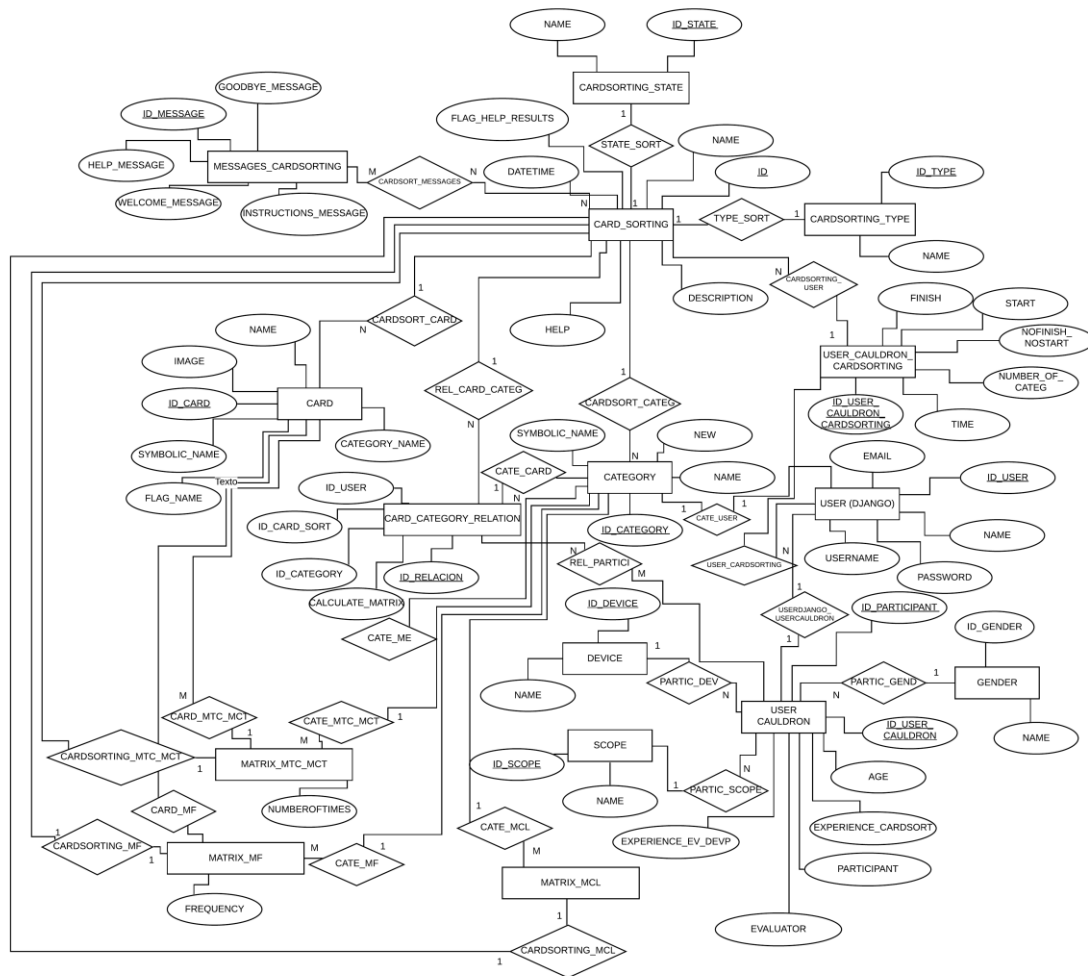


Figura 2. Diagrama Entidad-Relación

C Diagrama de casos de uso

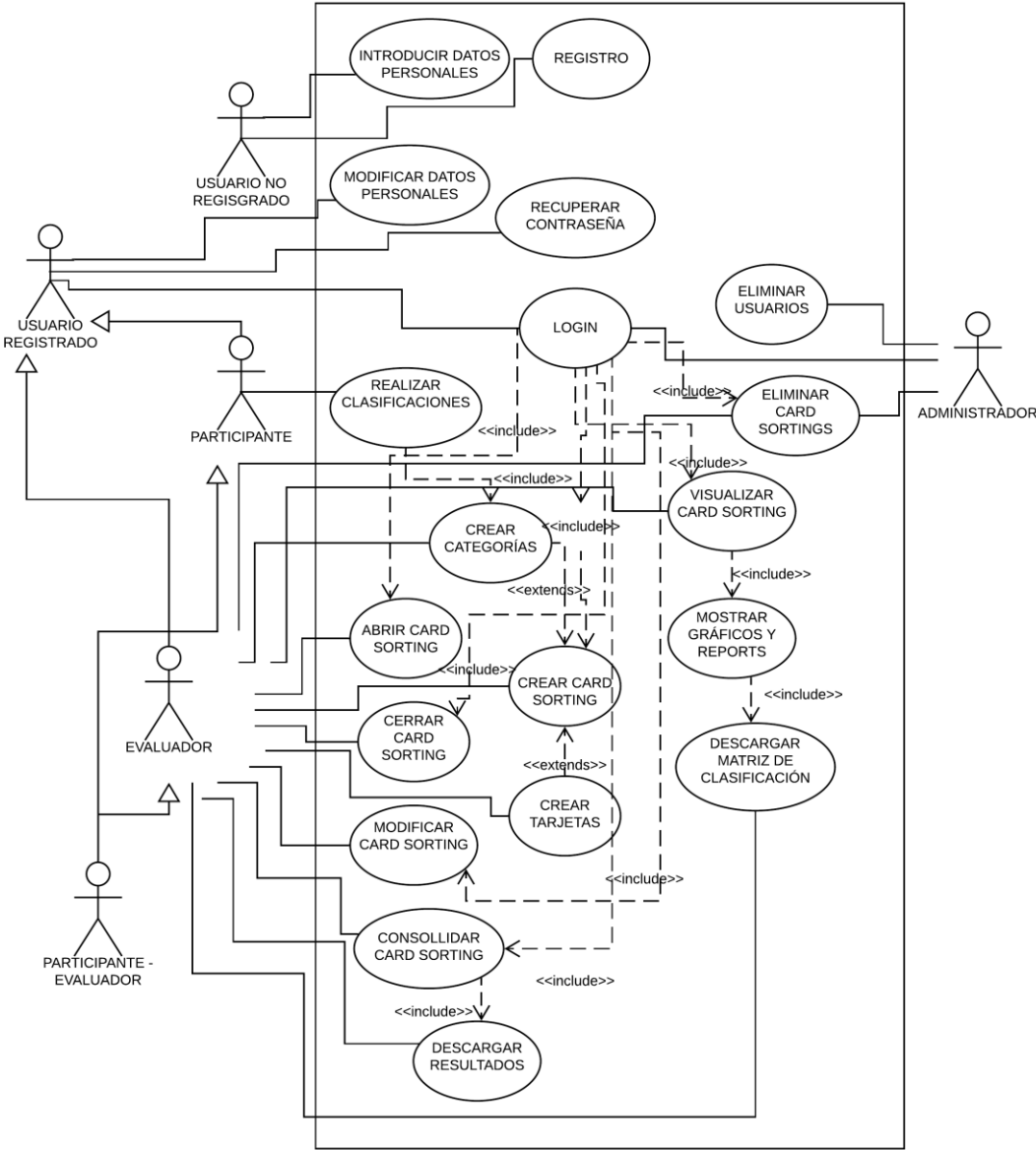


Figura 4. Diagrama de casos de uso

D Modelo relacional

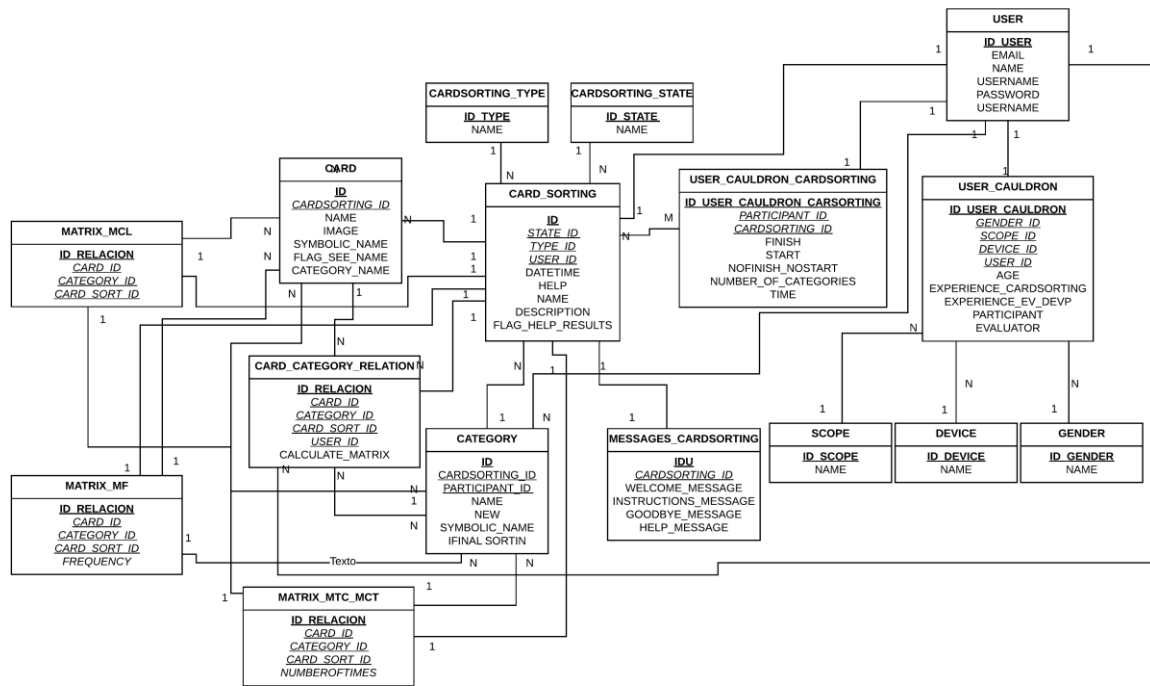


Figura 5. Modelo relacional

E Patrón de diseño

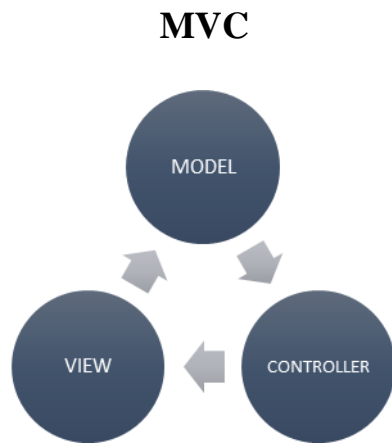


Figura 6. Patrón de diseño MVC (MODEL-VIEW-CONTROLLER)

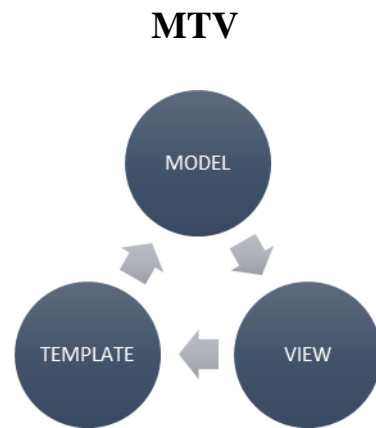


Figura 7. Patrón de diseño (MODEL-TEMPLATE-VIEW)

F Arquitectura de la herramienta

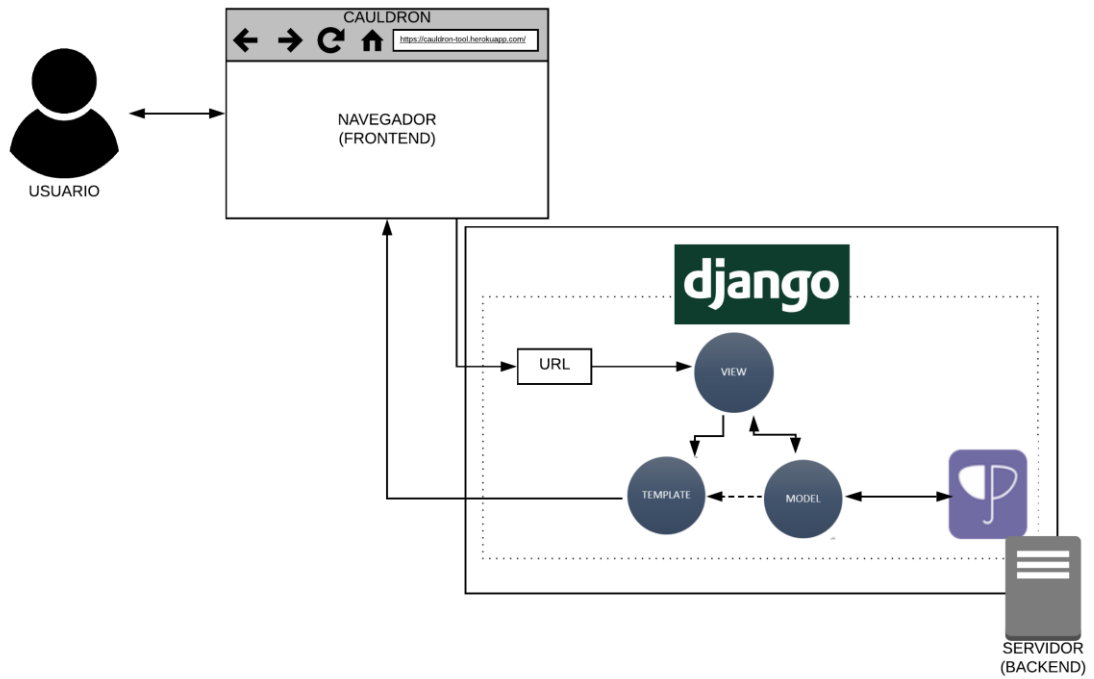


Figura 8. Arquitectura de la herramienta

G Diagramas de secuencia

A continuación, se muestra el diagrama de secuencia asociado al CU1:

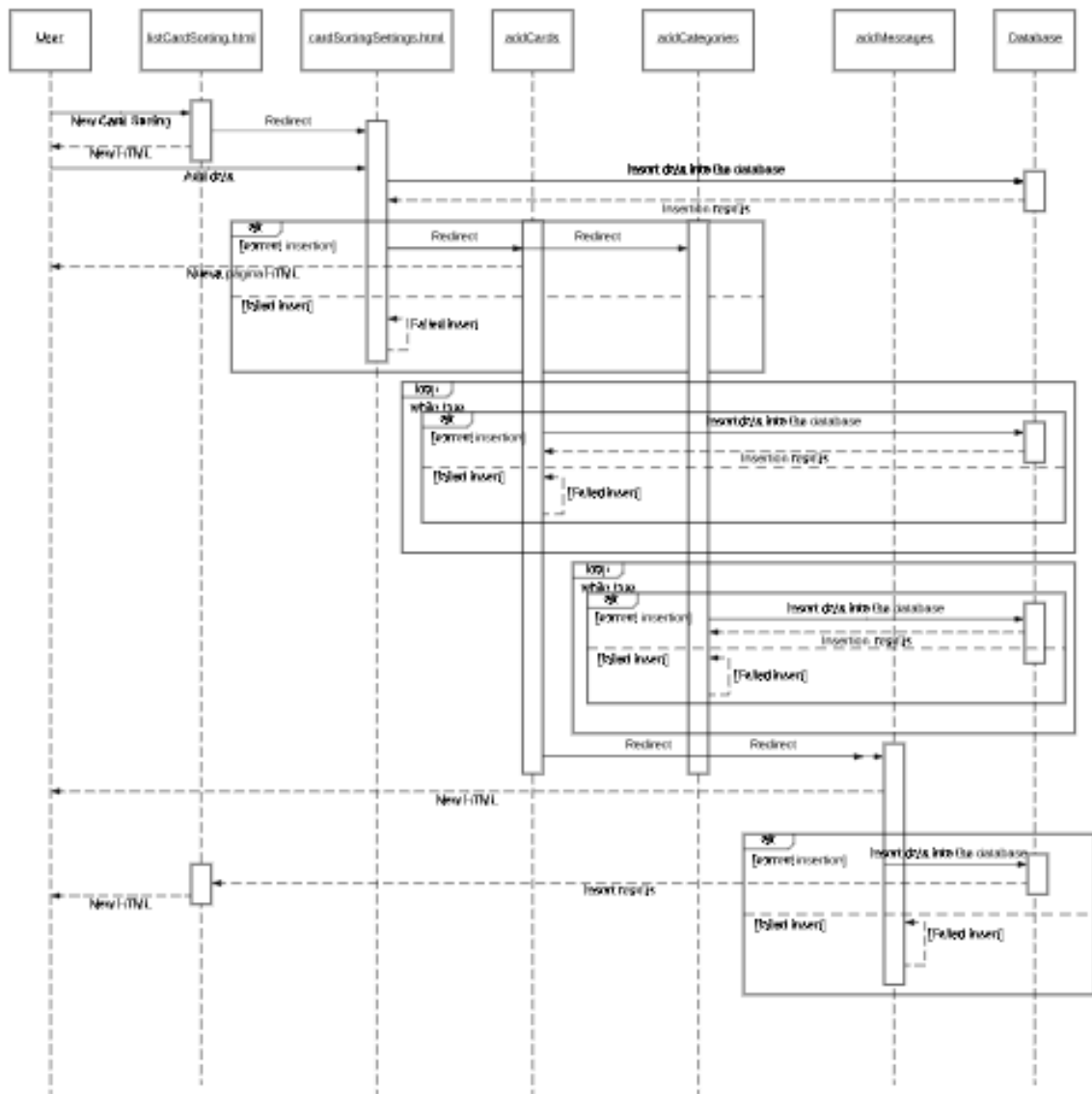


Figura 9. Diagrama de secuencia CU1: Crear un Card Sorting

Diagrama de secuencia asociado al CU2.

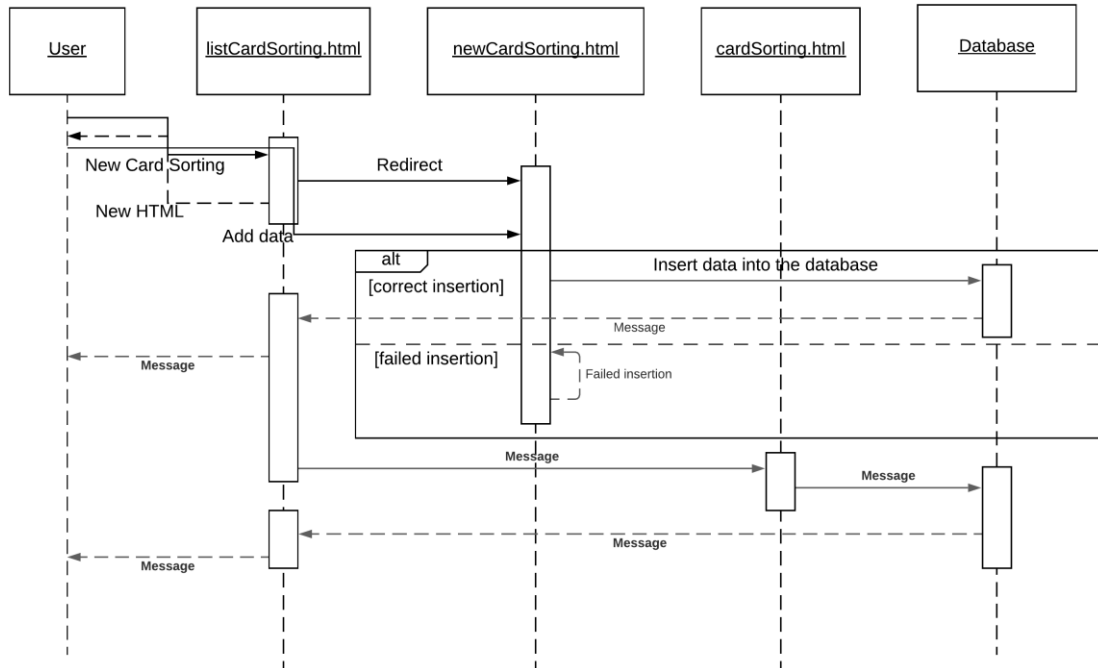


Figura 10. Diagrama de secuencia CU2: Realizar una clasificación

Diagrama de secuencia asociado al CU3.

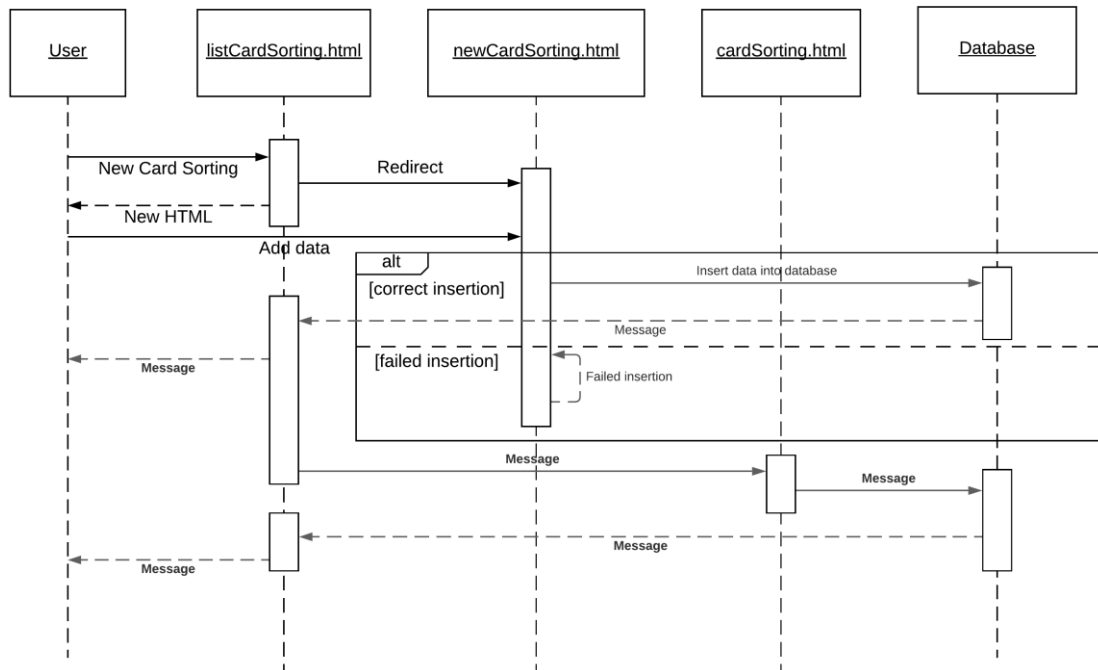


Figura 11. Diagrama de secuencia CU3: Visualización de resultados

H Mapa de navegación

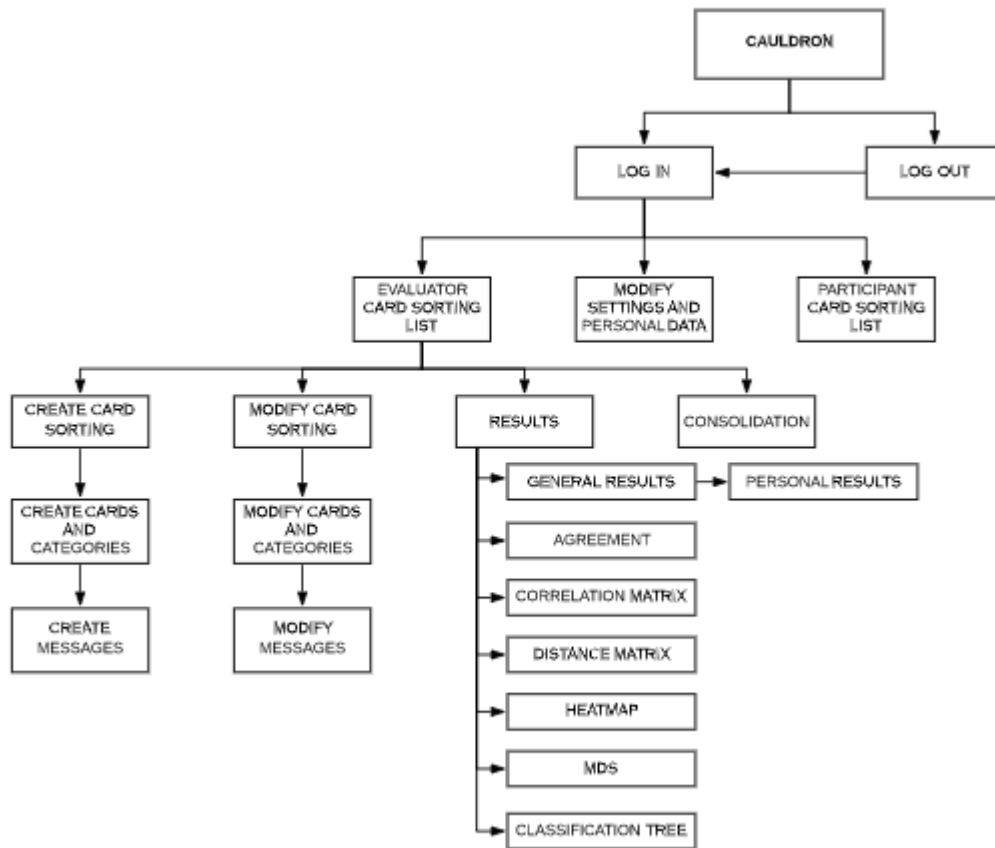


Figura 12. Mapa de navegación

I Maquetas

Página de la página principal:

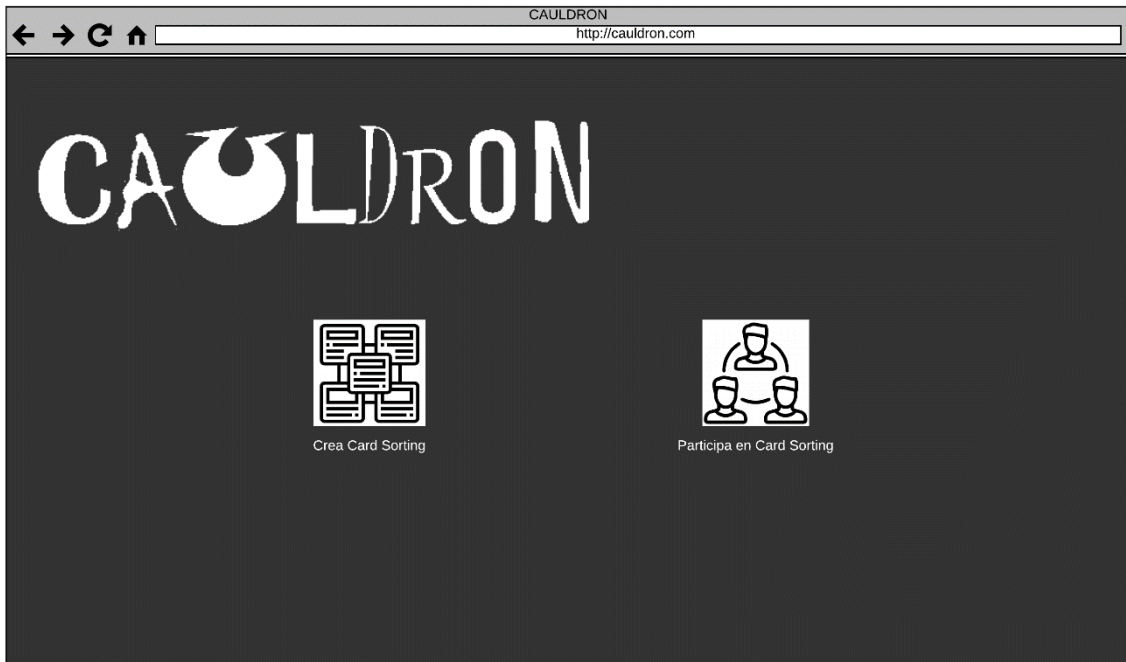


Figura 13. Maqueta de la página principal

Maqueta de la página de registro:

Esta imagen muestra una maqueta de la página de registro de un sitio web llamado CAULDRON. El navegador muestra la URL 'http://cauldron.com'. El formulario de registro está centrado y contiene los siguientes campos y opciones:

- Registro** (encabezado del formulario)
- Nombre:
- Apellidos:
- Usuario:
- Email:
- Contraseña:
- Repita contraseña:
- Rol:
 - Evaluador
 - Participante
 - Evaluador y Participante
- Botón **Registrar** (en un recuadro oscuro)
- Enlace [Entrar](#) (en azul)

Figura 14. Maqueta de la página de registro

Maqueta de la página de inicio de sesión:

CAULDRON
http://cauldron.com

Login

Usuario

Contraseña

Entrar

[Crear cuenta](#)

Figura 15. Maqueta de la página de inicio de sesión

Maqueta de la página de datos personales:

CARDSORTING
http://cardsorting.com

CAULDRON

Información Personal Guardar Todo

Género:

Edad:

Experiencia como desarrollador y en Evaluación:

Experiencia participante en Card Sortings:

Ámbito:

Dispositivo:

Figura 16. Maqueta de la página de datos personales

Maqueta de la modificación de los datos de la cuenta:

CAULDRON
http://cauldron.com

Información Personal Volver

Datos de la cuenta Información Personal

Nombre

Apellidos

Usuario

Correo

Contraseña

Repetir contraseña

Guardar

Figura 17. Maqueta de la página de modificación de los datos de la cuenta

Maqueta de la modificación de los datos personales:

CAULDRON
http://cauldron.com

Información Personal Volver

Datos de la cuenta Información personal

Género ▼

Edad

Experiencia como desarrollador y en Evaluación:

Experiencia participante en Card Sortings:

Ámbito: ▼

Dispositivo: ▼

Guardar

Figura 18. Maqueta de la página de modificación de los datos personales

Maqueta del listado de Card Sorting del evaluador:

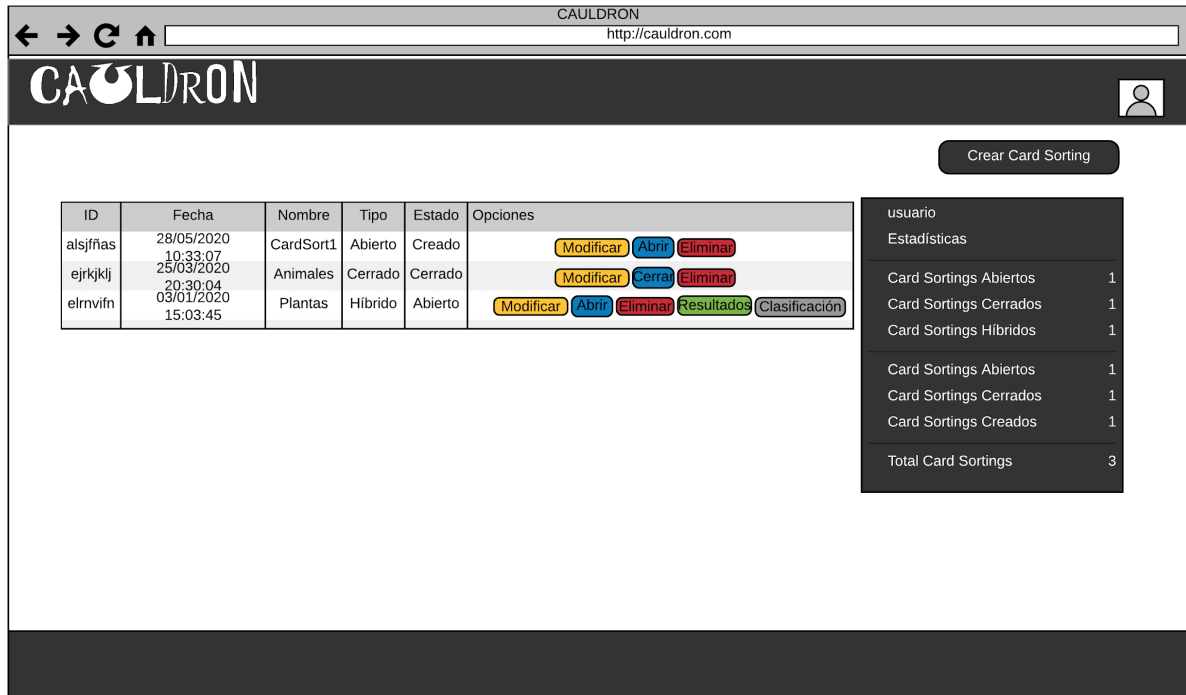


Figura 19. Maqueta del listado de Card Sorting del evaluador

Maqueta de eliminación de un Card Sorting:

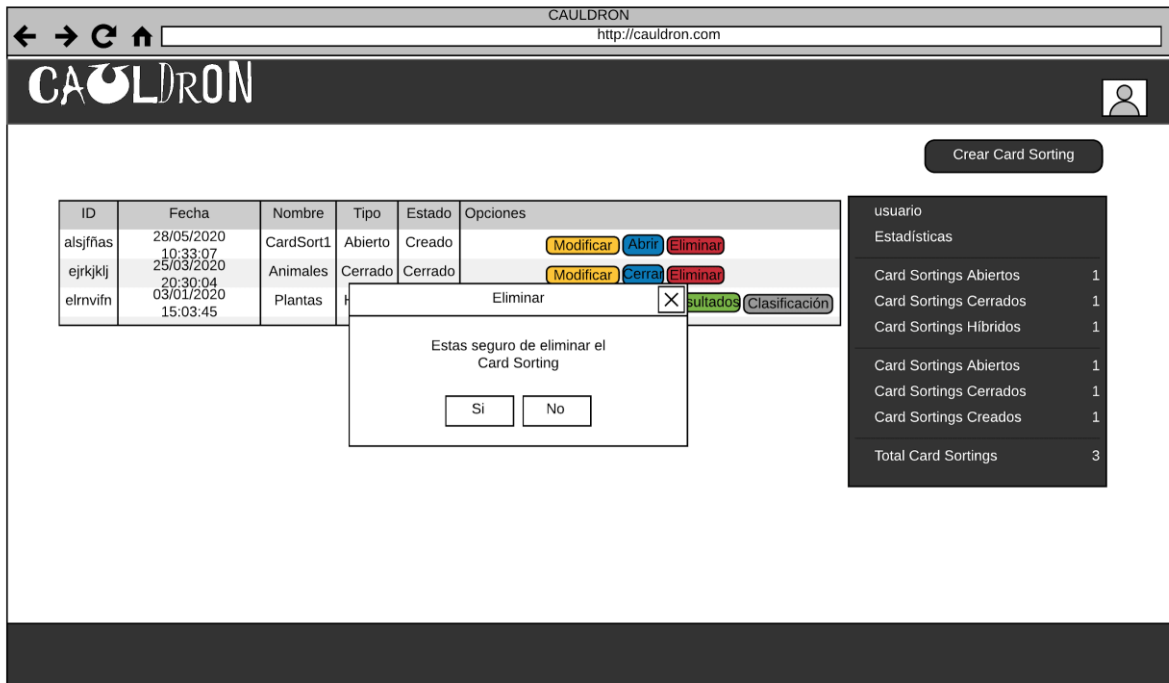


Figura 20. Maqueta de eliminación de un Card Sorting

Maqueta de apertura de un Card Sorting:

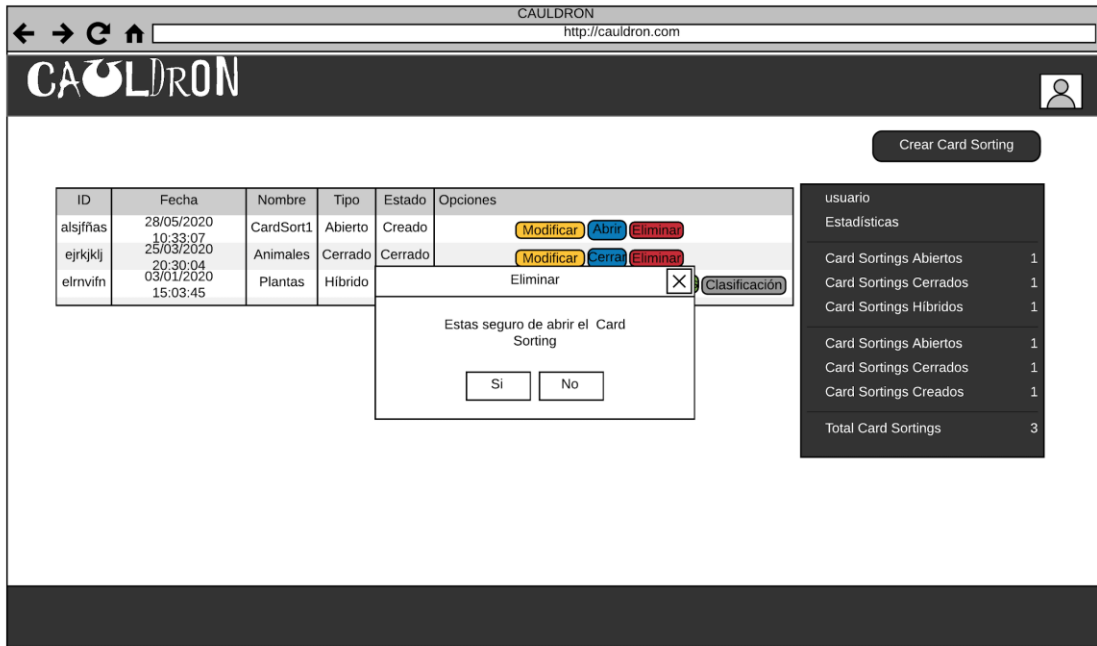


Figura 21. Maqueta de apertura de un Card Sorting

Maqueta de creación y modificación de Card Sorting:

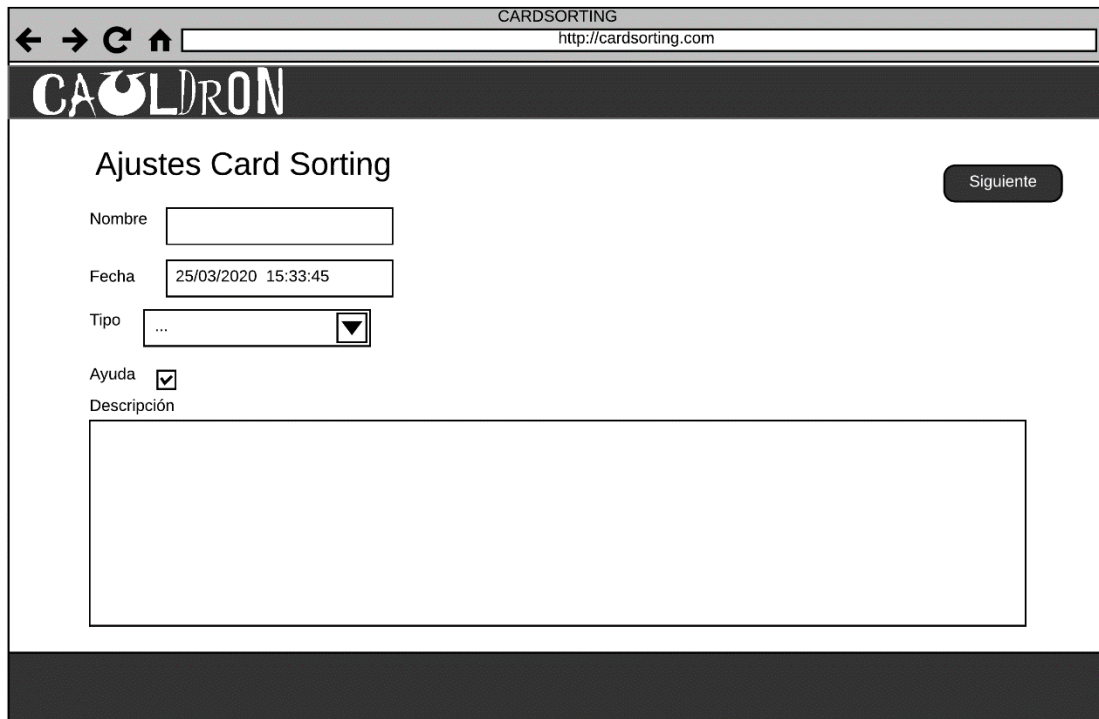


Figura 22. Maqueta de creación y modificación de un Card Sorting

Maqueta de creación y modificación de tarjetas y categorías:

The screenshot shows a web browser window with the URL `http://cauldron.com`. The page header features the CAULDRON logo and a user profile icon. The main content area is divided into two sections: "Cartas" and "Categorías".

Cartas Section:

- A list of cards: Card1, Card2, Card3, Card3, Card3.
- A "Nombre" input field.
- An "Adjuntar imagen" button with an "Imagen" button next to it.
- A "Guardar" button.

Categorías Section:

- A list of categories: Cate1, Cate2, Cate3.
- A "Nombre" input field.
- A "Guardar" button.

Navigation buttons "Volver" and "Siguiete" are located at the top right of the content area.

Figura 23. Creación y modificación de tarjetas y categorías

Maqueta de creación y modificación de mensajes:

The screenshot shows a web browser window with the URL `http://cauldron.com`. The page header features the CAULDRON logo and a user profile icon. The main content area is titled "Mensajes" and contains four text input fields for different message types.

Mensajes Section:

- Buttons "Volver" and "Guardar" at the top right.
- Input field for "Mensaje de bienvenida".
- Input field for "Mensaje de instrucciones".
- Input field for "Mensaje de ayuda".
- Input field for "Mensaje de agradecimiento".

Figura 24. Maqueta de creación y modificación de mensajes

Maqueta de clasificación final:

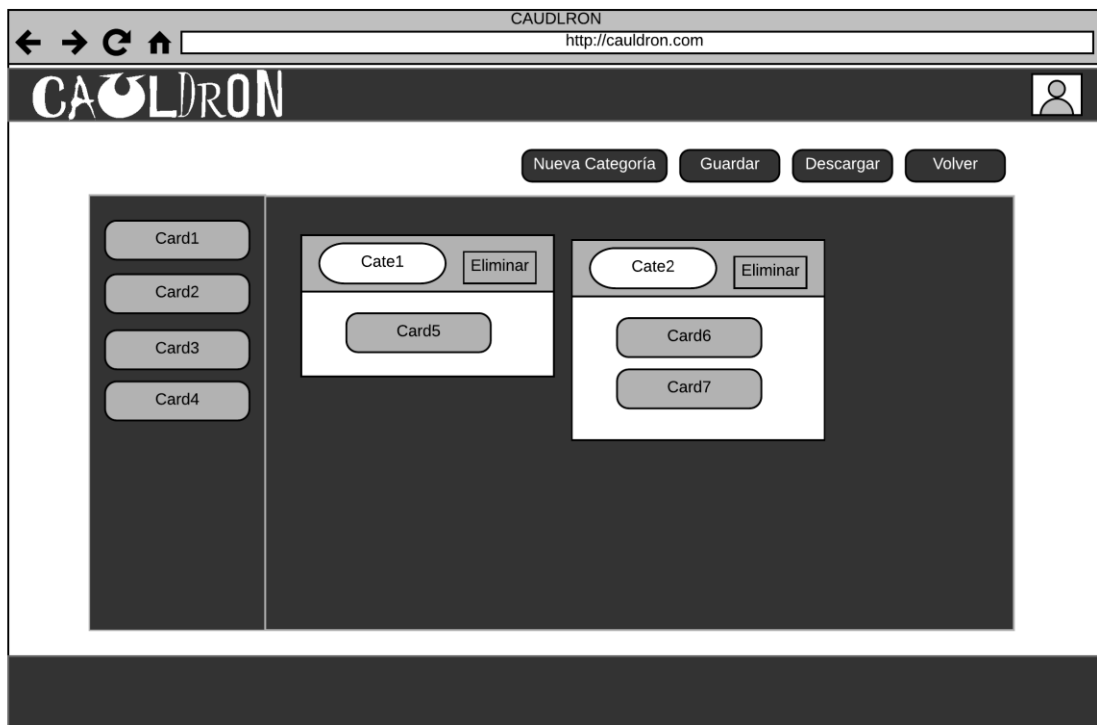


Figura 25. Maqueta de clasificación final

Maqueta de presentación de resultados:

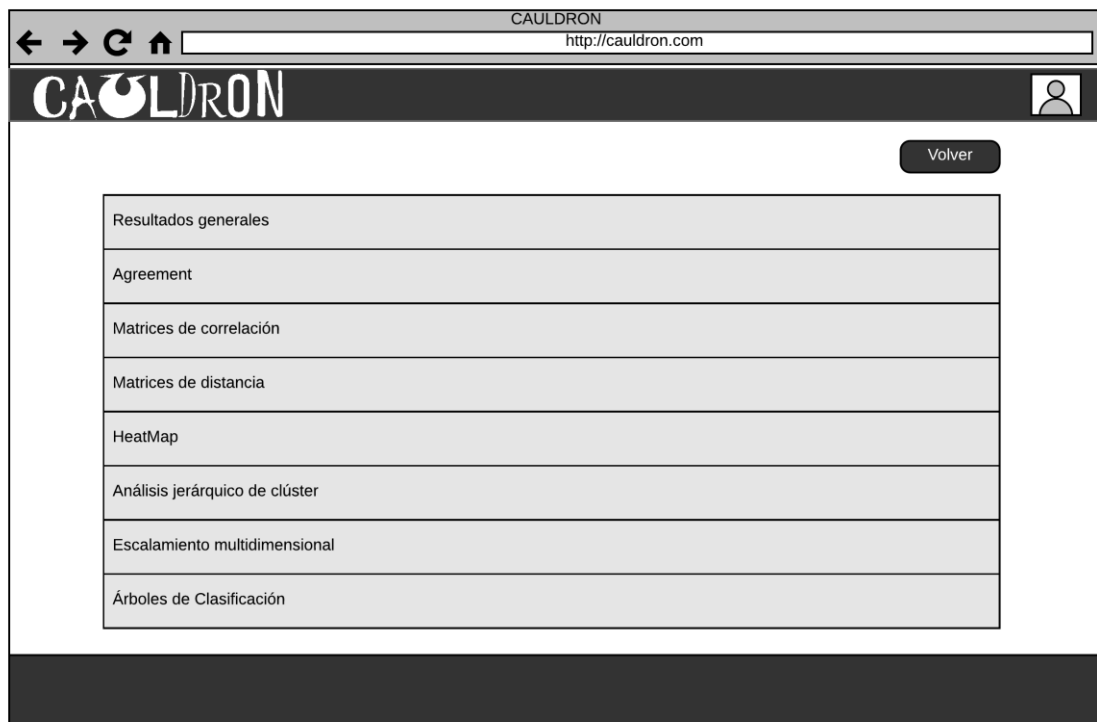


Figura 26. Maqueta de presentación de resultados

Maqueta de presentación de resultados estadísticos generales:

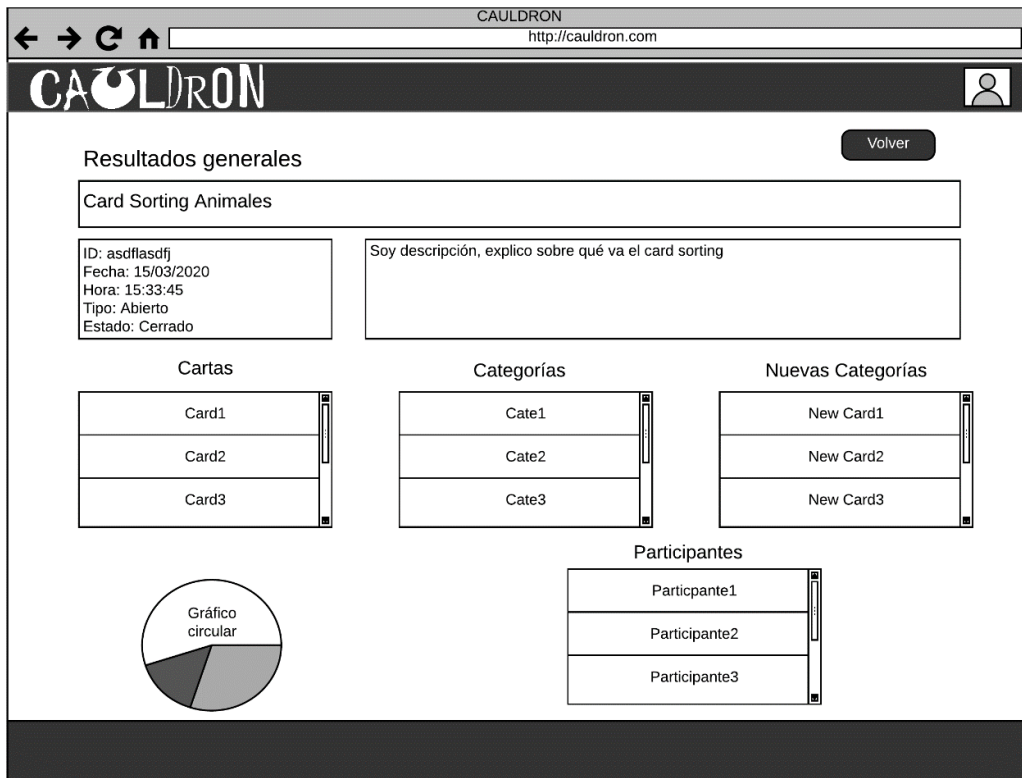


Figura 27. Maqueta de presentación de resultados estadísticos generales

Maqueta de presentación de gráficos de tarjetas y categorías

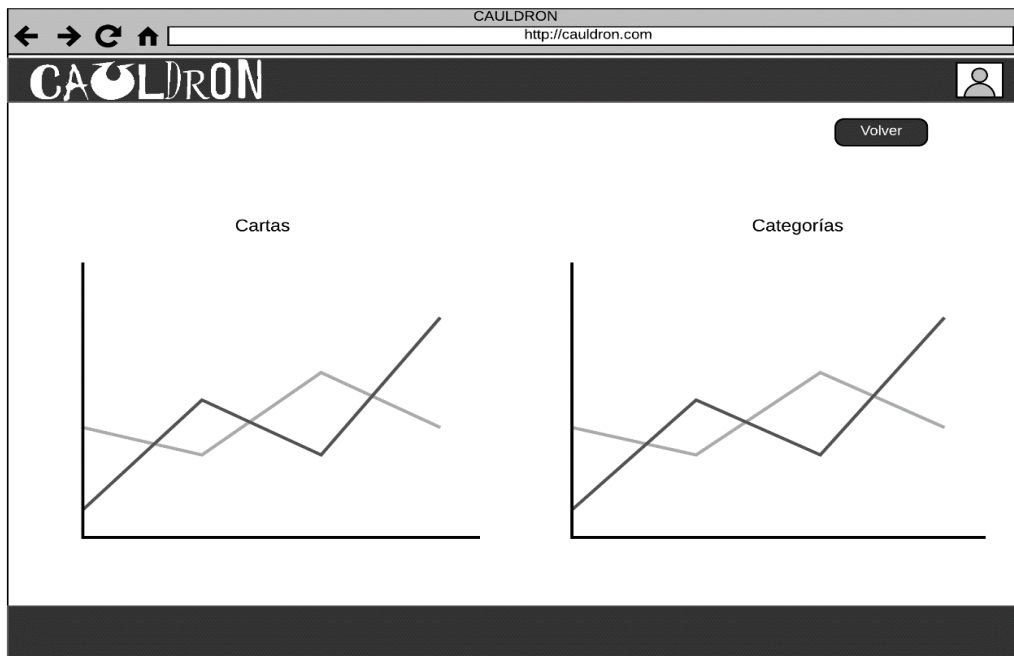


Figura 28. Maqueta de presentación de gráficos de tarjetas y categorías

Maqueta del listado de Card Sorting del participante:

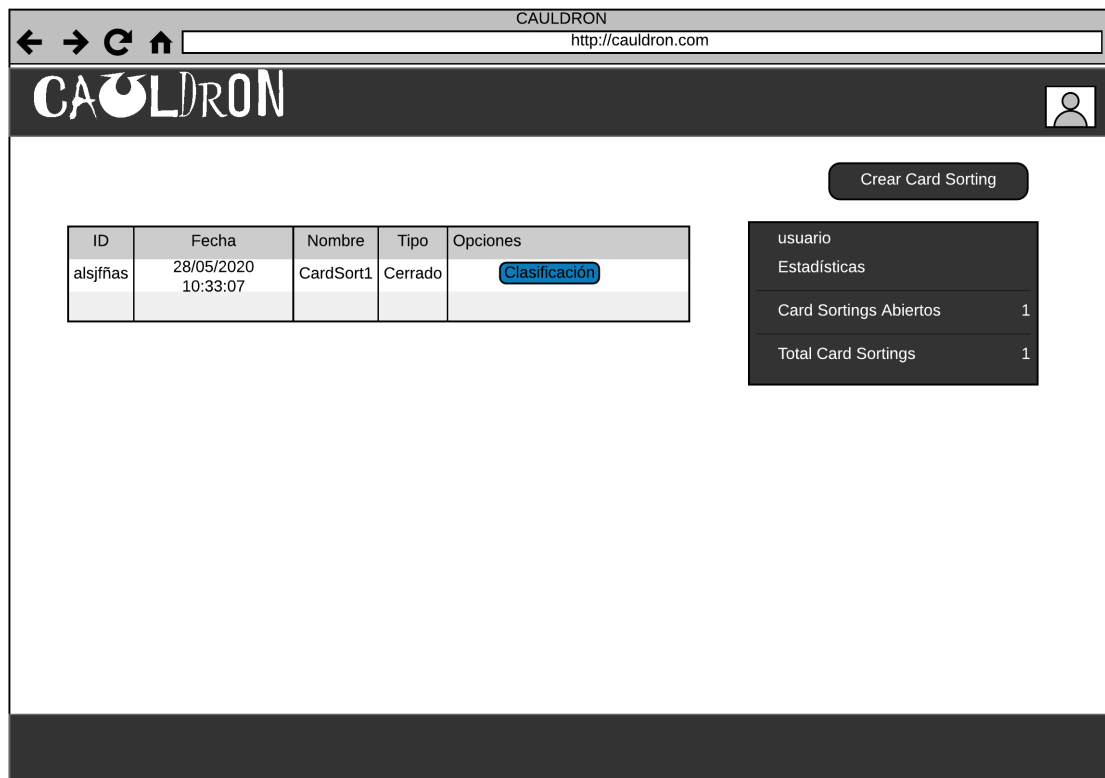


Figura 29. Maqueta del listado de Card Sorting de los participantes

Maqueta de la clasificación del participante:

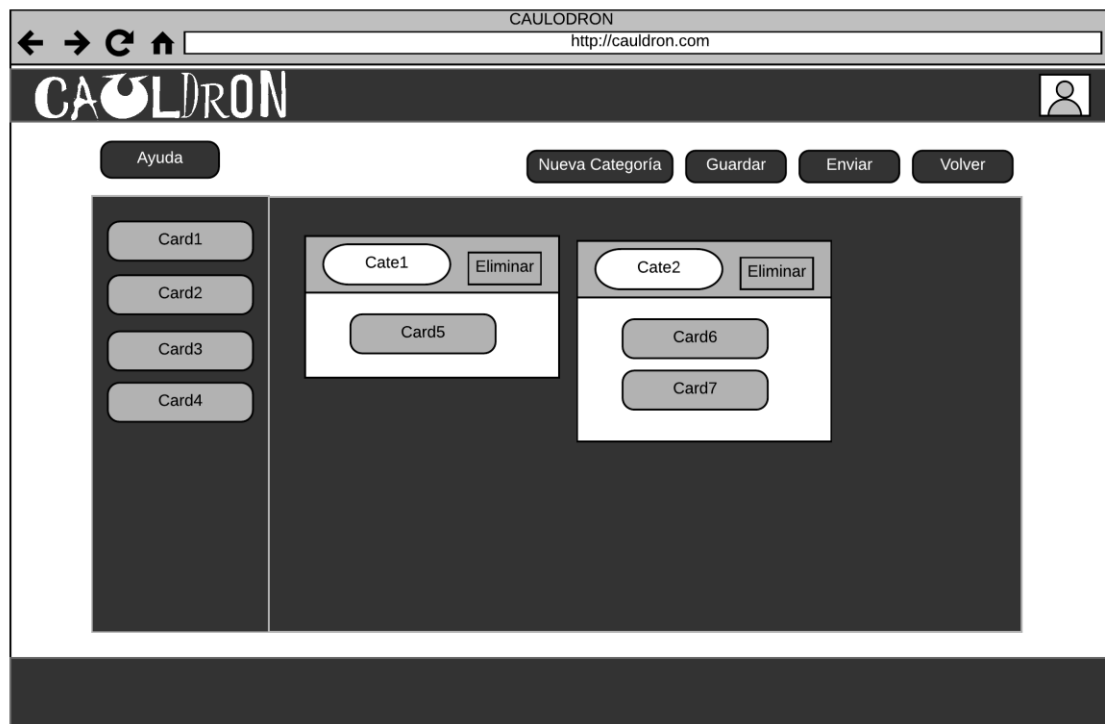


Figura 30. Maqueta de la clasificación del participante

Maqueta para añadir un nuevo Card Sorting:

CAULDRON
http://cauldron.com

CAULDRON

Nuevo Card Sorting

ID

Aceptar

Detailed description: The image shows a wireframe of a web browser window. The browser's address bar contains the text 'CAULDRON' and 'http://cauldron.com'. The page header features the 'CAULDRON' logo on the left and a user profile icon on the right. The main content area is a light gray rectangle centered on a darker gray background. Inside this rectangle is a white box titled 'Nuevo Card Sorting'. Below the title is a label 'ID' followed by a text input field. At the bottom of the white box is a dark gray button with the text 'Aceptar'.

Figura 31. Maqueta para añadir un nuevo Card Sorting por parte del participante

J Gráficos Usabilidad

J.1 Roles de los usuarios

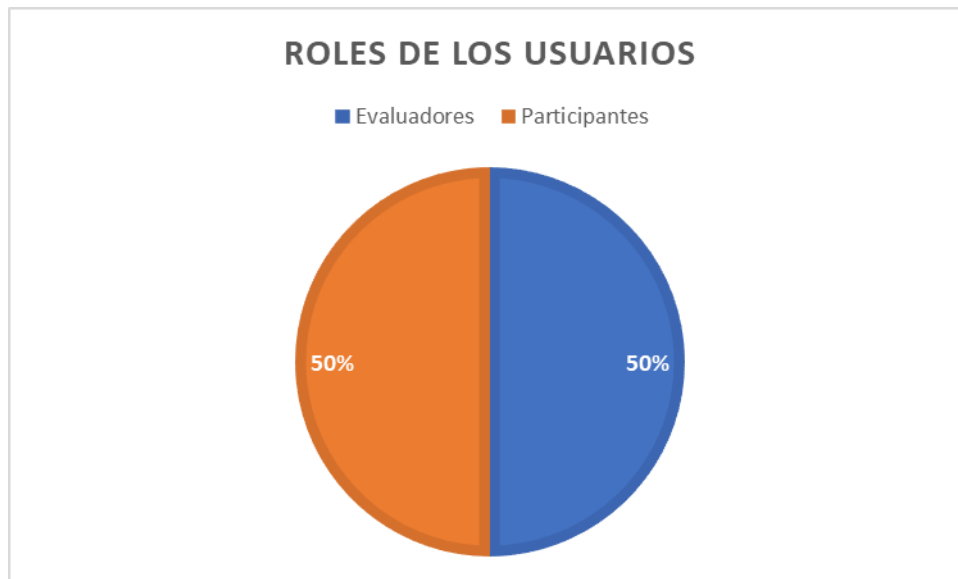


Figura 32. Roles de los usuarios en la evaluación de usabilidad

J.2 Periféricos utilizados en la evaluación

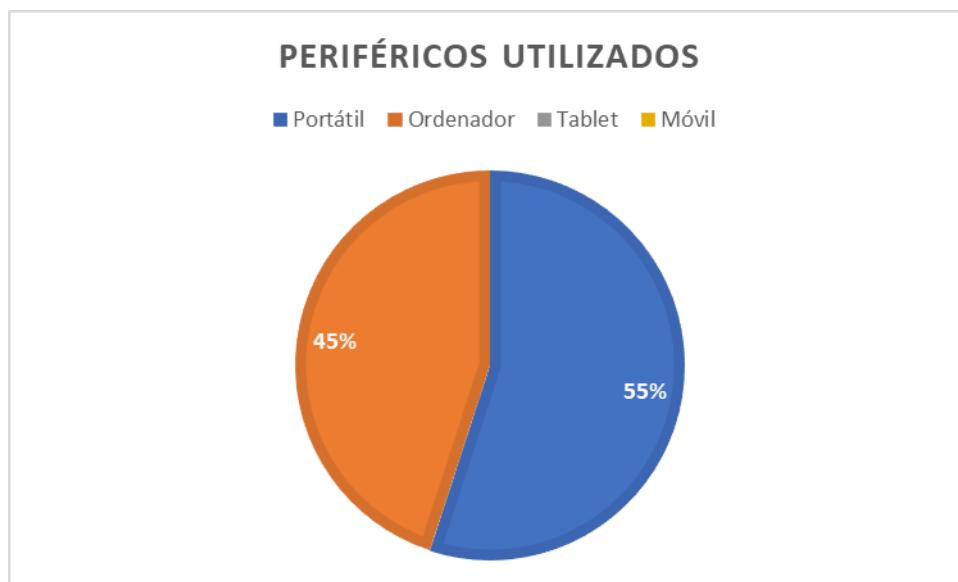


Figura 33. Periféricos utilizados por los usuarios en la evaluación de usabilidad

J.3 Herramientas telemáticas

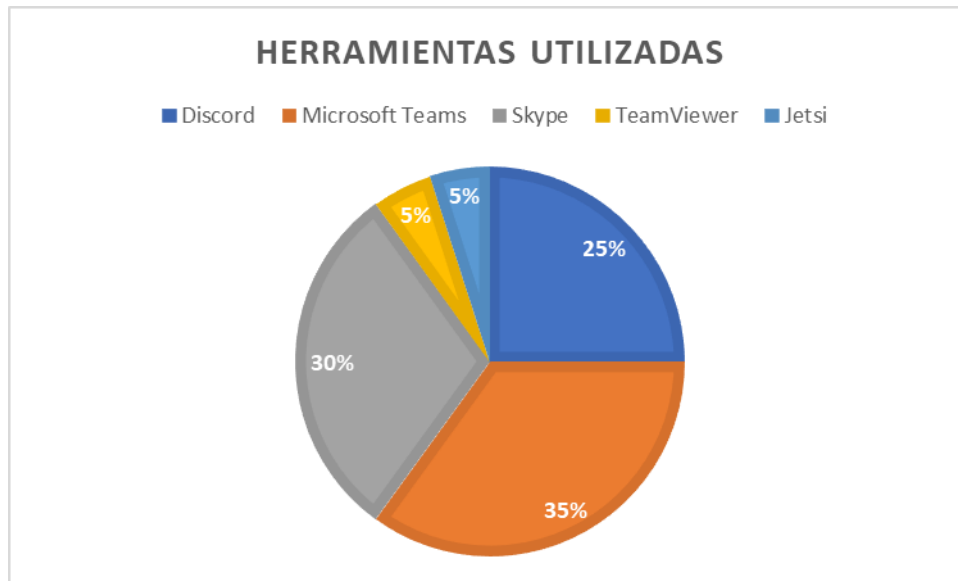


Figura 34. Herramientas utilizadas por los usuarios en la evaluación de usabilidad

J.4 Navegadores

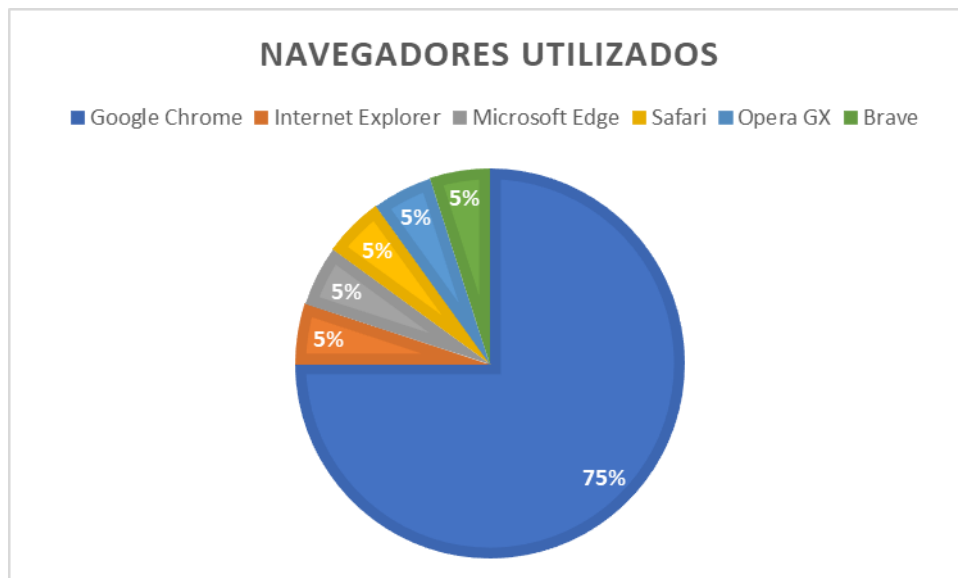
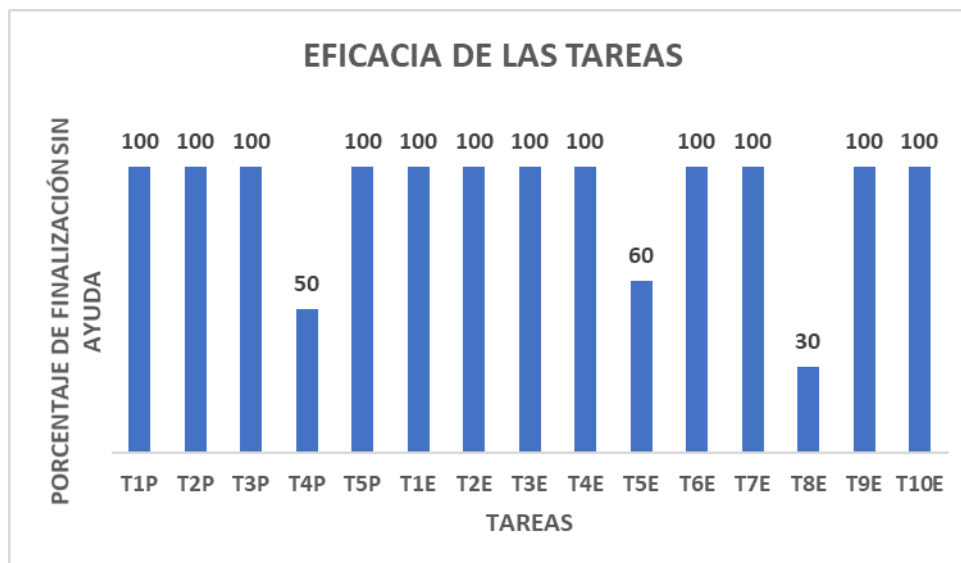


Figura 35. Navegadores utilizados por los participantes en la evaluación de usabilidad

J.5 Eficacia de las tareas



Nota: A las tareas se le ha asignado un identificador. Los identificadores acabados en P indican las tareas de los participantes y los identificadores acabados en E las tareas de los evaluadores.

T1P. El sujeto debe darse de alta en la herramienta con su perfil, introduciendo la información solicitada.

T2P. Entrar en la herramienta.

T3P. Agregar Card Sorting.

T4P. Realizar clasificación y enviar resultados.

T5P. Salir de la herramienta.

T1E. El sujeto debe darse de alta en la herramienta con su perfil, introduciendo la información solicitada.

T2E. Entrar en la herramienta.

T3E. Crear un Card Sorting cerrado sobre el dominio y tarjetas consensuadas, con la opción de ayuda al participante. (El resto de los datos solicitados para crear el Card Sorting se introducirán a libre elección).

T4E. Modificar el Card Sorting para que sea de tipo abierto (en vez de cerrado).

Por último, dejará el Card Sorting con el estado de abierto para que puedan acceder a él los participantes.

T6E. Abrir el Card Sorting a los participantes.

T5E. Salir de la herramienta.

T7E. Entrar en la herramienta.

T8E. Visualizar los resultados obtenidos.

T9E. Consolidar una versión definitiva del Card Sorting y que exportación los datos a un fichero Excel.

T10E. Cuando haya terminado, saldrá de la herramienta.

J.6 Tareas de los participantes

| TAREAS | PROMEDIO (s) | MEDIANA (s) | DESVIACIÓN (s) | VARIANZA (s) | MÍNIMO (s) | MÁXIMO (s) | INTERVALO CONFIANZA 95% |
|--------|--------------|-------------|----------------|--------------|------------|------------|-------------------------|
| T1 | 84,000 | 84,000 | 3,795 | 14,400 | 80,400 | 87,600 | 2,352 |
| T2 | 12,769 | 10,485 | 7,214 | 52,046 | 7,020 | 31,720 | 4,471 |
| T3 | 66,522 | 66,600 | 14,590 | 212,873 | 45,300 | 90,000 | 9,043 |
| T4 | 286,460 | 276,900 | 56,566 | 3199,663 | 195,800 | 390,000 | 35,059 |
| T5 | 6,920 | 5,400 | 5,569 | 31,012 | 3,000 | 22,030 | 3,452 |

Tabla 5. Estadísticas de las tareas de los participantes

Las tareas de los usuarios participantes son las siguientes:

- T1. El sujeto debe darse de alta en la herramienta con su perfil, introduciendo la información solicitada.
- T2. Entrar en la herramienta.
- T3. Agregar un Card Sorting.
- T4. Realizar clasificación y envío de resultados.
- T5. Salir de la herramienta.

J.7 Tareas de evaluadores

| TAREAS | PROMEDIO (s) | MEDIANA (s) | DESVIACION (s) | VARIANZA (s) | MÍNIMO (s) | MÁXIMO (s) | INTERVALO CONFIANZA 95% |
|--------|--------------|-------------|----------------|--------------|------------|------------|-------------------------|
| T1 | 110,326 | 97,500 | 180,822 | 32696,496 | 70,800 | 660,000 | 125,301 |
| T2 | 6,396 | 7,195 | 4,934 | 24,340 | 1,000 | 17,860 | 3,419 |
| T3 | 7,105 | 7,430 | 1,859 | 3,457 | 5,210 | 10,440 | 1,288 |
| T4 | 13,836 | 13,975 | 17,248 | 297,500 | 4,040 | 59,020 | 11,952 |
| T5 | 9,990 | 12,125 | 15,127 | 228,836 | 1,190 | 49,530 | 10,483 |
| T6 | 5,718 | 6,050 | 2,573 | 6,622 | 2,300 | 10,200 | 1,783 |
| T7 | 4,969 | 4,220 | 2,983 | 8,896 | 3,210 | 12,940 | 2,067 |
| T8 | 717,518 | 756,900 | 333,369 | 111134,596 | 440,400 | 1141,800 | 231,008 |
| T9 | 136,501 | 261,000 | 123,325 | 15209,115 | 6,040 | 321,600 | 85,458 |
| T10 | 4,663 | 4,530 | 1,229 | 1,510 | 3,100 | 7,200 | 0,852 |

Tabla 6. Estadísticas de las tareas de los evaluadores

Las tareas de los usuarios evaluadores son las siguientes:

- T1. El sujeto debe darse de alta en la herramienta con su perfil, introduciendo la información solicitada.

- T2. Entrar en la herramienta.
- T3. Crear un Card Sorting cerrado sobre el dominio y tarjetas consensuadas, con la opción de ayuda al participante. (El resto de los datos solicitados para crear el Card Sorting se introducirán a libre elección).
- T4. Modificar el Card Sorting para que sea de tipo abierto (en vez de cerrado).
Por último, dejará el Card Sorting con el estado de abierto para que puedan acceder a él los participantes.
- T5. Abrir el Card Sorting a los participantes.
- T6. Salir de la herramienta.
- T7. Volver a entrar en la herramienta
- T8. Visualizar los resultados obtenidos.
- T9. Consolidar una versión definitiva del Card Sorting y que exportación los datos a un fichero Excel.
- T10. Cuando haya terminado, saldrá de la herramienta.

K Manual de instalación

En esta sección se detallan los pasos necesarios a seguir para poder instalar la herramienta en un servidor Linux (Ubuntu/Debian). En primer lugar, el dispositivo debe tener instalado PostgreSQL, Python y pip:

```
$ sudo apt install postgresql postgresql-contrib
$ sudo apt install python3.7
$ sudo apt install python-pip
```

Tras lo anterior, se han de crear una base de datos y un usuario que tenga completo acceso a los datos de la misma.

```
$ sudo -u postgres psql
postgres=# CREATE USER 'admincauld' PASSWORD 'pw18admin';
postgres=# ALTER ROLE 'admincauld' WITH SUPERUSER;
postgres=# CREATE DATABASE 'cauldron_db' WITH OWNER 'admincauld';
postgres=# CREATE ALL PRIVILEGES ON 'cauldron_db' TO 'admincauld';
```

Una vez creados el usuario y la base de datos, por mayor facilidad desde el directorio de la herramienta se podría ejecutar el siguiente comando:

```
$ pip install -r requirements.txt
```

Tras lo anterior, tan solo tendríamos que ejecutar los siguientes comandos para migrar las tablas a la base de datos:

```
$ python3 manage.py makemigrations
$ python3 manage.py migrate
```

Una vez realizados los anteriores comandos, podemos crear el usuario administrador de la herramienta con el siguiente comando:

```
$ python3 manage.py createsuperuser
Username: 'admincauld'
Email:
Password: *****
Password (again): *****
```

Finalmente, y antes de abrir la herramienta, cargaremos los datos básicos necesarios para poder interactuar correctamente con la herramienta:

```
$ python3 populate_cauldron.py
```

A continuación, se muestra el contenido de `populate_cauldron.py`

```
import os
os.environ.setdefault('DJANGO_SETTINGS_MODULE','cauldron.settings')
import django
django.setup()
from cauldronapp.models import *

def populate():
    user = []
```

```

state = []
type = []

state = [{"name_en": "Open", "name_es": "Abierto"},
{"name_en": "Closed", "name_es": "Cerrado"},
{"name_en": "Created", "name_es": "Creado"}]

type = [{"name_en": "Open", "name_es": "Abierto"},
{"name_en": "Close", "name_es": "Cerrado"},
{"name_en": "Hybrid", "name_es": "Híbrido"},]

device = [{"name_en": "Mobile", "name_es": "Móvil"},
{"name_en": "Computer", "name_es": "Ordenador"},
{"name_en": "Tablet", "name_es": "Tablet"},]

gender = [{"name_en": "Female", "name_es": "Femenino"},
{"name_en": "Male", "name_es": "Masculino"},]

scope = [{"name_en": "Professional", "name_es": "Profesional"},
{"name_en": "Academic", "name_es": "Académico"},
{"name_en": "Other", "name_es": "Otro"},]

for s in state:
    add_CardSorting_state(s["name_en"], s["name_es"])

for t in type:
    add_CardSorting_type(t["name_en"], t["name_es"])

for d in device:
    add_device(d["name_en"], d["name_es"])

for g in gender:
    add_gender(g["name_en"], g["name_es"])

for s in scope:
    add_scope(s["name_en"], s["name_es"])

def add_CardSorting_state(name_en, name_es):
    c = CardSorting_state.objects.get_or_create(name_en=name_en, name_es=name_es)[0]
    c.save()

def add_CardSorting_type(name_en, name_es):
    c = CardSorting_type.objects.get_or_create(name_en=name_en, name_es=name_es)[0]
    c.save()

def add_device(name_en, name_es):
    c = Device.objects.get_or_create(name_en=name_en, name_es=name_es)[0]
    c.save()

def add_gender(name_en, name_es):

```



```
c = Gender.objects.get_or_create(name_en=name_en, name_es=name_es)[0]
c.save()

def add_scope(name_en, name_es):
    c = Scope.objects.get_or_create(name_en=name_en, name_es=name_es)[0]
    c.save()
```

Tras lo anterior, ya podremos correr el servidor de la herramienta.

```
$ python3 manage.py runserver
```

L Documento de Evaluadores

Tareas para usuarios Evaluadores

Las tareas se deben realizar sobre la herramienta **CAULDRON** (interactive evaluation tool for advanced card sorting analysis): <https://cauldron-tool.herokuapp.com/>

Las distintas tareas se realizarán en un entorno controlado y de forma remota. Los usuarios participantes comentarán todas sus impresiones al evaluador del test siguiendo la técnica ThinkingAloud. A su vez, el usuario evaluador tomará nota de los comentarios y de los tiempos en realizar las tareas. Además de lo anterior, anotará también si ha sido capaz o no de completar todas las tareas y si ha necesitado ayuda para completarlas o no.

Lista de tareas:

Tarea 1. Registro: El usuario debe darse de alta en la herramienta. Para ello, deberá crear un nuevo usuario, introduciendo la información solicitada por los diferentes formularios.

Nota: El usuario debe elegir el rol de **EVALUADOR**.

Tarea 2. Entrada en el sistema: Una vez registrado, el usuario debe entrar en el sistema con el usuario creado anteriormente.

Tarea 3. Crear un Card Sorting: El usuario debe crear un nuevo Card Sorting de **TIPO CERRADO** y con la opción de **AYUDA AL PARTICIPANTE ACTIVADA**.

Datos para crear el Card Sorting:

Tarjetas:

- Instagram
- Skype
- SoundCloud
- Zoom
- TeamViewer
- Discord
- Amazon Music
- Telegram
- WhatsApp
- McAfee
- Facebook
- Twitter
- YouTube
- Dropbox
- Microsoft Teams
- iCloud Drive
- Avast Antivirus
- Google Play Music

- Google Drive

El resto de los datos se dejan a libre elección del usuario.

Tarea 4. Modificación de Card Sorting: Una vez creado el Card Sorting, el usuario deberá modificarlo y cambiar el tipo de Card Sorting a **TIPO ABIERTO**.

Tarea 5. Abrir Card Sorting: Tras lo anterior, el usuario debe **ABRIR** el Card Sorting a los participantes para que realicen sus clasificaciones. Es decir, el Card Sorting debe quedar en **ESTADO ABIERTO**.

Tarea 6. Salir de la herramienta: Finalmente saldrá de la herramienta.
(Periodo de tiempo en el que participantes realizan clasificaciones).

Tarea 7. Entrar en la herramienta: Una vez realizada la clasificación por los diferentes participantes, el usuario volverá a entrar en la herramienta.

Tarea 8. Consulta de resultados: El usuario consultará los resultados.

Tarea 9. Consolidación: Tras lo anterior, el usuario realizará la consolidación final del Card Sorting y descargará los resultados.

Tarea 10. Salir de la herramienta: Salir de la herramienta. El usuario saldrá de la herramienta.

Tras realizar todas las tareas, se rellenará un cuestionario para valorar la usabilidad de la herramienta que contendrá preguntas de valoración SUS. Acceso al cuestionario:
<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe8csXuAdCq9AeBX->

M Documento de Participantes

Tareas para usuarios Participantes

Las tareas se deben realizar sobre la herramienta **CAULDRON** (interaCtive evAIUation tooL for aDvanced caRd sOrting aNalysis): <https://cauldron-tool.herokuapp.com/>

Las distintas tareas se realizarán en un entorno controlado y de forma remota. Los usuarios participantes comentarán todas sus impresiones al evaluador del test. A su vez, el usuario evaluador tomará nota de los comentarios y de los tiempos en realizar las tareas. Además de lo anterior, anotará también si ha sido capaz o no completar todas las tareas y si ha necesitado ayuda para completarlas o no.

Lista de tareas:

Tarea 1. Registro. El usuario debe darse de alta en la herramienta. Para ello, deberá crear un nuevo usuario, introduciendo la información solicitada por los diferentes formularios.

Nota: El usuario debe elegir el rol de **PARTICIPANTE**.

Tarea 2. Entrada en el sistema. Una vez registrado, el usuario debe entrar en el sistema con el usuario creado anteriormente.

Tarea 3. Participación en Card Sorting. El usuario debe participar en un nuevo Card Sorting introduciendo el siguiente ID: **HKQQaaRG7b**

Tarea 4. Realización del Card Sorting y envío de resultados. Tras lo anterior, el usuario realizará la clasificación y enviará los resultados.

Tarea 5. Salir de la herramienta: Finalmente, el usuario saldrá de la herramienta.

Tras realizar todas las tareas, se rellenará un cuestionario para valorar la usabilidad de la herramienta que contendrá preguntas de valoración SUS. Acceso al cuestionario: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe8csXuAdCq9AeBX->