



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Dpto. de Escultura

Colabo[RA]tiva. Arte en contextos digitales, colaborativos y urbanos

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Artes Visuales y Multimedia

AUTOR/A: Venier Segovia , Davide

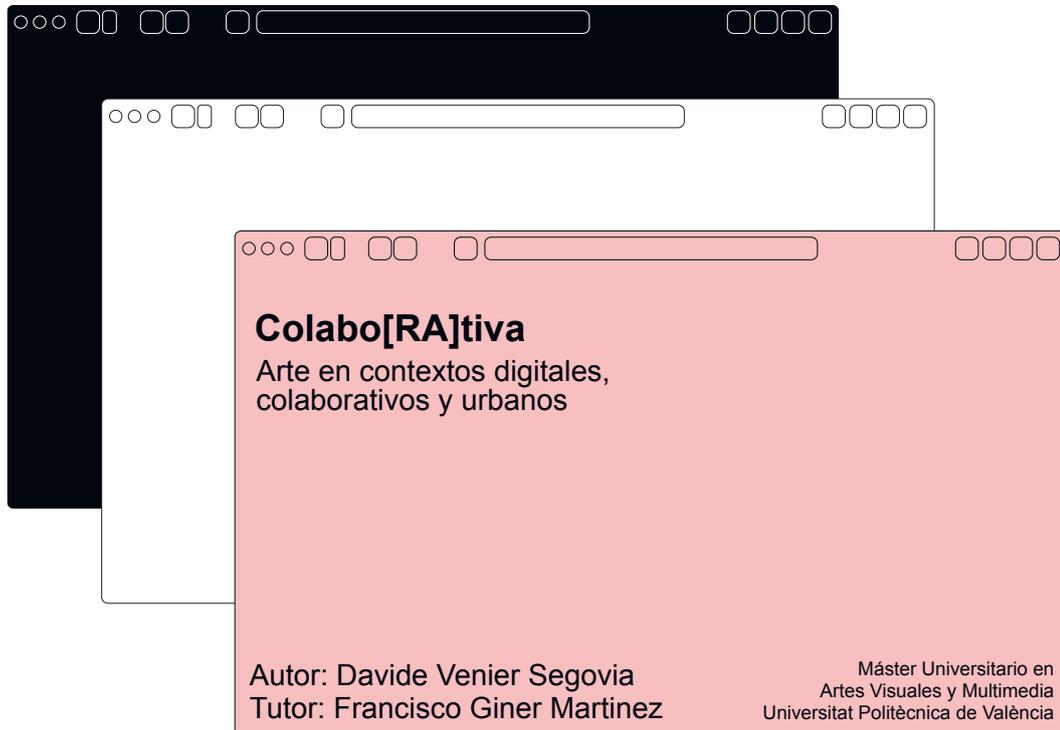
Tutor/a: Giner Martínez, Francisco

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

MÁSTER
ARTES
VISUALES +
MULTIMEDIA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



València, Marzo de 2023

Agradecimientos

Esta investigación ha sido posible, en parte, gracias a la colaboración y la visión de Paco Giner, el tutor que me ha guiado en todo este proceso a través de consejos, críticas y apuntes que siempre han sido útiles y orientados a obtener un resultado positivo.

De igual manera quiero dar las gracias a todos los profesores del master *AVM*, que han contribuido con nociones teóricas y consejos prácticos, y en especial a Chema de Luelmo, Fernando Cordón, Clara Boj y Emilio Martínez.

Siempre en ámbito académico quiero agradecer el apoyo y ayuda, a nivel más de desarrollo, que el grupo *iFab* tuvo con mi persona y, también, este proyecto, muchas gracias sobre todo a Francisco Berenguer y Maribel Pleguezuelos.

A continuación, ya fuera del entorno académico, quiero mencionar el apoyo de una persona que siempre me ha motivado en este viaje hechos de malos momentos, momentos muy estresantes y de avènements maravillosos, gracias Keti.

Luego, quiero dar las gracias a mis padres, que han hecho todo esto posible y a mi hermana que ha estado siempre dispuesta para contestar y acucharme. De igual manera agradezco mucho a todas las personas que han participado en los test de la aplicación, por su tiempo y su retroalimentación sincera y útil.

Finalmente, agradezco a todos los autores en foros, creadores de recursos en internet y tutoriales vistos a lo largo del desarrollo de *Colabo[RA]tiva*, pues, aunque nunca los conoceré personalmente no quiero dejar de reconocer que han sido muy útiles para esta investigación.

Resumen

Este trabajo de fin de máster titulado: "*Colabo[RA]tiva - Arte en contextos digitales, colaborativos y urbanos*", propone una investigación teórica práctica que combina estudios sobre el arte generativo colaborativo y el desarrollo, a priori, de una aplicación para dispositivos móviles. Este desarrollo en concreto es el punto de partida para generar nueva arte. De hecho, el proyecto consiste en una aplicación que ofrece la posibilidad de crear en realidad aumentada su propio espacio de arte urbano o, más simplemente, admirar las representaciones de arte urbano ya existentes. También se decidió tener en cuenta las áreas: Campus de Vera - UPV, donde se realizarán las pruebas de funcionamiento aprovechando la comunidad universitaria y, sobre todo, el barrio de Cabanyal, lugar de verdadero fin y objetivo de la aplicación que tiene la intención de rehabilitar de forma artística este barrio histórico. Posteriormente durante el uso de la aplicación, el usuario consciente y de manera personal enviará datos, de diferente naturaleza, a una base de datos que tendrá la tarea de almacenar todas estas entradas y, a su vez, enviarlas a una página web. En este último paso se producirá el cambio de estos últimos de lineales y comprensibles a visuales y abstractos. De hecho, en este preciso momento, los *inputs* se convertirán en una representación visual, pero sobre todo en una representación única. Esto se debe a que cada dato transmitido será recogido y enviado de forma directa e instantánea. De esta manera y a través de información específica se creará una verdadera obra de arte generativa que surge del uso exclusivo de la instalación. Hecha esta premisa, la tesis tendrá una primera parte más teórica y centrada en el estudio y la expansión de la realidad aumentada y del arte generativo. En este primer paso, se introducirán conceptos teóricos que han influido y ayudado al estudiante a concretar el concepto base de este trabajo de fin de máster. Luego, en la segunda parte se describirá el proceso completo que llevó a la finalización de la aplicación. Esta última, estará compuesta por scripts de programación y representaciones del diseño de la aplicación, además, esta etapa determinará cada paso y dificultad que se encontraron durante el desarrollo del prototipo. Por último, se describirá la parte de prueba de la aplicación por un pequeño grupo de personas, de diferentes edades, que tendrán como objetivo interactuar con la aplicación y encontrar cualquier problema relacionado con cualquier mal funcionamiento. Esta última parte representa el primer enfoque entre el usuario y la instalación, y además de garantizar su funcionamiento, hará entender si *Colabo[RA]tiva* es realmente un

producto interesante y estimulante para el público. Todas estas partes y pasos se convierten en fundamentos para hacer comprender el proyecto en sí, su objetivo y sus perspectivas futuras. Pero no hay que olvidar que *Colabo[RA]tiva* no nace solamente como una aplicación profesional y acabada, si no que lleva consigo un fuerte componente artístico y experimental. En algunas ocasiones, también, descontextualizando y criticando conceptos de diferente naturaleza.

Palabras clave: aplicación, dispositivos móviles, realidad aumentada, arte callejero, arte generativo.

Abstract

This final work of master entitled: "*Colabo[RA]tiva - Art in digital, collaborative and urban contexts*", proposes a theoretical and practical research that combines studies on collaborative generative art and development, a priori, from an application for mobile devices. This development is the starting point for generating new art. In fact, the project consists of an application that offers the possibility to create in augmented reality your own urban art space or, more simply, admire the existing urban art representations. It was also decided to consider the areas: Vera Campus - UPV, where the operational tests will take advantage of the university community and, above all the neighbourhood of Cabanyal, Place of true purpose and purpose of the application that intends to artistically rehabilitate this historic neighbourhood. Later during the use of the application, the user consciously and personally will send data, of different nature, to a database that will have the task of storing all these entries and, in turn, sending them to a website. In this last step, the latter will change from linear and understandable to visual and abstract. In fact, at this very moment, input will become a visual representation, but a unique representation. This is because each data transmitted will be collected and sent directly and instantaneously. In this way and through specific information will be created a true work of generative art that arises from the exclusive use of the installation. Given this premise, the thesis will have a more theoretical first part focused on the study and expansion of augmented reality and generative art. In this first step, theoretical concepts will be introduced that have influenced and helped the student to concretize the basic concept of this master's thesis. Then the second part will describe the complete process that led to the completion of the application. The latter will be composed of programming scripts and representations of the design of the application, in

addition, this stage will determine each step and difficulty encountered during the development of the prototype. Finally, the test part of the application will be described by a small group of people, of different ages, who will aim to interact with the application and find any problems related to any malfunction. This last part represents the first approach between the user and the installation, and in addition to ensuring its operation, it will make understand if *Colabo[RA]tiva* is really an interesting and stimulating product for the public. All these parts and steps become foundations for understanding the project itself, its objective and its prospects. But we must not forget that *Colabo[RA]tiva* is not only born as a professional and finished application, but it also has a strong artistic and experimental component. Sometimes, too, decontextualizing and criticizing concepts of different nature.

Keywords: application, mobile devices, augmented reality, street art, generative art.

Resum

Aquest treball de fi de màster titulat: "*Colabo[RA]tiva - Art en contextos digitals, col·laboratiu i urbans*", proposa una investigació teòrica pràctica que combina estudis sobre l'art generatiu col·laboratiu i el desenvolupament, a priori, d'una aplicació per a dispositius mòbils. Aquest desenvolupament en concret és el punt de partida per a generar nova art. De fet, el projecte consisteix en una aplicació que ofereix la possibilitat de crear en realitat augmentada el seu propi espai d'art urbà o, més simplement, admirar les representacions d'art urbà ja existents. També es va decidir tindre en compte les àrees: Campus de Vera - UPV, on es realitzaran les proves de funcionament aprofitant la comunitat universitària i, sobretot, el barri de Cabanyal, lloc de vertadera fi i objectiu de l'aplicació que té la intenció de rehabilitar de manera artística aquest barri històric. Posteriorment durant l'ús de l'aplicació, l'usuari conscient i de manera personal enviarà dades, de diferent naturalesa, a una base de dades que tindrà la tasca d'emmagatzemar totes aquestes entrades i, al seu torn, enviar-les a una pàgina web. En aquest últim pas es produirà el canvi d'aquests últims de lineals i comprensibles a visuals i abstractes. De fet, en aquest precís moment, els *inputs* es convertiran en una representació visual, però sobretot en una representació única. Això es deu al fet que cada dada transmesa serà recollit i enviat de manera directa i instantània. D'aquesta manera i a través d'informació específica

es crearà una vertadera obra d'art generativa que sorgeix de l'ús exclusiu de la instal·lació. Feta aquesta premissa, la tesi tindrà una primera part més teòrica i centrada en l'estudi i l'expansió de la realitat augmentada i de l'art generatiu. En aquest primer pas, s'introduiran conceptes teòrics que han influït i ajudat l'estudiant a concretar el concepte base d'aquest treball de fi de màster. Després, en la segona part es descriurà el procés complet que va portar a la finalització de l'aplicació. Aquesta última, estarà composta per **scripts* de programació i representacions del disseny de l'aplicació, a més, aquesta etapa determinarà cada pas i dificultat que es van trobar durant el desenvolupament del prototip. Finalment, es descriurà la part de prova de l'aplicació per un xicotet grup de persones, de diferents edats, que tindran com a objectiu interactuar amb l'aplicació i trobar qualsevol problema relacionat amb qualsevol mal funcionament. Aquesta última part representa el primer enfocament entre l'usuari i la instal·lació, i a més de garantir el seu funcionament, farà entendre si *Colabo[RA]tiva* és realment un producte interessant i estimulant per al públic. Totes aquestes parts i passos es converteixen en fonaments per a fer comprendre el projecte en si, el seu objectiu i les seues perspectives futures. Però cal no oblidar que *Colabo[RA]tiva* no naix solament com una aplicació professional i acabada, si no que porta amb si un fort component artístic i experimental. En algunes ocasions, també, descontextualitzant i criticant conceptes de diferent naturalesa.

Paraules clau: aplicació, dispositius mòbils, realitat augmentada, art de carrer, art generatiu.

Índice

Agradecimientos

Resumen

1. Introducción	1
1.1 Justificación	1
1.2 Motivación	2
1.3 Experiencia previa	3
1.3.1 Desarrollo aplicación dispositivos móviles	4
1.3.2 Arte público en relación con la investigación.....	4
1.3.3 Arte generativo y sobre información	5
1.4 Objetivos	7
1.5 Metodologías	8
2. Contexto	10
2.1 Historia	10
2.1.1 Primeros años	10
2.1.2 Prototipos e innovaciones	12
2.1.3 Tecnología accesible	12
2.1.4 Corriente principal	13
2.1.5 Hoy, ámbito artístico	13
2.2 Estado del arte	15
2.2.1 La realidad aumentada.....	15
2.2.2 La realidad aumentada y la realidad virtual.....	16
2.2.3 La realidad aumentada hoy	17
3. Desarrollo Teórico.....	21
3.1 Uso de la realidad aumentada, inmersión real o parcial	21
3.2 Descontextualización <i>UI/UX</i> y arte generativo	24
3.3 Límites y no límites de la realidad aumentada	26
3.4 Sobrecarga de información	29
4. Desarrollo Práctico.....	32
4.1 Gráfica y diseño de la aplicación.....	32
4.2 <i>Front-end</i> con <i>Flutter</i> y <i>Dart</i>	41
4.3 <i>Unity</i> y <i>Vuforia</i>	49
4.4 <i>Back-end</i> y base de datos	49

4.5. <i>p5.js</i> y obra generativa	52
5. Pruebas	57
5.1 Zonas elegidas	57
5.2 Formulario y preguntas	57
5.3 Respuestas obtenidas y analizadas	58
6. Conclusiones	61
6.1 Grado de consecución de los objetivos	61
6.2 Objetivos Desarrollo Sostenible	63
6.3 Perspectivas futuras	64
7. Bibliografía	66
8. Imágenes	70
9. Modelos 3D	71
10. Anexos	73

1. Introducción

En esta primera sección se van a analizar todos los conceptos previos e inspiraciones que han llevado a la idealización del proyecto de fin de máster en Artes Visuales y Multimedia, de la Universidad Politécnica de Valencia. De esta manera, además de entender la dinámica y la metodología del proyecto, se comprenderán los objetivos y la motivación que el proyecto posee. Todas estas características se describirán ampliamente durante estos capítulos introductorios. Posteriormente se describirá la tecnología utilizada, es decir, la realidad aumentada, y el escenario pasado y moderno en el que se ha encontrado y se encuentra esta tecnología.

1.1 Justificación

La voluntad de producir una aplicación móvil que trabaja con la realidad aumentada y el arte generativo nace de diferentes influencias artísticas. La mayoría surgidas este último año, y que están más relacionadas y dirigida a la creación de una experiencia, en este caso también envolvente, que implique al usuario o directamente y durante el uso de la aplicación misma o mediante el pensamiento posterior. Mi contribución, por tanto, consta en desarrollar un proyecto que combine el arte y la tecnología, dejando un concepto muy cercano al arte, es decir, el de representación de y para todos. De este modo, se produce una descontextualización, pero no una desnaturalización, ya que la producción artística, en esta práctica, no pierde sus principios y mucho menos se aprovecha de sus inmensas potencialidades. Esta argumentación se discute ampliamente por el crítico de arte *Brian O'Doherty (2000/2011)*, el cuál presenta el concepto de cubo blanco, es decir, la metáfora despreciativa de las galerías modernas que en los últimos años buscan cada vez más la perfección, el encerrar el arte en espacios cerrados y definir conceptos artísticos. Finalmente, este primer párrafo en esencia tenía el objetivo de introducir un concepto clave y que llevó al origen de este trabajo final de master.

1. 2 Motivación

Se decidió trabajar con la realidad aumentada precisamente porque se quería aportar una visión ulterior del arte, una forma y un punto de vista diferente, con las virtudes y defectos que esta tecnología lleva consigo. La atracción para representar y producir esta forma parcial de realidad virtual resulta ser una investigación que se lleva delante de forma personal durante casi dos años, pero, sobre todo, hay mucho interés ahora en la capacidad que esta tecnología trae consigo en equilibrar lo virtual con el entorno real. De hecho, con los últimos *software* y medios de ver esta realidad, tanto los móviles como las Tablet, han alcanzado un nivel de reproducción impecable, y nos hacen pensar, a menudo, si lo que estamos viendo es real o no. Este enfrentamiento, a menudo violento se percibe como algo más tangible que la realidad virtual, por ejemplo, a pesar de ser una forma de percepción de la realidad de forma no real. A menudo, se utiliza esta forma de realidad para superar fobias o para aprender, esto porque lo que vemos, aunque sea a través de una pantalla, parece estar más cerca de nosotros y más a nuestro alcance, aún más si estos elementos virtuales interactúan con nosotros o con el espacio real. Por otro lado, esta tecnología no tiene la importancia que merece, hay sugestión y muchas críticas sobre esta forma de realidad, sin embargo, esto también sucede en general, es decir, el no conocimiento nos lleva a dudar de algo que podría tener grandes potencialidades. Si bien el concepto de realidad aumentada es muy antiguo, sobre todo si lo comparamos con la realidad virtual y mixta que ahora conocemos. De hecho, esta tecnología ha estado presente durante muchos años y se ha utilizado en diferentes campos, pero nunca ha encontrado su verdadero espacio. Este preciso aspecto se valorará y profundizará en el subcapítulo de historia de estos términos, en el cual se enumerarán los años más importantes y revolucionarios para la realidad aumentada. De todas formas, un paréntesis, hace varios años hicieron creer que el lugar adecuado para esta realidad fuera la industria de los videojuegos, lanzando uno de los juegos de la infancia que más ha dejado huella en la última década. Se hace referencia a *Pokémon Go*, el videojuego que ha sido la consagración de la realidad aumentada en el ámbito lúdico, pero no solo porque por absurdo este juego ha permitido conocer esta tecnología a todas las personas que, al menos, una vez lo han jugado. Sin embargo, esto no fue suficiente, o más bien duró relativamente poco, porque el verdadero protagonista en el ámbito de los videojuegos pasó a ser la realidad virtual que aún hoy representa la visión de la realidad más utilizada y conocida.

Para concluir este párrafo, se subraya la sensación de que la realidad aumentada ha terminado o no ha evolucionado, dados los pocos proyectos conocidos por el gran público a gran escala. Hay que ser consciente de que esta sensación no es del todo cierta porque investigando para este proyecto de fin de máster y durante esta tesis escrita se van a describir y conocer todos los proyectos que llevan consigo esta tecnología de una forma innovadora y diferente a lo habitual y que todavía puede representar a la realidad aumentada como una tecnología por descubrir. Las numerosas potencialidades ocultas, el poco conocimiento de este campo y su papel en la sociedad moderna serán los puntos clave para hacer recapacitar a las personas más escépticas sobre el uso de la realidad aumentada en el siglo XXI.

1.3 Experiencia previa

La idea de esta propuesta surge principalmente después de dos influencias artísticas. La primera se debe a una visita fortuita al proyecto *The People's Picture de Helen Marshall*, en un espacio público al aire libre (H. Marshall, Stoke-on-Trent, 2017). Esta pequeña exposición representaba las obras del artista en forma de mosaicos. De hecho, cada representación estaba formada por cientos o miles de otras imágenes, en particular *selfis* de gente común. Esta voluntad de conocer el arte y desarraigarlo de su concepción más clásica estimuló mi creatividad y me ha hecho pensar en un modo de producir partiendo de informaciones ya presentes. La segunda, influencia artística, la recibí después de ver en primera persona algunas obras que residen en *Ars Electronica*, en Linz, Austria. En esta ciudad, tuve la oportunidad de colaborar con este certamen de arte contemporáneo y asistir al Festival Universitario 2022, que llevaba el tema: *Planet B*¹ (Ars Electronica, 2022). Después de una primera visita al centro de arte me quedaron impresas las representaciones de arte multimedia que se centraban en la imagen generativa y en cómo obtener una imagen, o más en general una representación, a partir de datos u otras imágenes. Estas primeras representaciones, más crudas y particulares, se definen como imágenes primitivas y dan la posibilidad de crear una representación aún más completa y general. Estas primeras influencias artísticas están relacionadas con el arte generativo y una manera de crear una

¹ Ars Electronica, *Festival Universitario '22*. Programa evento, recuperado en <https://ars.electronica.art/planetb/de/festivaluniversity/>.

reproducción través de otras reproducciones inherentes o menos a la imagen original.

1.3.1 Desarrollo aplicación dispositivos móviles

Los conceptos del párrafo anterior, en esta tesis, son fundamental porque se decidió agregar este pensamiento a un proyecto concreto y más técnico, es decir el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles que trabaja: con la realidad aumentada, ampliamente subrayada, los datos de los usuarios, *input*, y la imagen generativa, *output*. Estos tres elementos se unen en esta instalación y dan forma a un único elemento capaz de tratar y relacionar estos temas con el arte público e independiente. Así que quedaba la voluntad de seguir la línea de investigación del desarrollo de aplicaciones móviles que generara representaciones en realidad aumentada. De hecho, se decidió especializarse en esta rama artístico-técnica, con especial atención al diseño y la experiencia de uso. Llegados a este punto, se hace necesario mencionar como un primer enfoque de esta tecnología, aunque experimental, se tuvo durante el desarrollo de la tesis de licenciatura. En esta ocasión se produjo la primera *app*, con mecánicas y métodos diferentes, pero que siguiera siempre la línea de producción artística y arte público. Esta experiencia permitió enriquecer la complejidad del proyecto y ponerse a prueba con esta tecnología. En consecuencia, se decidió seguir produciendo una aplicación para dispositivos móviles e investigar sobre el arte urbano y público, verdadero protagonista en las representaciones de realidad aumentada propuestas, con especial atención también en la parte de arte generativo, mencionado anteriormente, que representa el paso siguiente en esta tesis de fin de máster. Además, una de las características básicas de la aplicación ya producida y ésta es la capacidad de desarrollar una instalación que encuentra su uso real en la carretera y que, por lo tanto, se utilizará para las calles urbanas de la ciudad que, sin duda, tendrá una estrecha relación con el arte urbano real y virtual.

1.3.2 Arte público en relación con la investigación

El concepto de arte público va más allá de la definición clásica de arte abierto al público y gratuito, de hecho, como propone este mismo proyecto se

convierte en una forma de arte por y para el público. Como resultado, el objetivo se convierte en el público, pero al mismo tiempo los artistas se convierten en el público. Esta forma de arte circular, en cierto sentido, encuentra su clímax en la creación automática, aparentemente, pero que en realidad ocurre a través del envío continuo y en tiempo real de datos que pasan de ser simples elementos aislados e independientes a ser partes de una representación más grande. Esta elevación conceptual lleva consigo muchos aspectos, como por ejemplo la colaboración a la hora de producir algo, en este caso una visualización. Para concluir este párrafo, esta sigue siendo una definición que se repetirá durante la lectura de esta tesis, a pesar de ser el nombre del proyecto, dada la importancia de este concepto que representa la base del proyecto que nos ayuda a comprender la concepción real de la aplicación.

1.3.3 Arte generativo y sobre información

En este párrafo se van a definir los conceptos, sobre este ámbito, utilizados en este trabajo de fin de máster. De consecuencia, para desarrollar este proyecto se ha investigado ampliamente sobre el arte generativo con el intento de unir esta forma de generación artística con la instalación para dispositivos móviles que se tenía en mente. En primer lugar, es fundamental definir el arte generativo que como dice Philip Galanter, notable profesor y artista estadounidense:

“Arte generativo se refiere a cualquier práctica artística en la que el artista usa un sistema, como un conjunto de reglas del lenguaje natural, un programa de computación, una máquina, u otra invención procedural, que es puesta en movimiento con un cierto grado de autonomía contribuyendo a o resultando en un trabajo artístico determinado.” (Brothers. Barcelona, 2021 marzo 29. Concepto retomado de P. Galanter)

Esta definición se une perfectamente con el objetivo y el principio que se pretende dar a la aplicación. De hecho, se ha decidido recoger datos del formulario de *Login* y *Sign up* de la aplicación y trasladarlos a una página web, que los almacena y los utiliza solamente para generar, de forma continua y diferente, una obra *web*. Y es en este preciso momento que el concepto de

² P. Galanter (2003). *What is Generative Art?* Recuperado de http://philipgalanter.com/downloads/ga2003_what_is_genart.pdf.

sobrecarga de información se hace cargo del proyecto. A menudo estamos sometidos a este bombardeo de nociones y actualizaciones a las que debemos estar atentos, en cualquier ámbito. Este concepto se analiza de manera interesante en la lectura *"La práctica artística como medio de representación de los modos de percibir la realidad espacial en el occidente contemporáneo. Un análisis teórico del proyecto plástico y visual No Vanishing Point ;)"*, verdadera fuente de inspiración con respecto al desarrollo de la parte de arte perceptiva y empática (Soriano-Colchero, J. E. López-Vílchez, I., 2019). Por consiguiente, la obra *web* que se ha desarrollado consta de ser un lienzo que proyecta imágenes o videos, de diferente naturaleza (por ejemplo: política, red social, crónica, deporte, etc..) y que aumentan a medida que las personas se registran y utilizan la aplicación. El usuario no solo puede ver esta pieza de arte generativo si también puede observar cómo su simple acceso forma parte de una representación, haciéndole partícipe y artista en cierto sentido (fig.1).

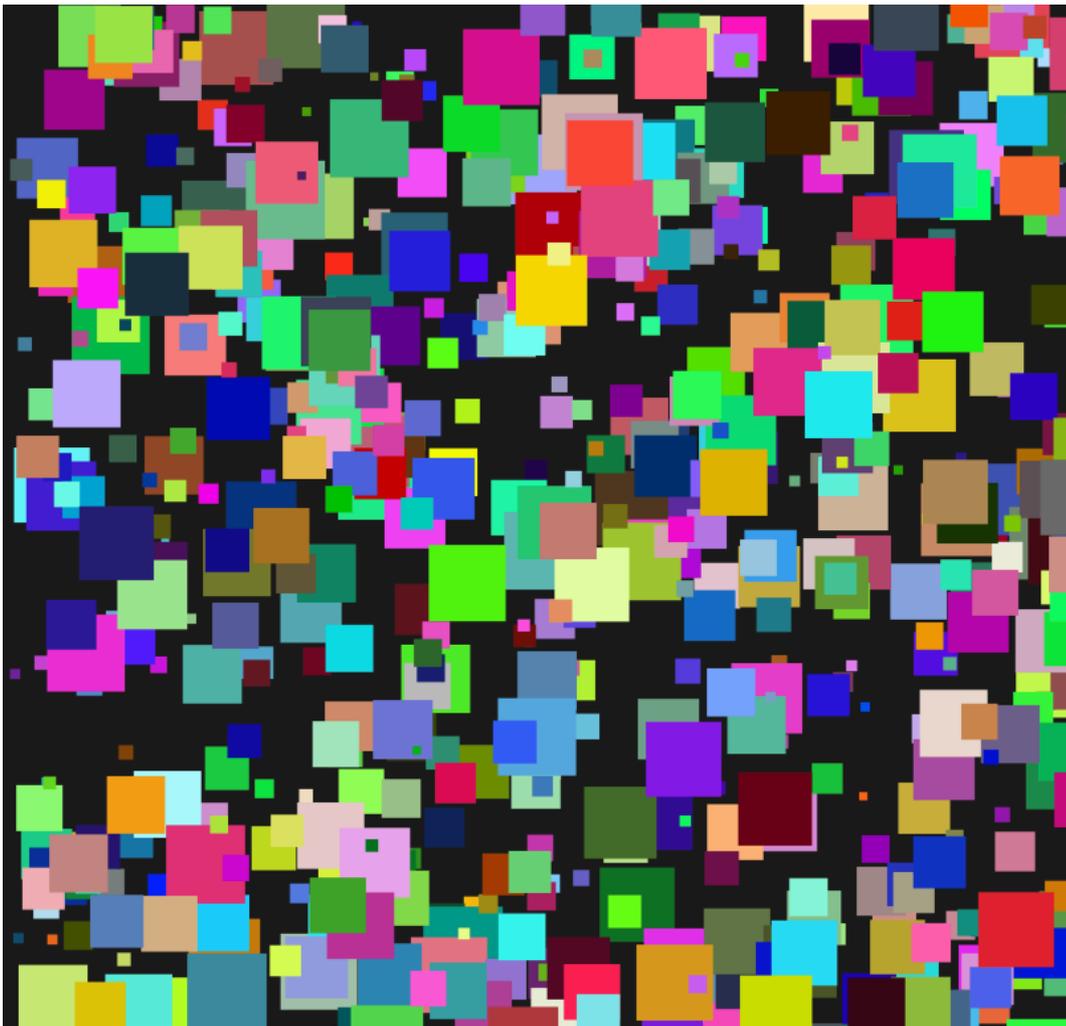


Fig. 1 *Colabo[RA]tiva*, obra generativa - sobre carga de información 2022.

1.4 Objetivos

El primer objetivo está relacionado con producir una aplicación para dispositivos móviles capaz de ofrecer, a cualquier usuario, un recorrido por el arte urbano y las exposiciones en las casas de la gente que vivía en el Cabanyal. Esta ruta, entonces, tiene como finalidad el rehabilitar virtualmente estas exactas áreas de Valencia. Esta área fue elegida por el gran impacto que tuvo en el pasado esta práctica artística, y que fue capaz ayudar a preservar un barrio histórico como este. Las numerosas zonas degradadas y en peligro encontrarán vida en esta aplicación, que, de la manera más segura posible, intentará corregir y embellecer lugares ya poco considerados. Aunque, esta forma de volver a descubrir el barrio no ocurre de la misma manera que con la que tuvo lugar en la primera década de los años 00, con esta aplicación se intenta preservar el barrio de forma artística. Por desgracia, hoy aún se encuentran áreas heridas y, por lo tanto, esta zona histórica no se valora como debería. La realidad aumentada, por lo tanto, intenta acudir al rescate de manera eficaz, rápida y gratuita, una respuesta que de manera totalmente real no se podría alcanzar con estas mismas tres prerrogativas. Como resultado, *Colabo[RA]tiva* apunta a crear un verdadero recorrido de arte urbano auto explicativo con la particularidad de ofrecer al usuario la posibilidad de admirar representaciones bidimensionales o tridimensionales en la escena real. El usuario pasa de ser pasivo y observador a activo, dato que, este último tiene que girar y encontrar las zonas seleccionadas por la aplicación en las que se podrá observar la representación digital en realidad aumentada. Además de estos resultados, la instalación móvil va a recopilar datos públicos y no confidenciales de cada usuario con el objetivo de usar estos últimos para crear una representación dictada por la difusión y el uso de la misma aplicación. De hecho, después de almacenar los datos de cada usuario en una base de datos externa, los mismos serán enviados a una página web que tendrá la tarea de transformar estas informaciones en una representación visual única y en constante evolución. El factor de mutación se relaciona con el concepto de tiempo de la obra, ya que los datos percibidos por el sitio web son en tiempo real, y, además, las mismas informaciones hacen que la representación gráfica se forma a medida que los datos llegan a su destino. Este concepto encuentra espacio entre los objetivos de la aplicación, ya que resulta ser la verdadera esencia del arte generativo y del arte colaborativo, resultados fundamentales no solo de

Colabo[RA]tiva, sino de toda la línea de investigación de este trabajo de fin máster.

1.4 Metodología

Esta investigación y producción artística experimental se centra en tres bases fundamentales que hacen que el proyecto funcione y sea sólido. Estas dos líneas metodológicas forman el propósito de la investigación y consagran la filosofía del proyecto. El primer método se refiere al conocimiento y estudio teórico de cada parte del proyecto. De hecho, la naturaleza experimental de la investigación ha llevado al estudio y desarrollo de la aplicación casi en paralelo, asimilando conceptos y probándolos inmediatamente a nivel práctico. En esencia, este método se basa en la lectura o visualización de vídeos explicativos de fuerte carácter práctico y cercano a la naturaleza del proyecto. El segundo pilar se basa en la concepción de difusión, utilización y desarrollo del arte público y urbano. En este sentido, se ha producido una aplicación gratuita y de código abierto, de hecho, el código de programación es público y accesible para todos, en *GitHub*. Esto se debe a que se trata de un proyecto interdisciplinar y difícil de realizar por una sola persona. De hecho, *Colabo[RA]tiva* promueve la enseñanza *STEAM* y su versatilidad a la hora de trabajar en grupo. La tercera base esencial en la que se funda este proyecto es la capacidad de generar representaciones visuales aparentemente auto generadas, pero que en realidad cambian con el tiempo según los parámetros recibidos. Este concepto de obra cambiante añade valor al proyecto y hace que una obra clásica sea más contemporánea. El factor temporal y colaborativo, subconjunto de este macro concepto, representa la participación activa de los usuarios que interactúan en tiempo real con la obra. Los verdaderos artistas en este proyecto resultan ser, por lo tanto, los mismos usuarios que con su participación añaden valor a una obra que sin esta contribución sería vacía y estática.

Como resumen, en este párrafo se han descrito los métodos fundamentales que llevaron a la realización del proyecto final, dando a entender los pasos clave y sus impactos directos.

2. Contexto

El segundo párrafo de esta tesis se centra en explicar la evolución y el desarrollo de la tecnología utilizada. Esta última, representa la manera de visualizar los elementos virtuales y, además, representa uno de los protagonistas fundamentales de este proyecto de fin máster. En consecuencia, en los párrafos siguientes se darán nociones más teóricas y orientadas a la comprensión de lo que es realmente la realidad aumentada. Al final de estos párrafos se concluirá el capítulo y la parte introductora de la tesis.

2.1 Historia

La primera sección, de este segundo párrafo, describe los hechos históricos y clave que llevaron al desarrollo de la realidad aumentada. Esta línea temporal empezará desde mediados del *siglo XX* hasta llegar a los días de hoy, pasando por cinco apartados, personajes y proyectos revolucionarios que han marcado la diferencia con esta tecnología. Cada período, que va por años o décadas, formaran un apartado y reportará proyectos reales y nombres de personajes conocidos en este campo, con oportunas citas y/o referencias.

2.1.1 Primeros años

La realidad aumentada curiosamente por lo que se cree tiene un origen distante. De hecho, la primera experiencia de realidad aumentada, si se puede definir así, tiene lugar en los años cincuenta. Durante este periodo, el cineasta Heilig comenzó a investigar sobre el: *Cine de experiencia* (1950-1960, Heilig M.), desarrollando una manera diferente, a nivel sensorial, y vinculada a los cinco sentidos de acompañar las imágenes en movimiento. Por lo tanto, exactamente doce años después el mismo director construyó un prototipo llamado *Sensorama*, es decir un cubo semi cerrado y similar a una consola de videojuegos antigua, que en su interior contenía cinco cortometrajes que además de proyectar las películas ofrecía al observador la posibilidad de concebir la visión también a través del olfato, el oído y el tacto. Este primer paso hacia la realidad aumentada parece casi distante a la tecnología que estamos acostumbrados a conocer hoy, pero se hace importante entender el objetivo y la

sensación que *Sensorama* dejaba al usuario que es muy similar a la sensación que deja la realidad aumentada moderna (fig.2).



Fig. 2 Morton Heilig, *Sensorama* - primer prototipo cine interactivo 1957.

Como resultado, este primer intento permanece en la historia como el primer intento real hacia una visión y percepción aumentada. Unos años más tarde, a lo largo de los años sesenta, Ivan Sutherland, con la ayuda de un

estudiante, creó el primer visor capaz de proyectar imágenes en realidad virtual y aumentada (1963, Sutherland I.). El prototipo, más cercano a la apariencia de un casco con dos lentes en los lados, se limitaba a visualizar imágenes existentes de forma virtual. Este verdadero precursor de la realidad aumentada, aunque con grandes defectos como: el peso y el tamaño, anticipaba lo que se presentaría en los años 80.

2.1.2 Prototipos e innovaciones

Solo a finales de los años 80 se dio una definición escrita de realidad aumentada y, en consecuencia, nacieron las primeras pruebas reales y proyectos relacionados con la concepción moderna de realidad aumentada. A finales del *siglo XX*, esta tecnología todavía se presentaba de forma ingenua, pero con grandes potencialidades. En efecto, precisamente en estos años, Hirokazu Kato and Mark Billinghurst, dos conocidos estudiosos y profesores universitarios, desarrollaron *ARToolKit*³ (Kato H., Billinghurst M., 1999). Esta librería de código abierto que, como sugiere el nombre, permite desarrollar aplicaciones en realidad aumentada marca un punto de inflexión. Esto porque a partir de este momento en adelante la realidad aumentada pasa de ser una investigación, un test o un prototipo a realmente un instrumento de masa y para la masa.

2.1.3 Tecnología accesible

A principios de siglo, los proyectos que utilizaban esta tecnología empezaron a ser más accesibles para el público, por lo que se comenzó a producir aplicaciones legibles y destinadas a los dispositivos móviles. No solo eso, porque los temas de estas instalaciones pasaron de ser científicos o demostrativos a abordar cuestiones más populares y útiles para los demás⁴. El crecimiento *hardware*, como computadoras o teléfonos inteligentes, y *software*, como plataformas o aplicaciones, más potentes y de mayor rendimiento, permitió

³ H. Kato, K. Tachibana, M. Billinghurst and M. Grafe (1999). "A registration method based on texture tracking using ARToolKit.". Recuperado en <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1320435/authors#authors>.

⁴ Freund J., [2001], marzo 1; *AR-PDA*. Columbia's Computer Graphics and User Interfaces Lab, [2001]. *Guía de restaurantes móviles de RA en ISAR*; Kooper and MacIntyre, [2000]. *RWWW Browser*.

que la realidad aumentada emergiera aún más e, Incluso llegara a uno de sus picos de uso y complejidad más altos históricamente.

2.1.4 Corriente principal

En dos mil diez, la unión entre la realidad aumentada y el aprendizaje automático se convirtió en el verdadero protagonista y se empezó a pensar que este último encontrase, en este campo, la manera máxima de expresión. Como nos muestra el proyecto *City-of-Sights paperboard models* (Gruber L., 2015); aplicación turística que reconoce los edificios históricos y los señala mediante recuadros de colores; o, también, el proyecto *In situ information creation by Langlotz*⁵: esta última reconoce las estructuras más comunes y proporciona información sobre las mismas (Langlotz, T., Mooslechner, S., Zollmann, S., 2011). Ambas aplicaciones trabajan conceptos de capacidades tecnológicas y características humanas. Con particular atención al entorno urbano y la relación que tiene con el ciudadano, esta relación se profundiza de manera completa en el artículo web italiano *Le migliori app di realtà aumentata per il turismo* (Le emozioni di un viaggio, 2020). Concretamente, por un lado, tenemos la realidad aumentada y, por otro, la capacidad de reconocer objetos, tarea dictada por la inteligencia artificial. Esta combinación representa el segundo verdadero paso de esta tecnología ya confirmada. A este respecto, en dos mil quince, además de tener compañías que centran sus objetivos en la realidad aumentada empiezan a aparecer particulares, que, hoy en día, exponen proyectos tecnológicos que incorporan y conectan el arte con otras áreas de estudios.

2.1.5 Hoy, ámbito artístico

Uno de los muchos proyectos que utilizan esta tecnología, pero que al mismo tiempo resulta ser un referente para esta investigación de fin de máster es *DARV_Steps Untold* (Fig.3). Proyecto seleccionado y expuesto durante el Festival FMR 21- *Art in digital contexts and public space*, en Linz, Austria.

⁵ VisualComputingOtago (2011, enero 12). *Sketching up the world: In situ authoring for mobile Augmented Reality*. Recuperado en <https://www.youtube.com/watch?v=TjUwRIRzCus>.

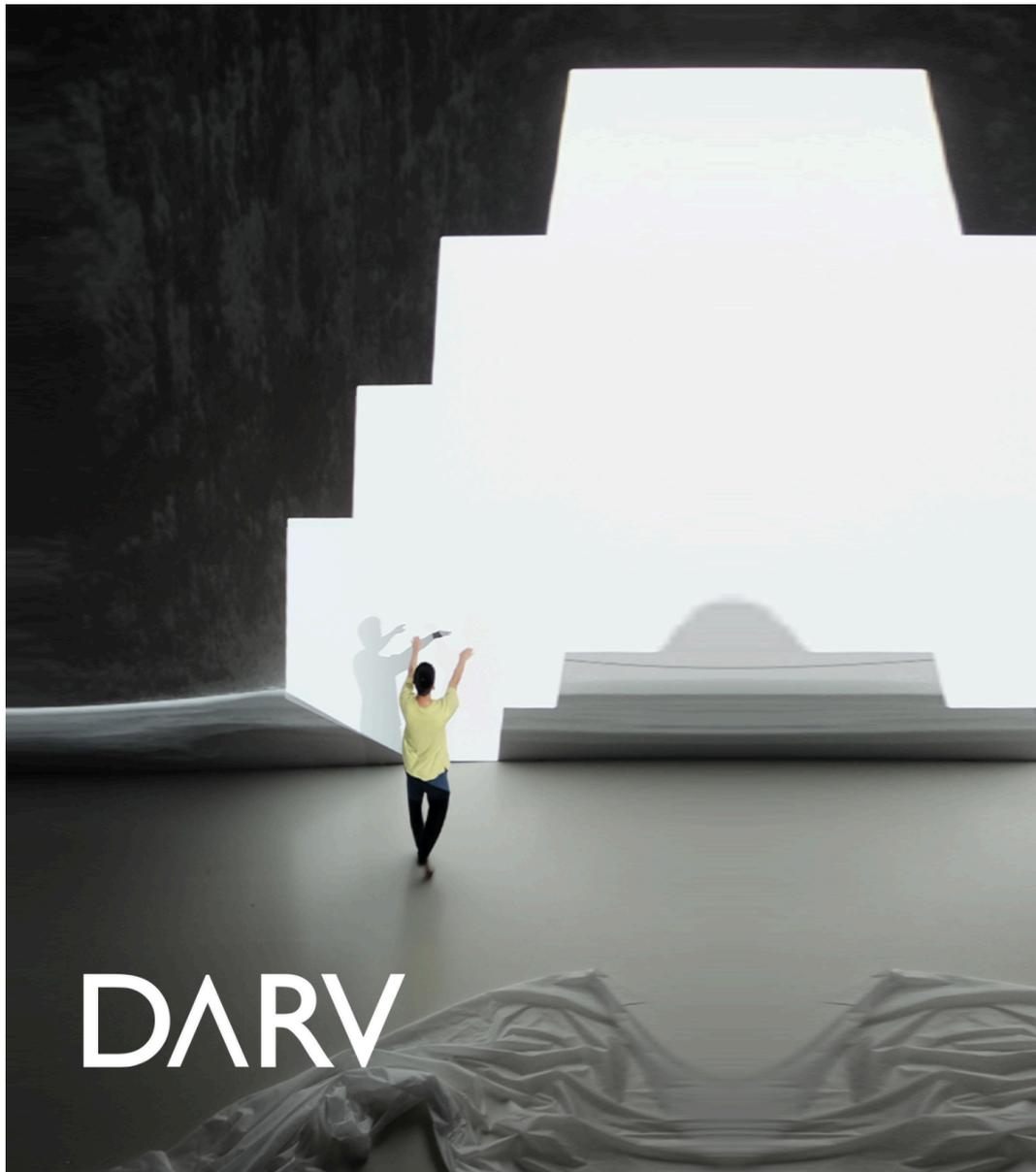


Fig. 3 *DARV_Abandoned Land 2.0*, Intermedia dance performance - Ars Electronica Festival 2020.

Resultó ser uno de los proyectos inspiradores que se tuvo la oportunidad de conocer durante la estancia de un mes en Linz para el Festival Universitario 2022. Las siguientes líneas describen completamente el objetivo del proyecto y la motivación del grupo para llevar a cabo una investigación moderna y empática.

“DARV_Steps Untold is a series of Mixed Reality performative interventions on steps and stairways in the public space of Linz. The project addresses the social

pressure for optimization and constant (self-) improvement, the continuous (re-) positioning and integration in new contexts.⁶ (DARV_Steps Untold 1.0, 2020)

Este proyecto producido en grupo representa un paso más en el uso de la realidad aumentada. De hecho, en este caso, esta tecnología se utiliza como un acompañamiento para la puesta en escena real. En consecuencia, el doble rendimiento real virtual desencadena un mecanismo de interés y contraste que en el espectador se concreta en la identificación y la confusión al entender lo que realmente está viendo y lo que es fruto de un proceso informático. Además, la temática básica del proyecto propuesto por el grupo *DARV* se funde con la de esta investigación. La sobrecarga de información y noticias a la que estamos acostumbrados a absorber es una fuente de inspiración en este trabajo e, incluso, la presión social y la constante (auto)mejora que el grupo artístico representa a través de una actuación en *Mixed Reality* es un concepto buscado y estudiado por *Colabo[RA]tiva*. En definitiva, este proyecto artístico representa una gran inspiración, dada la manera diferente de usar una tecnología tan potente como poco utilizada.

2.2 Estado del arte

En este párrafo se definirá primero la realidad aumentada dando conceptos básicos para comprender esta tecnología y saber cómo funciona. Luego, se enumerarán las diferencias entre realidad aumentada y realidad virtual, llegando a explicar por qué en este proyecto de tesis se ha preferido utilizar la realidad aumentada. Por último, se cerrará el párrafo general con un breve subpárrafo que describe la realidad aumentada hoy, como ha cambiado, como se ha desarrollado, pero sobre todo su desvío artístico que representa una verdadera inspiración para esta línea de investigación.

2.2.1 La Realidad aumentada

La realidad aumentada se puede definir como algo que enriquece una situación concreta, en consecuencia, una superposición de uno o más elementos virtuales que interactúan, o no, con el espacio real. Estos elementos virtuales se

⁶ DARV (2021). *Gallery*. Recuperado en <https://darv.org/Steps-Untold-Gallery>.

generan mediante técnicas de *hardware* y *software* con el fin de mostrar, en el mismo escenario, elementos de aparente naturaleza opuesta. Esta tecnología se realiza a través de información manipulada electrónicamente y tiene el objetivo de involucrar al usuario de manera semi absoluta.

2.2.2 Realidad aumentada y realidad virtual

Después de haber descrito la definición de realidad aumentada, durante la lectura de este párrafo se definirá no solo la realidad virtual, sino las grandes diferencias entre estas dos formas de visualizar la realidad.

La realidad virtual es una experiencia simulada, con referencias a espacios realistas, que mediante el seguimiento de la posición del usuario y un visor intenta proponer una experiencia envolvente y del todo virtual. Centrándonos más en las diferencias entre estas grandes posibilidades de representación y sin menospreciar una más que la otra posibilidad, a continuación, se enumerarán las diferencias más grandes, subrayando cuándo una tecnología es más adecuada y cuándo, en cambio, presenta grandes limitaciones.

El punto de partida no será el objetivo, aunque es un dato relevante, sino su fin. De hecho, hay que tener en cuenta, en el momento de elegir entre qué realidad desarrollar, si elaboramos un producto que sea utilizable al aire libre o en un espacio cerrado. Puede parecer trivial, pero la primera gran diferencia es la limitación de uso. Porque cuanto más atractiva visualmente puede ser la realidad virtual y para cuando hoy en día hay visores sin cables y menos voluminosos, siempre hay que tener cuidado con el espacio y el peligro que puede ir en contra del usuario en el momento de uso. De hecho, en estas circunstancias la realidad aumentada se defiende mejor, pudiendo así ser perfecta también en espacios públicos o abiertos como la calle o un barrio residencial. Después de eso, viene la experiencia inmersiva y atractiva visualmente que seguramente juega más a favor de la realidad virtual, dadas las posibilidades y el factor envolvente. Además, el avance que está experimentando la realidad virtual es mayor que la realidad aumentada, de hecho, esta última parece casi no evolucionar y que ya ha llegado a su pico más alto.

Luego, también se debe hacer una mención con respecto a los medios necesarios para aprovechar una realidad y no la otra. En este sentido, para tener

una experiencia parcialmente inmersiva con la realidad aumentada es necesario simplemente un dispositivo móvil, incluso solo un smartphone moderno, que ahora todos tenemos a nuestro alcance. Del otro lado, para visualizar una realidad virtual como mínimo necesitamos un visor y un espacio cerrado y protegido. Esta diferencia es uno de los aspectos clave por los que en este proyecto e investigación de tesis se ha optado por la realidad aumentada. Por último, es importante cerrar con la afirmación del principio, es decir, ampliar el discurso sobre el público objetivo. En este sentido, el uso de la realidad virtual no es para todos los grupos de edad y posee, también, un espectro de usuarios potenciales menor que la realidad aumentada. Además, la experiencia a través de la realidad virtual cambia de usuario a usuario que percibe la experiencia de manera diferente. Por lo tanto, es fundamental tener en cuenta plenamente la percepción subjetiva de usuario a usuario, lo que bien o mal se estandariza en realidad aumentada siendo una representación más cercana a la realidad y menos invasiva.

2.2.3 Realidad aumentada hoy

Aunque hoy en día la realidad aumentada parece encontrar poco espacio en el ámbito artístico, hay muchos otros campos donde esta tecnología está tomando cada vez más despliegue. Por ejemplo, hoy en día, en el mundo empresarial y de ventas, esta tecnología sigue siendo el futuro. De hecho, muy a menudo nos encontramos utilizando aplicaciones que gozan de la realidad aumentada y que nos permiten: probar zapatos (ej. *Nike - Nike aplicación*⁷), o muebles directamente en el escenario de nuestra casa (ej. *IKEA - IKEA Place*⁸). Básicamente, se nos ofrecen aplicaciones que alimentan el mercado de compraventa, pero que al mismo tiempo nos permiten probar productos de la manera más rápida y cómoda posible. En efecto, sin estas aplicaciones deberíamos recurrir a los métodos tradicionales de ir a ver el producto, probarlo y/o en caso devolverlo, en el momento en que no satisfaga nuestras exigencias. En este caso, la realidad aumentada reduce los tiempos y hace más eficiente un servicio que hasta ahora resultaba precario y de pérdida de tiempo. Además de la moda o la compra de productos, esta tecnología está tomando cada vez más

⁷ Nike. *Run Club*. Recuperado de <https://www.nike.com/ar/nrc-app>.

⁸ IKEA. *Say hey to IKEA Place*. Recuperado de <https://www.ikea.com/au/en/customer-service/mobile-apps/say-hey-to-ikea-place-pub1f8af050>.

espacio en el ámbito educativo y laboral, aunque en este último sector parece ser más eficiente la realidad virtual. De hecho, a menudo se recurre a aplicaciones de realidad aumentada que tienen como objetivo enseñar a los niños conceptos que de otro modo podrían resultar pesados y poco estimulantes de asimilar. Por el contrario, si se edulcoran a través de una realidad diferente y se aumentan los mismos conceptos de una forma más visual, se aprende más y el menor tiende a recordar más estas informaciones. Como destaca y explica el estudio producido por Tomia, titulado: *An Interactive Mobile Augmented Reality Magical Playbook: Learning Number with The Thirsty Crow* (Tomia A. B. ,2013). Durante esta relación se expone la fuerza de la realidad aumentada en el ámbito educativo y cómo ésta alienta, atrae y hace más partícipes a los niños en edad infantil y primaria. Un caso específico es el de la lectura, para aprender a leer mejor y entender de manera más completa lo que se ha leído, esta tecnología encaja perfectamente. Finalmente, no por ello menos importante, sino más bien para volver a la senda de este trabajo de fin máster, está el uso de la realidad aumentada en el ámbito artístico. Nunca como ahora, esta tecnología, como también la realidad virtual, está ganando cada vez más terreno para producir obras artísticas, de diferente naturaleza, pero sobre todo para exponer estas últimas. De hecho, los ya conocidos *NFT* o incluso más simplemente las obras virtuales públicas y gratuitas ya se pueden encontrar en las galerías virtuales. Las cuales, por motivos de costes, compromiso y burocracias, parecen cada vez más presentes en nuestra vida cotidiana. Los mismos museos durante varios años y después de la pandemia han introducido visitas virtuales de sus exposiciones extremadamente realistas y eficientes. En definitiva, la exposición virtual parece más presente, y un escenario próximo, por esto, se debería saber aprovechar esto y acostumbrarse más a esta forma de visitar museos o galerías.

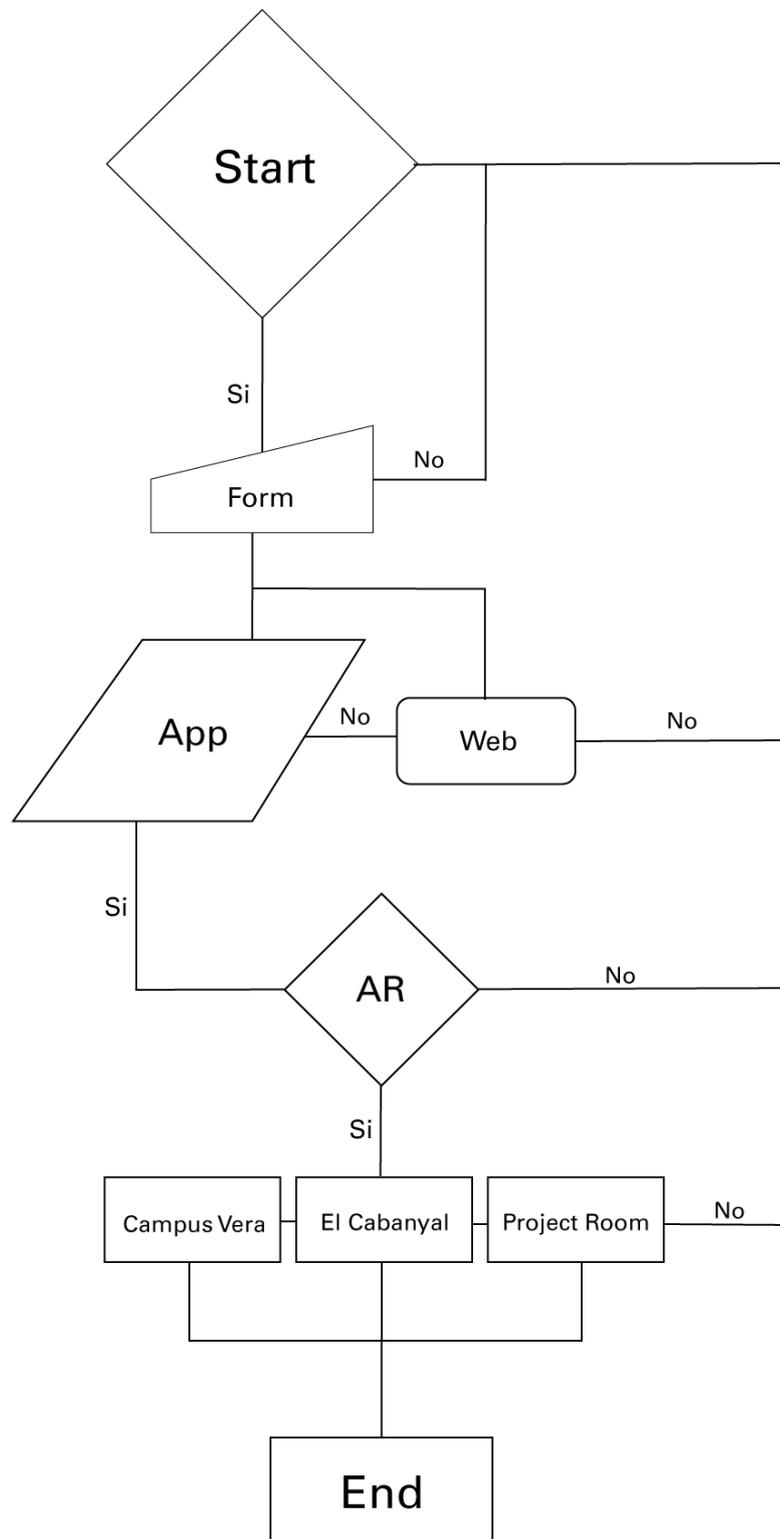


Fig. 4 Colabo[RA]tiva, utilizo aplicación desarrollada - flow-chart 2022.

3. Desarrollo teórico

En este tercer capítulo se van a enumerar y describir los aspectos teóricos del proceso y el desarrollo del proyecto que han ayudado a llevar a cabo la aplicación en realidad aumentada para dispositivos móviles. Se ha decidido separar el proceso teórico del desarrollo práctico, para mantener mejor entendido lo que ha ayudado al pensamiento del proyecto por lo que fue el enfoque de producción real. De esta manera, todas las nociones preconcebidas se ubicarán en este primer apartado mientras que todas las componentes técnicas se ampliarán en el próximo capítulo.

3.1 Utilizo de la realidad aumentada, inmersión real o parcial

La realidad aumentada es el verdadero sujeto de esta tesis, pero en esta investigación no se limita a su concepto clásico, si no en una idea más orientada a mejorar la realidad que podemos ver con nuestros ojos. De alguna manera, gracias a esta tecnología, tenemos la oportunidad de percibir la realidad de otra forma, obteniendo, así como un *sexto sentido*. En este proyecto en particular esta tecnología se utiliza de una manera constructiva y restauradora. Las zonas abandonadas o en ruinas de esta manera adquieren gracia y popularidad. Muy a menudo no es necesario construir de nuevo ciertas estructuras, sino trabajar en las ya presentes en el territorio. Un ejemplo, en este sentido, lo ofrece el artículo académico "VIRTUAL RESTORATION OF DETERIORATED RELIGIOUS HERITAGE OBJECTS USING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES" (Gîrbacia F., Butnariu S, Orman A. P. and Postelnicu C. C., 2013). En esta lectura, se profundiza el concepto de restauración en ámbitos histórico-religioso, de una manera conservadora y destinada a preservar las estructuras religiosas antiguas. En este proyecto, en concreto, hay un amplio trabajo de modelado y de unión de la estructura real con los elementos artificiales con respecto al proyecto de esta tesis. De todas formas, conciliar los aspectos reales con los elementos virtuales representa casi una utopía porque, por lo menos ahora, resulta complicado llegar en una coexistencia perfecta. Este objetivo encuentra su eficiencia en el límite humano y, en particular, en la limitación que el hombre tiene a la hora de ver y percibir elementos virtuales en un escenario real. Pero no solo porque el límite es impuesto también por el avance tecnológico, si no, sobre todo, por su difusión a la comunidad. Esto significa que, si tuviéramos que

desarrollar una aplicación colaborativa y tecnológicamente avanzada, que utiliza la realidad aumentada, hay que tener en cuenta que no todos, en el mundo, poseen una herramienta con la que acceder a ella, es decir, un *smartphone* o una tableta de nueva generación y que permite tener una experiencia de uso perfecta siempre. De todas formas, tanto en la investigación mencionada como en esta tesis la realidad aumentada ofrece una posibilidad que, si no se hiciera virtualmente sino concretamente y a través del trabajo humano, no se obtendría el mismo resultado. Además, en el artículo se menciona que este proyecto utiliza también una tecnología de geolocalización, por lo tanto, esta aplicación reconoce la estructura religiosa y su ubicación en el espacio real. Esto permite una experiencia mucho más interesante y completa a nivel de utilización. Sin profundizar el ámbito restaurador, y mucho menos el campo de las estructuras religiosas antiguas, esta lectura nos permite entender como la realidad aumentada no es solo otra realidad, o percepción, sino más bien otra posibilidad de mejorar lo que percibimos con nuestros sentidos. Se hace importante subrayar como no se habla solamente de lo que vemos, sino también de lo que escuchamos, que amplía nuestra experiencia envolvente, de una manera que nos permite alejarnos de la realidad a la que estamos acostumbrados.

En cuanto a la tipología de inmersión que el usuario siente, a la hora de utilizar esta tecnología, la podemos resumir en parcial o, mejor dicho, momentánea. Esto porque al operar con una realidad virtual que no deja de percibirse en un escenario tangible, la experiencia que se quiere dejar al usuario es de continuo contacto con la misma realidad. Como el artículo titulado: *“Virtual and Augmented Reality Technologies for Product Realization”* explica también en estas pocas líneas:

“If the computer-generated environment is completely detached from the real world and the user is fully immersed within the virtual world, this is commonly called "virtual reality (VR) technology". However, if the virtual environment is only a partial representation of the real world upon which it is projected, and the user does not experience a full immersion, it is commonly called "augmented reality (AR) technology”⁹. (M. Shpitalni and Gadh R., 2007)

A nivel envolvente esto puede parecer un límite, pero la verdadera fortaleza está en convertir este límite en una ventaja. Las dos formas de crear una experiencia pasan por la diferencia entre la realidad aumentada y la realidad

⁹ Tucker G. (versión, 2017). *Virtual and Augmented Reality Technologies for Product Realization*. Recuperado en <https://silo.tips/download/virtual-and-augmented-reality-technologies-for-product-realization>.

virtual. Se puede modelar un escenario completamente virtual y dejar al usuario dentro de este mundo artificial, creando de esta manera una experiencia envolvente más directa o, de otra forma, esta componente virtual se puede alternar con todo lo que es real y más cercano a nosotros. De esta forma creamos una especie de interés mezclado con una experiencia inmersiva que el usuario percibirá de forma indirecta. Este choque más cercano a la mente humana necesita características que interactúen con el mundo real de la forma más natural posible. Un ejemplo que nos hace entender mejor este choque entre realidad y realidad aumentada es la aplicación *Phobos AR11* producida por Fernando Tarnogol, el cuál afirma: “*Phobos se apoya en el marco cognitivo comportamental de la psicología*” (Tarnogol F., 2018) (fig.5).

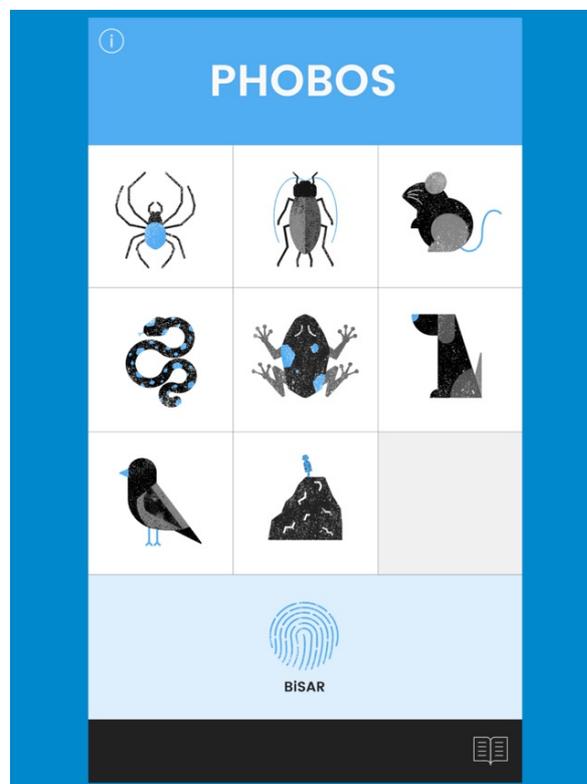


Fig. 5 *Phobos AR*, tipo de fobia a seleccionar, app 2018.

Esta prerrogativa hace entender como esta tecnología se puede utilizar, también, para tratar la psique humana, para ayudar en todo lo que converge de debilidad humana y su límite fisiológico. Este conjunto de conceptos son el verdadero tema que, hoy en día, se intenta afinar cada vez más, porque como

en una realidad virtual el escenario, tanto el modelado como la parte de sonido, es un ochenta por ciento; en la realidad aumentada el éxito de la interacción, entre el usuario y la experiencia aumentada y, sobre todo, entre los elementos virtuales con el mundo real, suponen, también en este caso, un ochenta por ciento de su eficacia.

3.2 Descontextualización UI/UX y arte generativo

El siguiente concepto clave en esta investigación es la descontextualización de la experiencia de usuario, a la hora de probar la aplicación móvil. Desde lo funcional, es decir, el punto de partida, hasta una navegación mucho más “*artística*”, que ha sido desde el principio el objetivo a alcanzar. De esta manera, el usuario percibirá una experiencia casi normal y universal, pues realmente la información que ofrece es especulativa, y realmente, no influyen en el uso de la *app* y, mucho menos, en la persona individual, ya que en algunos casos se aportan datos personales. Este aspecto controvertido quiere tratar un concepto que, en el período actual, parece ser demasiado generalizado. A menudo cuando utilizamos una aplicación, con mayor razón si no es oficial, se crea esa inseguridad y miedo en el momento de poner datos personales. De esta manera, una navegación aparentemente igual a las demás, no solo no nos tranquiliza, sino que hace entender y reflexionar sobre la cantidad de datos que se pueden dejar por múltiples usuarios guardados en una aplicación o una base de datos. Es igual que sean datos dejados directamente, como por ejemplo a través de la recopilación con un formulario, como en este proyecto en concreto o, alternativamente, datos relacionados con la experiencia de usuario. Por ejemplo, datos relacionados al tiempo de utilización total de una aplicación o, datos que subrayan las partes más atractivas de una aplicación móvil. Este proyecto no quiere tomar partido por un lado u otro, sobre la utilización de datos personales de una aplicación, más bien quiere hacer visual estos datos y utilizarlos de forma artística. De hecho, todos estos conceptos, sobre los datos de los usuarios, se han relacionado directamente con el arte generativo en este proyecto de tesis. Además, estos dos aspectos están más cerca de lo que parece, porque uno de los dos necesita al otro y viceversa. El arte generativo, o más bien en este caso el arte auto generativo, necesita más en general de input, datos de entrada, que una vez que llegan a su destino se convierten en algo visual. Esta toma de forma convierte

simples datos, en este caso dígitos o números, en algo más complejo y potencialmente infinito. Los usuarios, en consecuencia, no dejan de ser los verdaderos generadores de arte y los sujetos principales. Esto permite tener no sólo datos diferentes entre los otros, si no también, informaciones personales y reflexivas. Las posibilidades que ofrece el trabajo con los *Big Data* es algo que no estamos acostumbrados ver de forma artística, como máximo en forma de gráficos e informativas, pero tener la posibilidad de delimitar a estos datos nos hace comprender mejor su grandeza. Adicionalmente a todo esto, hay una característica de estos tipos de datos fundamental, es decir, su periodicidad y continuidad en el tiempo. Estas dos características forman la unión entre datos y arte generativo, porque esta última, necesita de datos que llegan en cada momento, sin parar casi, porque esta sobrecarga de información es la sensación que se quiere dejar al usuario. La paradoja de definir algo potencialmente infinito está presente en esta investigación que trae consigo su componente especulativo y que trata de definir en forma de imagen.

Por último, resulta crucial definir y explicar más lo que es el arte generativo. A nivel histórico este tipo de arte tiene sus raíces bajo la corriente artística denominada *Dadá*. Sin embargo, solo en mil novecientos setenta y tres, el artista pionero Harold Cohen fue considerado uno de los primeros profesionales en utilizar y hacer uso del arte generativo cuando el propio artista usó un *robot*, nombrado como "*Aaron el robot pintor*", que venía controlado por una computadora con el objetivo de generar pinturas de manera mecánica. El arte generativo, entonces, se considera como una tipología de arte que nace y está creada por un sistema autónomo. La mayoría de las veces a través de un algoritmo o sistema informático, que trabaja con informaciones de entrada y las modifica antes de terminar el proceso. Las pocas líneas escritas por el *Tate* en Inglaterra reflejan la definición escrita, en esta tesis, justo arriba. El conocido museo de arte contemporáneo escribe:

“Generative art is art made using a predetermined system that often includes an element of chance – is usually applied to computer based art.

[...]

The term generative art is predominantly used in reference to a certain kind of art made on the net, particularly because artists devise programs that can be accessed and controlled by the public. Generative art is also associated with process art¹⁰. (Tate UK, 1982)

¹⁰ Tate UK, *DADA*. Recuperado en <https://www.tate.org.uk/art/art-terms/d/dada>.

Esta forma de hacer arte encuentra su mayor funcionalidad en formato digital, aunque no es su único camino. Esto porqué, al trabajar de forma digital se puede tener acceso a muchos más datos y en consecuencia a una obra artística mucho más completa y compleja. Como se anticipó en este formato artístico es necesario desarrollar un algoritmo capaz de trabajar con una cantidad de datos muy alta y, en consecuencia, este último tiene que ser limpio, bajo el aspecto de código. Esto significa que tener un código más simple y con menos pasajes nos permite tener un resultado en primer lugar que funcione y, luego, que no altere los datos que los usuarios ponen desde el principio. Este momento, llamado ciclo de datos de entrada lleva consigo no solo el dato mismo si no también un tiempo, más o menos considerable. Este tiempo que varía en base a las tecnologías que utilizamos, la simplicidad del código desarrollado y la cantidad de instrumentos utilizados tiene un gran impacto en la experiencia del usuario y en la visualización de la obra de arte generativo. Deteniéndonos más en el tercer aspecto, es decir la cantidad de instrumentos utilizados, el tiempo de espera, definido como latencia, va a ser más o menos largo según el “viaje” que cada dato tiene que hacer para llegar a su destino. Esto es porque el arte generativo, como he dicho ampliamente, trabaja con muchos datos continuos y necesita una base de datos amplia, y es en particular este destino que cuesta tiempo al dato mismo. El almacenamiento, temporal o definitivo, en una base de datos hace que la información pierda su velocidad inicial y, en consecuencia, llegue más tarde. Por esto en muchas piezas artísticas que trabajan con *Big Data* observamos que la visualización no se realiza inmediatamente o presenta fallos. En fin, para concluir esta sección y con la misma se ha intentado antes describir la descontextualización que se ha querido llevar a cabo, relacionada con la parte de experiencia de usuario, y, en segundo lugar, definir lo que es el arte generativo y como se ha trabajado dentro de esta Investigación.

3.2 Límites y no límites de la realidad aumentada

En esta sección se profundizará en el concepto de área que trabaja este proyecto y su relación con el mismo. El término de limite real y no limite virtual en esta investigación toma forma y representa una influencia clave. Además, llevar estas dos paradojas juntas no es tan fácil, porque se puede caer en el error de marear al usuario y no ofrecerle una experiencia agradable. El límite, claramente lo conlleva el espacio real y como he dicho en otros momentos, la realidad

aumentada, por ser tal, necesita trabajar en un componente real. Esta frontera no lleva consigo solamente factores negativos. En primer lugar, permite intercalar con espacio natural y, luego, permite entender que algo está pasando ahora y, justo frente a nosotros. Esta identificación hace que esta tecnología esté más cerca de nosotros. Además, tenemos la certeza y la seguridad de que la parte real, siendo el mundo físico, sea siempre y en todo el aspecto inalterado, en la escena, y no el factor distorsionado por terceras partes. Entonces, “¿Dónde está el límite?”.

Este último, está en su definición, por defecto, porque al ser concreto y al trabajar con elementos virtuales su interacción no será nunca natural y perfecta, sobre todo ahora y en proyectos experimentales. Lo que se puede hacer, en este caso, es acercarnos mucho confundiendo casi la mente humana. Porque, al final, la realidad aumentada no deja de ser una realidad que confunde la mente humana, que por absurdo representa el verdadero límite dentro de los límites de esta tecnología. Por tanto, nosotros somos el verdadero sujeto que confundir para tener una experiencia aumentada casi perfecta.

Por otra parte, el no límite está representado por la realidad aumentada que por defecto no posee límites a nivel de espacio y de creación. Estos espacios, que ofrecen todas las realidades virtuales más en general, se pueden asociar al concepto de *Hyperurano*, de Platón. *La Treccani*, conocido diccionario italiano, definió el concepto de *Hyperurano* del filósofo griego como:

“Termine utilizzato da Platone (ὑπερουράνιος) per descrivere il «luogo sopra il cielo» o «sopra il cosmo». In tal senso essendo lo spazio, nella concezione greca, finito e terminato appunto dai cieli, l'i. è 'luogo' soltanto in senso metaforico; si tratta in realtà del rinvio a un piano metafisico di realtà, quello delle idee, contemplato dall'anima nel suo momento più alto. Platone ne parla mediante le immagini del mito nel Fedro”.

[...]

“Platone scrive: «due sono le realtà e una domina sul genere e sul mondo intelligibile, l'altra sul visibile, per evitare di dire 'sul cielo' e non lasciarti credere che io voglia fare un gioco di parole sul vocabolo»¹¹.” (Treccani, 2009)

La diferencia fundamental es que, tanto la realidad virtual como la aumentada, no se colocan en la “*volta celeste*”, es decir lo que hay después del cielo, si no en un espacio más cercano a nosotros y terrenal presumiblemente. Esto es porque las realidades física y virtual no dejan de ser áreas en las cuales

¹¹ Treccani. *Diccionario italiano en línea*. Recuperado en <https://www.treccani.it/>.

interactuamos activamente y en tiempo real. Entonces, toda esta introducción para explicar cómo lo que no vemos, esta área no tangible, no tiene límites, y que en la antigüedad se interpretaba como ultraterrena; mientras que hoy este halo casi religioso y onírico, por absurdo, se define como más concreto y cercano a nosotros. Más sobre la experiencia inmersiva y la percepción del espacio virtual o de los varios modelos virtuales, hay que tener cuidado en acompañar al usuario en esta experiencia. Sobre todo, con la realidad virtual hay que acompañar al usuario en la experiencia y, si hace falta, seguirlo en todo el proceso. Esto porque a menudo y, más si es la por primera vez, llegar en un espacio completamente infinito hace que se necesite proceder por grados y por pasos. Las ventajas de esta amplitud pronto se explican, porque, tener la posibilidad de estar en un sitio siempre diferente y nunca igual a lo anterior es un concepto muy futurista, distópico en algunos aspectos, pero que la mente humana concibe como un nuevo estímulo. Este aspecto ha sido ampliamente explicado también por el artículo: “*Sin límites las realidades virtual y aumentada de Forbes México*”, a continuación, figura un breve fragmento del texto:

"Esta tecnología funciona al capturar un ambiente a través de sensores o cámaras colocadas en lentes u otros dispositivos *wearables* para *mapear* todo el espacio disponible y así crear una imagen tridimensional a la que se podrá añadir contenido *3D* o multimedia. En la realidad híbrida convergen al mismo tiempo los mundos real y virtual; el usuario crea e interactúa con objetos físicos y digitales en tiempo real, además de registrar cualquier acción o movimiento realizado en tres dimensiones. En un futuro próximo, integrar tecnología *multisensorial* al *MR* permitirá al usuario que los dispositivos sean capaces de transmitir olores, degustar sabores, sentir el beso o abrazo de alguien que está en otro continente, sentir la brisa del mar o el calor de una fogata." (Forbes Mexico, 2018)

En esta lectura se tratan conceptos sobre las potencialidades de las realidades virtuales y aumentadas, pero sobre todo se ilustran formas de captar el espacio circundante. En este caso en concreto, a través de *wearables*, es decir sistemas físicos y que se ponen encima de nosotros como si fueran prendas, pero que representan una manera de captar el entorno y definir, de forma virtual, los límites de nuestro entorno real. Volviendo al concepto de como el usuario necesita una entrada a esta realidad de forma suave, hay que tomar en cuenta que, también, la salida tiene que ser de la misma manera. Romper esta realidad puede llevar acciones no contempladas en el mundo tangible. Por

esto, muchas veces vemos personas mareadas, que se caen utilizando visores o que sufren fuertes sustos mediante el uso de filtros en realidad aumentada.

3.4 Sobrecarga de información

En este último párrafo se explicará cómo, de forma visual, se ha decidido representar el concepto, hasta ahora tratado solo teóricamente, de sobrecarga de información. A este respecto se ha tratado trasladar la sensación que se siente cuando, por ejemplo, se desarrolla un proyecto y se tiende a abrir un número indefinido de ventanas (ya sean carpetas, programas a utilizar o archivos) que, de esta manera, van a llenar la pantalla de nuestro ordenador. Esta gran confusión se quiere hacer sentir al usuario de una manera directa y activa, para esto se ha elegido un formato visual y dinámico como una página web. De hecho, solamente, participando y utilizando la *app* se podrán ver las obras que tratan esta temática. En todas estas representaciones la componente numérica es la que representa, de manera completa, el concepto de demasiada información. A este respecto y en la primera obra de arte generativa, por ejemplo, se ha decidido trabajar con la multitud de ventanas *web* que se abren en el momento en el que se hace una búsqueda o se desarrolla un proyecto (fig.6).

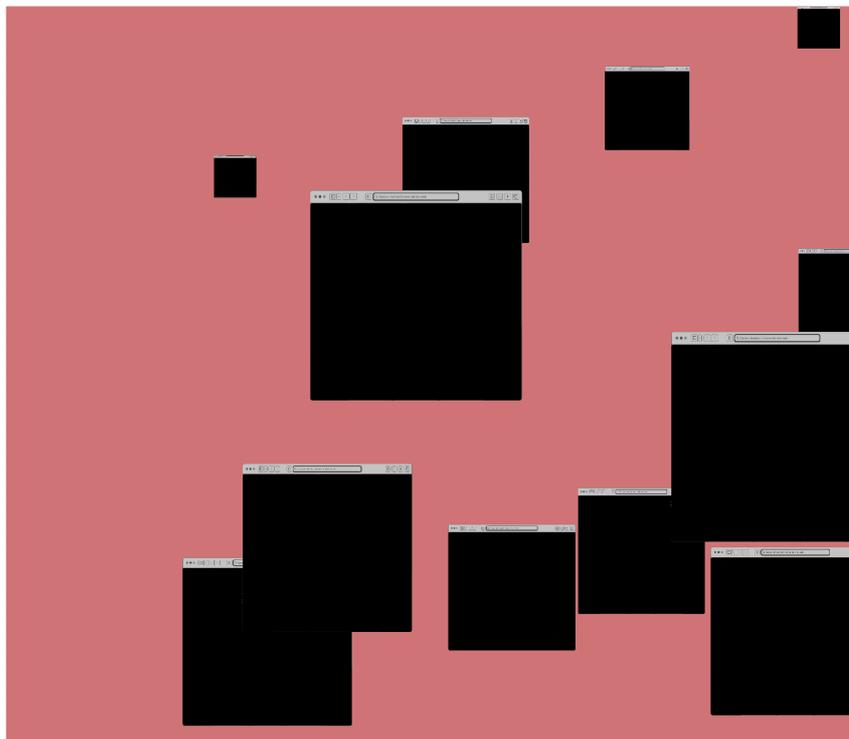


Fig. 6 *Colabo[RA]tiva* - obra *Windows*, 2022.

En particular, cada acceso a la aplicación representa una ventana *web*, observando al final un *Canvas* lleno de estas ventanas abiertas. El impacto visual que ofrece esta pieza digital moviliza en el observador un estado de estrés y crea una conexión entre obra y espectador distinto de persona a persona. Además, las posiciones de las ventanas *web* y el color de fondo cambian por cada refresco de la página *web*, de tal forma que la visualización ya no se hace estática sino más bien dinámica. Esta componente temporal, muy breve, en relación con la velocidad en la que se suelen buscar noticias o informaciones en la *web* hace que esta sobrecarga alcance cada vez más ese punto máximo y límite. A nivel, meramente visual las ventanas son con el mismo diseño de las que adopta *Safari* y, además, se ha elegido poner un color, neutro, por cada ventana antes de subirlas al código y, en particular, al bucle de generación infinita. Este color que representa como una información es igual a la otra por llegar de la misma plataforma y medio, es decir el entorno *web*, hace que haya un número considerable de páginas todas iguales y abiertas al mismo tiempo. Esto, adicionalmente, hace pensar de como muchas veces solemos buscar informaciones similares entre sí y, de cómo, dejar este historial nos tranquiliza, casi como si tuviéramos miedo de no encontrar más esa noción en el mar de información que es el mundo *web* hoy en día. Para terminar esta sección se inserta, justo debajo, una imagen de cómo se pensó, gráficamente, el concepto de sobrecarga de información. Teniendo en cuenta de que se ha mantenido esta imagen mental y visual a la hora de desarrollar la misma en el entorno de *p5.js*.

4. Desarrollo práctico

En este párrafo se describirán los pasos que han llevado a cabo en el proyecto, centrándose más en los entornos utilizados y entender los scripts producidos. Esta parte más técnica permite entender como se ha hecho la aplicación móvil y cuál ha sido su proceso de realización.

4.1 Gráfica y diseño de la aplicación

En esta sección se describirán los aspectos relacionados con la parte gráfica de la aplicación y su apariencia visual. A continuación, se mencionarán tanto el proceso de preproducción como su representación digital, pasando por el contenido gráfico de la instalación móvil. De hecho, el primer paso de esta etapa fue formar la estructura de la aplicación primero en papel para, luego, tener más fácil el desarrollo en código. Durante esta primera parte fue fundamental aprovechar las estructuras de diseño ya existentes y funcionales y unirlos a la propuesta que se quería producir. De hecho, luego de un primer esbozo en papel se ha llevado la idea física en el programa *Adobe XD*¹². Esta herramienta permite definir la interfaz de manera visual y, incluso, con la ayuda de una programación a nodos hacer las animaciones o la navegación interna de la aplicación. Este *software* permite ahorrar tiempo, obtener un resultado gráfico más atractivo, pero, sobre todo, tiene la capacidad de adaptarse con diferentes lenguajes de programación, como los de desarrollo web y, en este caso, con *Flutter* directamente.

Las principales referencias de diseño y funcionamiento fueron las de *Apple*¹³ y *Spotify*¹⁴. Aunque, estas dos referencias tienen un contenido ajeno a la aplicación que se quería crear. Ambas, han ayudado a partir de una estructura sólida y ya conocida por el público. La experiencia de usuario de estas dos compañías fueron una verdadera inspiración en cuanto a su limpieza y claridad a la hora de proponer al usuario contenidos de fácil acceso. Además, se han intentado desarrollar apartados de una forma más personal y que pudiesen ser lo más únicos posible por cada usuario. La particularidad que ofrece *Apple* en sus dispositivos o aplicaciones es diferente de las demás. Esta última empresa,

¹² Adobe XD (2016). *Introducción a XD*. Recuperado en <https://helpx.adobe.com/es/xd/get-started.html>.

¹³ Apple (1976). *Página web oficial*. Recuperado en <https://www.apple.com/>.

¹⁴ Spotify (2006). *Página web oficial*. Recuperado en <https://open.spotify.com/?>.

pone mucha atención y trabajo en los detalles más pequeños que hacen que la experiencia de uso de una aplicación genérica sea lo más única posible. Al final, entonces, todas estas atenciones hacen que la experiencia de usuario sea completa y conectada con otras aplicaciones. Un ejemplo, que hace entender más esta obsesión, en los particulares, lo demuestra el hecho de que los dispositivos *Apple*, como los auriculares, se conectan perfectamente solo con los dispositivos de la esfera *Apple*. Además, los mismos dispositivos al conectarse con un dispositivo móvil *Apple* tienen una interfaz que solamente en los dispositivos móviles *Apple* encontramos. Este paréntesis, hace entender como esta empresa busca ofrecer a los usuarios una experiencia totalmente única e interconectada. De otra parte, el diseño de *Spotify* ha sido muy útil a nivel más de estructura de diseño. Esto porque este servicio de *streaming*, enfocado en la música, al ser únicamente una aplicación, multiplataforma, posee un modelo de acceso rápido y universal. Además, más a nivel de elementos gráficos fue la primera aplicación en poner breves videos, en bucle, como portadas de una canción. Este modelo ha sido utilizado también en este proyecto produciendo un mini corte que muestra el barrio del Cabanyal. Esta colección de imágenes, en parte representan el barrio seleccionado para esta investigación, pero también hacen comprender, de una manera más visual, las potencialidades de esta área tan subestimada.

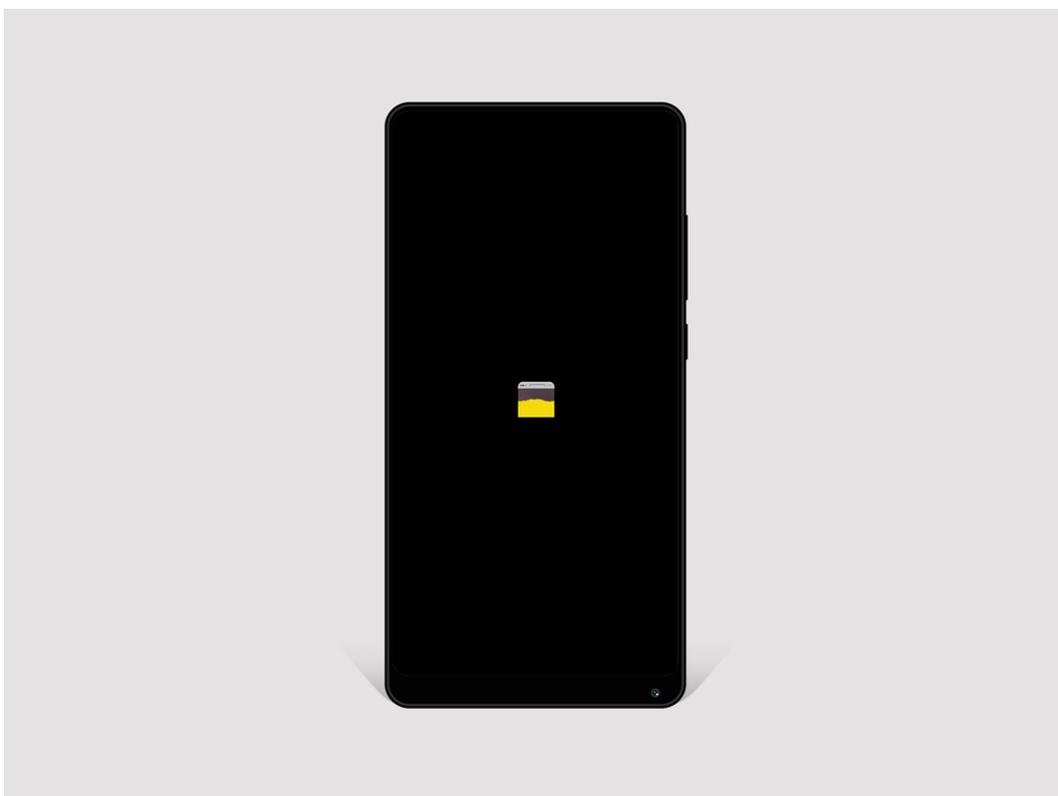


Fig. 7 *Colabo[RA]tiva - Splash page, 2022.*

Las pantallas principales y presentes en la aplicación son cinco en total. La primera de bienvenida contendrá básicamente el video, mencionado y descrito justo arriba, con anexo de las dos opciones de acceso (fig.8). Esta estructura se puede apreciar en la imagen con el mensaje “Welcome”, que tiene el objetivo, como anticipa el mismo nombre, de acompañar al usuario en un primer pase adentro de la instalación móvil. Los colores fríos, que se utilizan en todas las pantallas, indican al usuario lo que puede hacer y diferencia un elemento visual de uno, en cambio, funcional. Como por ejemplo las dos teclas que, siempre por este motivo, se proponen de un cierto color que llama la atención. Hay que mencionar, que justo antes de esta primera pantalla habrá una animación, definida como *Splash Page*¹⁵, que marcará el arranque de la aplicación y, si es necesario, sus últimas actualizaciones (fig.7). Esta animación indicada en formato de imagen estática es una forma muy utilizada hoy en día en casi todas las aplicaciones profesionales y comerciales. Esto porque, en cierto modo, se personaliza un acceso muy globalizado y, además, se distrae al usuario en ese momento de inicio que, normalmente, necesita siempre un cierto tiempo.

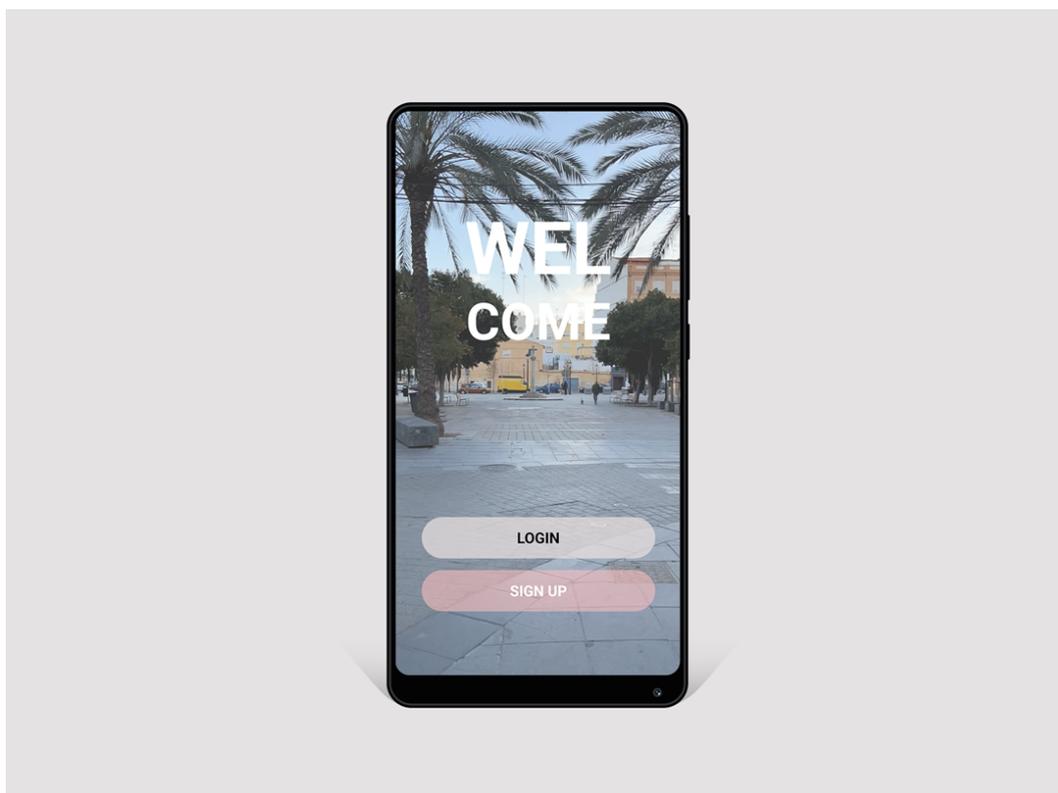


Fig. 8 Colabo[RA]tiva - Welcome page, 2022.

¹⁵ Pub.dev. *Animated_splash_screen* 1.3.0. Recuperado en https://pub.dev/packages/animated_splash_screen.

Estas dos opciones llevan al usuario a la segunda o, alternativamente, a la tercera pantalla. Estas dos opciones se han incluido por respetar el acceso clásico de las aplicaciones modernas, aunque, no hay un verdadero registro de usuarios. Por lo tanto, esta doble alternativa tiene la finalidad de hacer que el usuario confíe en esta instalación móvil experimental y especulativa. La primera forma de acceso es a través de un ingreso rápido y hecho ya posteriormente, denominado *Log In* (fig.9), que requiere menos información del usuario, en particular solo el *nickname* y una palabra aleatoria. Este acceso más fluido está dirigido, en particular, a las personas que ya una vez han hecho esta experiencia aumentada y que, en consecuencia, ya conocen el contenido de la aplicación.

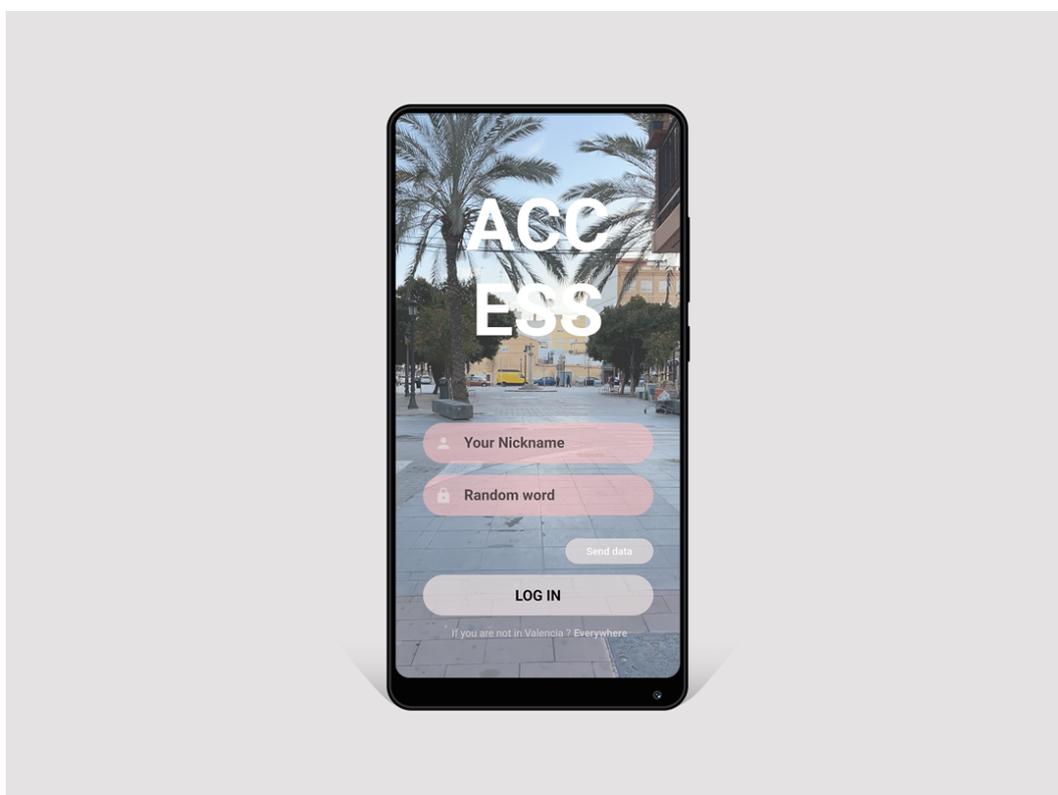


Fig. 9 *Colabo[RA]tiva - Log In page, 2022.*

Además, el hecho de no pedir datos sensibles, como se puede ver en figura y en ambas modalidades de acceso, es un punto que se ha pretendido siempre en este proyecto. Llevando, de una manera diferente, esta aplicación, a conocer el diseño de las demás aplicaciones, pero, negando sus reglas fundamentales. Mientras que la segunda opción, denominada *Sign Up* (fig.10), requiere una información más, es decir el nombre de la generación, a fin de reconocer el

rango de edad del usuario, pero sin preguntar exactamente la edad como número¹⁶. (The *Flutter Way*, 2020)

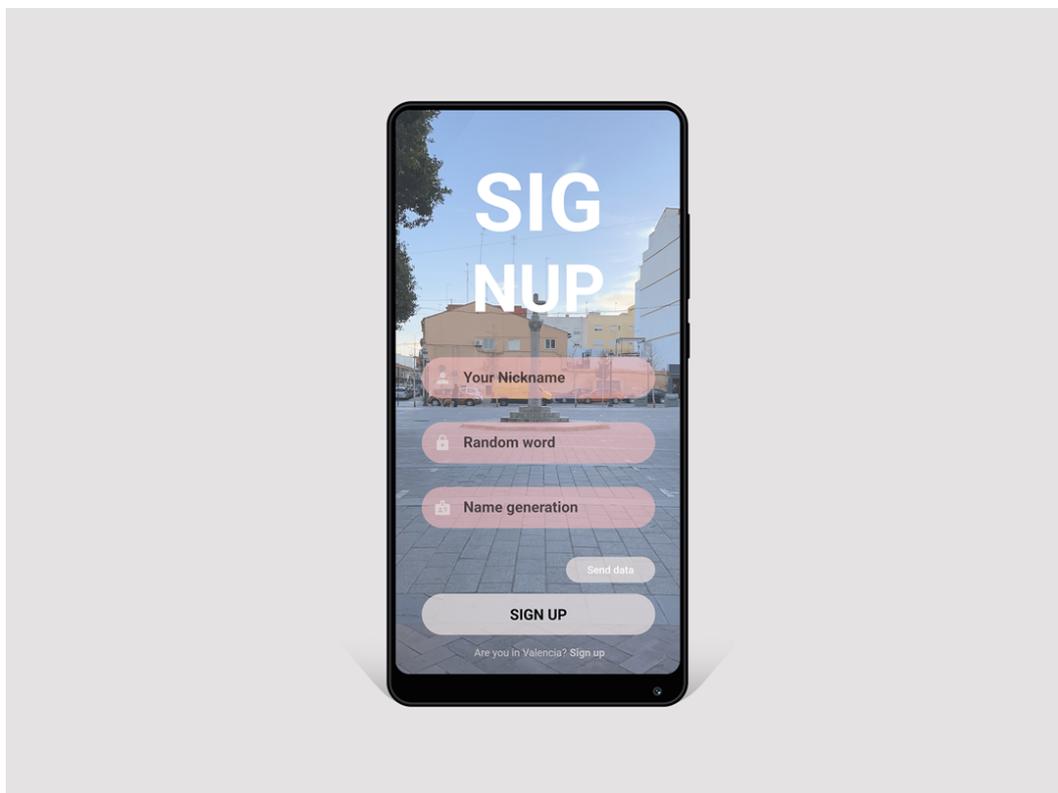


Fig. 10 *Colabo[RA]tiva - Sign Up page*, 2022.

En la imagen se denota como un elemento más, en este caso un bloque de texto de rellenar cambia la forma y la estructura de la aplicación.

Desde estas dos formas de acceso se llega a la página principal, nombrada *Home*, donde podemos ver enseguida todas las obras de arte urbano seleccionadas en la *app* (fig.11).

Se ha decidido utilizar el inglés como idioma unívoco para toda la instalación móvil para poder divulgar la misma, también, a un público extranjero, ya que se ha utilizado un lenguaje conocido en todo el mundo. Pero regresando a la forma gráfica de la aplicación, llegado a esta fase de la navegación se puede admirar una galería de obras, como demuestran las imágenes justo debajo, y que al pulsar en las mismas representaciones la aplicación permite ver una imagen en grande y ver diferentes funciones añadidas.

¹⁶ The *Flutter Way* (2020). *Welcome, Login, Signup Page - Flutter UI - Speed Code*. Recuperado el 8 de septiembre de 2022, de <https://youtube.com/watch?v=ExKYjgswJg>.

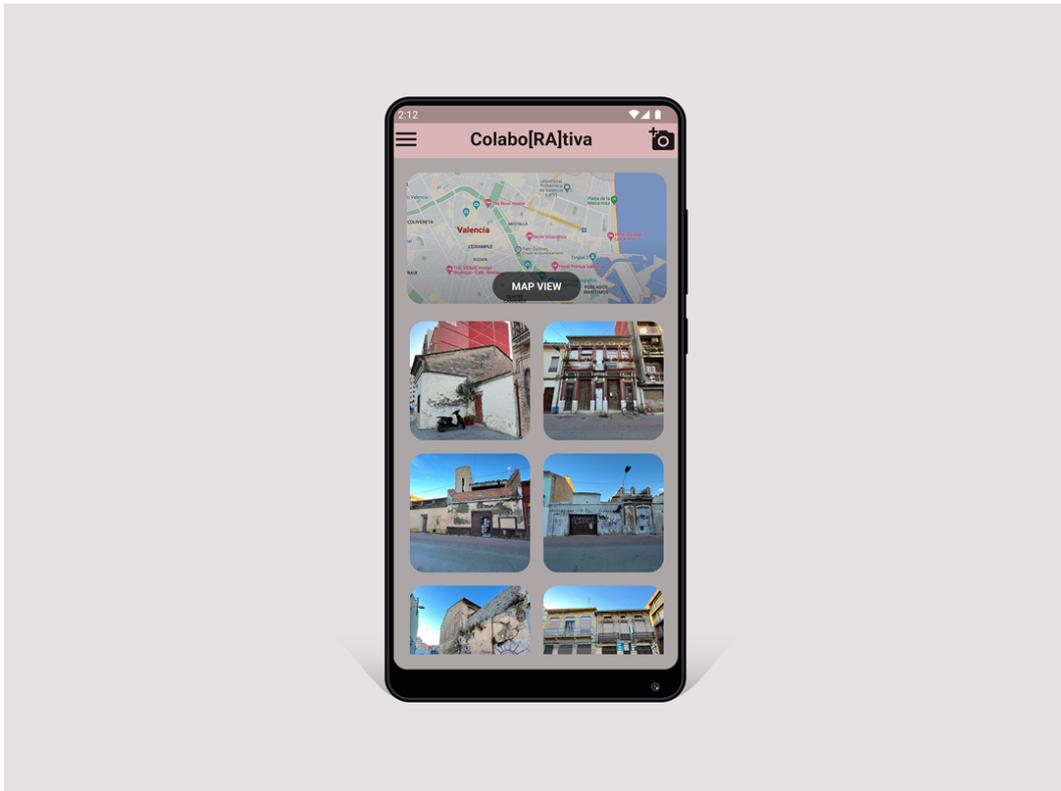


Fig. 11 *Colabo[RA]tiva - Home page, 2022.*

Como por ejemplo el ir directamente al apartado mapa para ver donde se encuentra la obra en la ciudad y como alcanzarla o, alternativamente, ver el nombre del artista de referencia (Afgprogrammer, 2019) (fig. 12).

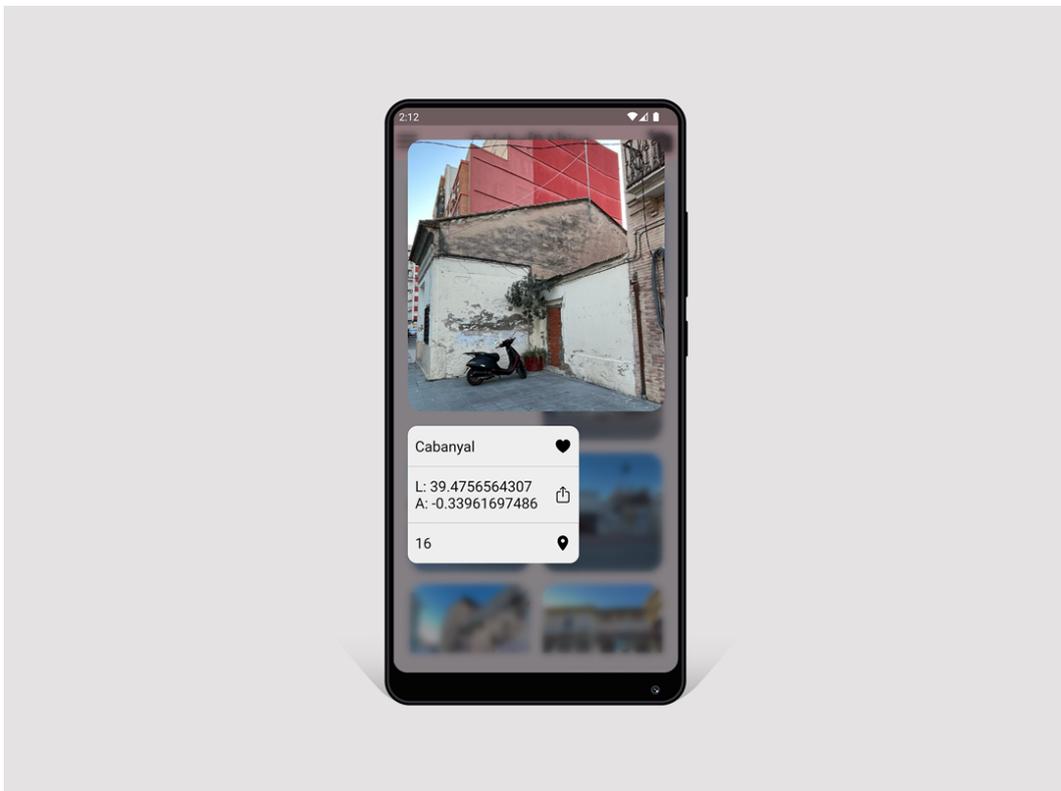


Fig. 12 *Colabo[RA]tiva - Image sección page, 2022*

De todas formas, desde la *Home* de *Colabo[RA]tiva* es posible abrir un menú desplegable con muchas más opciones soportadas, como por ejemplo la de cerrar la aplicación o compilar el formulario de votación de la aplicación. (Mike J., 2021) Además, en la parte inferior de la aplicación hay funciones adicionales que a nivel gráfico se han marcado como iconos. El último apartado de mencionar en esta parte de diseño es el de *Vuforia*, nombrado *Unity*, nombre también del programa que ha permitido desarrollar este entorno y que, además, permite ver a través de la propia cámara, posterior, los diferentes modelos en realidad aumentada (fig.13).

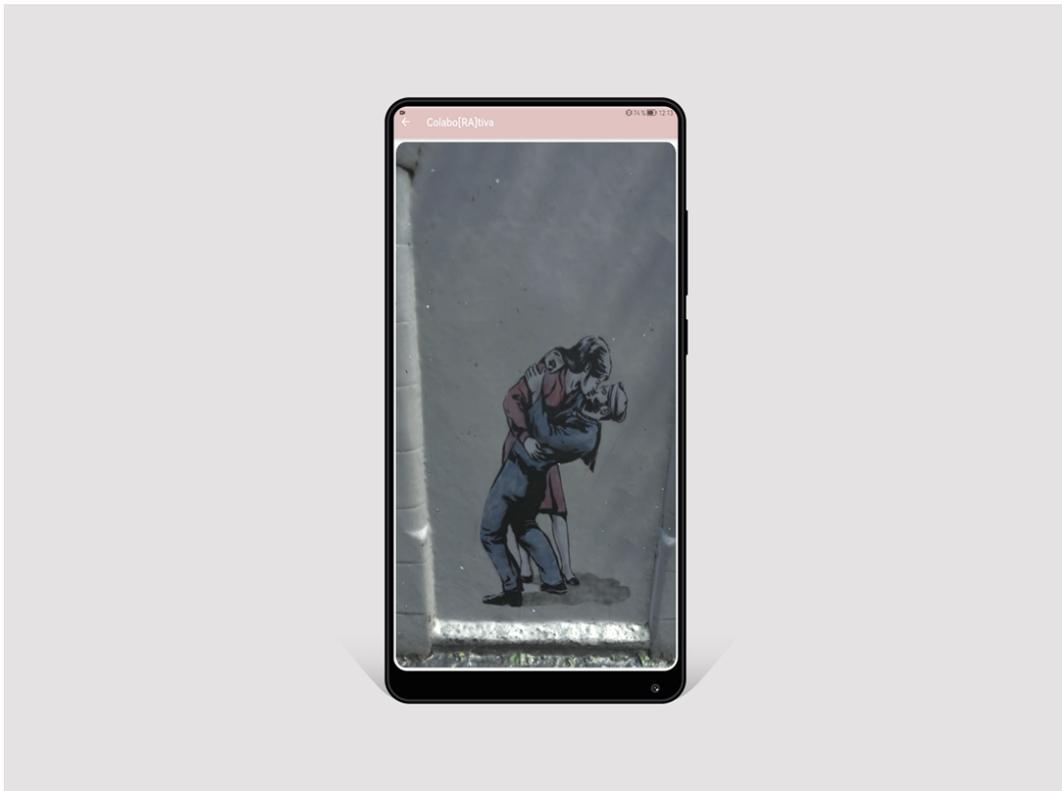


Fig. 13 *Colabo[RA]tiva - Unity page primera persona, 2022.*

Esta pantalla, mucho más sencilla que las demás porque, como se puede ver de la imagen de arriba, tiene menos información visual y, además, se ha desarrollado aparte en otro *software*, es decir *Unity* y no en *Flutter*. Aunque, una escena de realidad aumentada se puede crear directamente en *Flutter* este entorno no está diseñado para esto, ya que, tiene limitaciones en cuanto a rendimiento y cantidad de información soportada. En las imágenes de arriba, que hacen visible esta sección, se nota mucho como todo el espacio se ha dejado a las visualizaciones de los modelos virtuales (fig. 14).

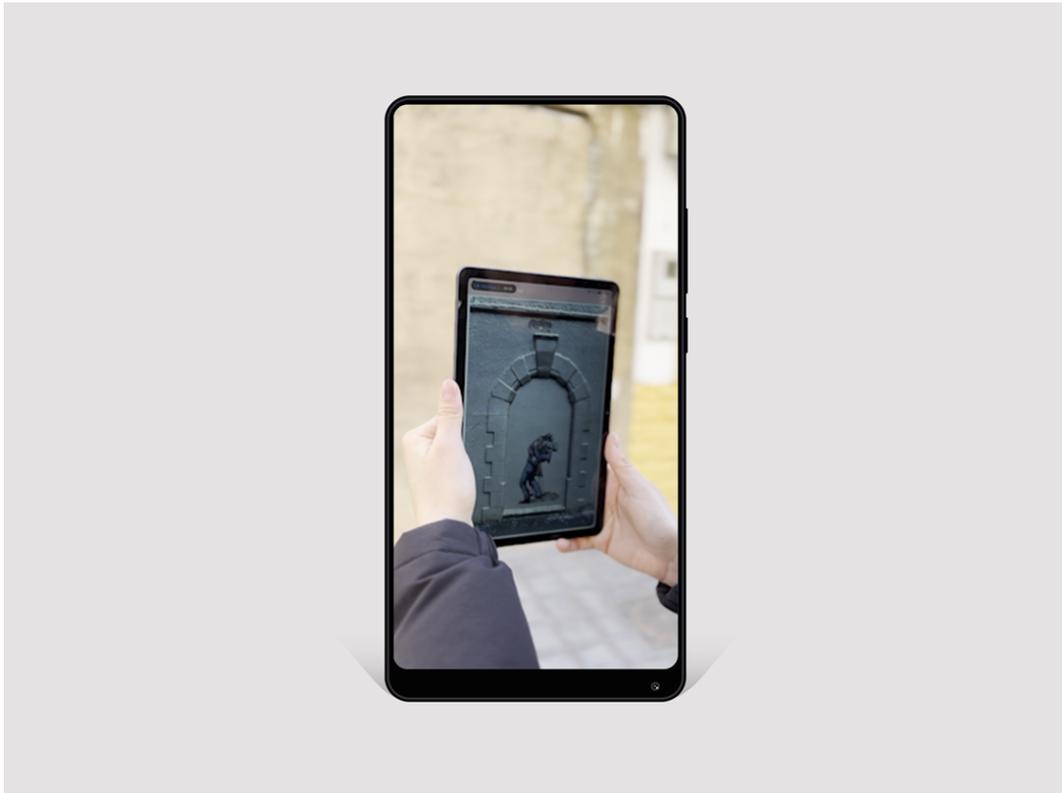


Fig. 14 *Colabo[RA]tiva - Unity page tercera persona*, 2022.

Esto es así, por un lado, para no ahogar la escena, pero, además, para dejar que la experiencia sea el elemento preponderante en este apartado y para los ojos de los usuarios¹⁷ (Csonka L., 2019).

Fuera de la parte gráfica general de la aplicación está el aspecto visual de la página web donde se visualiza la obra de arte generativa. Como se ha mencionado muchas veces este apartado es clave en esta tesis y en este proyecto de fin de máster, en cuanto representa el segundo elemento de desarrollo, después de la aplicación móvil en sí. Entonces, el factor visual de esta página web ha sido pensada mucho y desarrollada, de una manera, que tenga una conexión con el producto destinado para los dispositivos móviles. Casi como en producir una aplicación que junto lleva un entorno *web* de referencia y, donde, se proyectan de manera visual los datos recogidos. En consecuencia, esta página web, gráficamente sencilla, después de una *Home Page* más informativa podemos entrar en cada apartado, o mejor dicho cada obra *colabo[RA]tiva*. Esta forma de acceso se hace a través de un menú, *responsive*, puesto en la parte superior de la página que ayuda el usuario en moverse por

¹⁷ DevelopMe (2020). *Coding with Flutter and feel free, INCORPORER une SCÈNE UNITY3D dans une application mobile FLUTTER - TUTO FR*. Recuperado en <https://www.youtube.com/watch?v=zT1wyEmTqnw>.

toda la *web*. Cada apartado de la obra generativa representa la misma obra en un tamaño que ocupa toda la pestaña de la página web, indistintamente si el usuario está mirando la página web desde un móvil o desde un ordenador (fig.15).

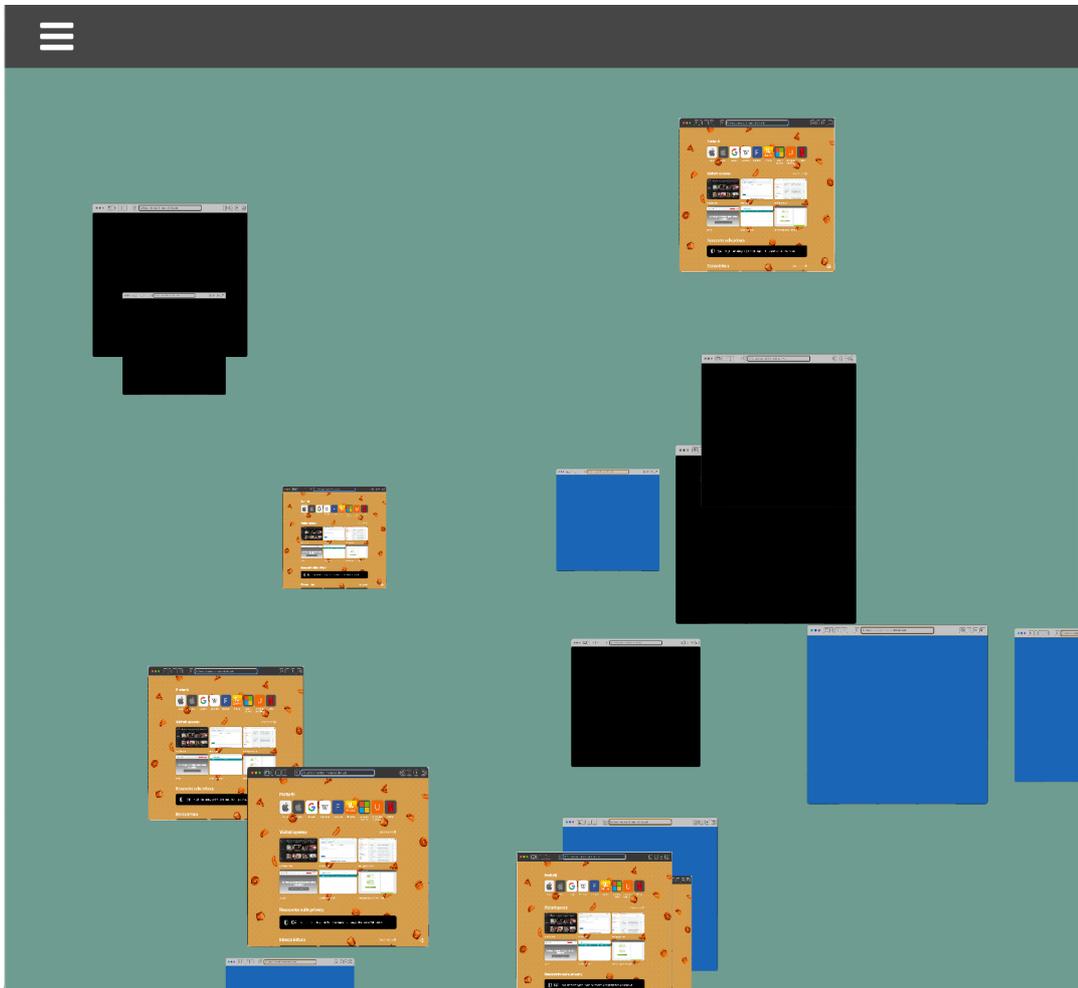


Fig. 15 Sitio web - obra *Windows*, 2022.

El factor *responsive* es un objetivo que se refleja en todo el proyecto, no solo en la fase de desarrollo de esta *web*, si no en cada apartado de la aplicación o en el proyecto en *Unity*. Esto porque el usuario debe tener la misma experiencia ya que sea con uno o con otro dispositivo.

En definitiva, se ha buscado, entonces, de dejar todo el espacio a la obra digital, como se admira en la imagen elegida, que ya lleva mucha información, y llevar, en un formato *web*, informaciones relativas a la aplicación. En consecuencia, todos estos aspectos mencionados permiten producir una interfaz fácil de usar y de utilizar en todos los dispositivos, ya que este último aspecto

hoy en día está muy buscado. Para concluir esta sección, los colores que se han elegido en la *web* reflejan los colores de las diferentes pantallas de la aplicación. En concreto son colores oscuros y de colores únicos. Esta elección permite tener un entorno, ya sea *web* o *app*, que se puede adaptar fácilmente al contenido que queremos insertar, como imágenes o iconos. Pero sobre todo no molesta al usuario durante su uso tanto dentro de una estructura como fuera y al aire libre.

4.2 *Front-end* con *Flutter* y *Dart*

En esta sección, llamada como *Front-end*, se enumerarán los aspectos de programación que han afectado al aspecto visual y que están directamente relacionadas con el apartado de diseño. Este párrafo, entonces, es el resultado de la sección anterior, que, como en un proceso ha consagrado la etapa de concepción. Una vez definidos los referentes, mencionados anteriormente, se han desarrollado las diferentes pantallas de la aplicación, ya no en forma de diseño si no, más bien, en formato informático y de código. El lenguaje de programación que se ha decidido utilizar es *Dart*, que pertenece a *Flutter*, es decir un *framework Open Source*¹⁸. Este *framework*, y por lo tanto el mismo lenguaje de programación *Dart*, permite desarrollar aplicaciones para diferentes plataformas y sistemas operativos. Esto significa que, este *software* multiplataforma, permite hacer aplicaciones, *Android* y *iOS*, con un único código. Por lo tanto, se ahorra tiempo y se hacen aplicaciones mucho más *responsive* y para todos los modelos de dispositivos móviles. En cuanto al lenguaje que se ha utilizado, es decir, *Dart*, es un lenguaje de programación emitido por *Google* con el objetivo de remplazar *JavaScript*, en futuro, en cuanto al desarrollo de aplicaciones *web*¹⁹. *Dart*, de hecho, no permite desarrollar solamente aplicaciones móviles sino también sitios *web* directamente a la hora de programar una *app*. Esto porque, a la hora de empezar un proyecto el sistema *Flutter* crea, también, las carpetas *Android*, *iOS* y *Web*. De esta manera, en cada carpeta podemos acceder y modificar los archivos del entorno que necesitamos. Esta gran intuición hace que, a la hora del desarrollo, en concreto, se están desarrollando contenidos para tres plataformas que, hoy en día, se hace cada vez más buscado por los desarrolladores y las empresas. Después de esta primera sinopsis y una vez definido el esqueleto de la aplicación, se han

¹⁸ *Flutter* (2017). *Build apps for any screen*. Recuperado en <https://flutter.dev/>.

¹⁹ *Dart* (2011). *Paint your UI for Life*. Recuperado en <https://dart.dev/>.

seleccionado las diferentes partes a desarrollar, de manera individual, dividiendo de esta forma el proyecto en partes más reducidas.

La primera parte desarrollada fue la de acercamiento y entrada a la *app*, o sea los denominados *Welcome*, *Login* y *Sign Up*. A partir de la primera, es decir la página de bienvenida, esta se produjo simplemente colocando dos botones en la parte inferior de la aplicación, que representan los dos modos de acceso al programa, y situando un video, en modo y formato *reel*, que muestra el barrio de Cabanyal y que tiene un fuerte componente atractivo (fig.16).

```
8 class WelcomeScreen extends StatelessWidget {
9   const WelcomeScreen({Key? key}) : super(key: key);
10
11   @override
12   Widget build(BuildContext context) {
13     return Background(
14       child: SingleChildScrollView(
15         child: SafeArea(
16           child: Responsive(
17             desktop: Row(
18               mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.end,
19               children: [
20                 const Expanded(
21                   child: WelcomeImage(),
22                 ), // Expanded
23                 Expanded(
24                   child: Row(
25                     mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
26                     children: const [
27                       SizedBox(
28                         width: 450,
29                         child: LoginAndSignupBtn(),
30                       ), // SizedBox
31                     ],
32                   ), // Row
33                 ), // Expanded
34               ],
35             ), // Row
36             mobile: const MobileWelcomeScreen(),
37           ), // Responsive
38         ), // SafeArea
39       ), // SingleChildScrollView
40     ); // Background
41   }
42 }
```

Fig. 16 Script Welcome page, 2022

Siendo esta la primera página, se ha querido dejar mucho espacio a un elemento visual, en este caso también dinámico, que pudiera intrigar al usuario desde el primer momento. Continuando, con los dos diferentes modos de acceso a la aplicación, primero el usuario se encuentra con el modo *Log In*, el recomendado, y luego con el de *Sign Up*. En concreto en esta sección se han

desarrollado dos pantallas diferentes con sus correspondientes bloqueos o desviaciones para que el usuario pueda acceder de la manera más correcta posible dentro de la plataforma. Una nota especial, esta sección debe cumplimentarse, ya que precisamente en esta parte, la aplicación recopila los datos de entrada que luego se transmitirán a la base de datos. Para esto, inmediatamente después de los bloques de texto aparece el botón *Send data* que permite enviar los datos recién introducidos en el formulario. Los datos, recogidos por la aplicación, se solicitan al usuario en forma de campo para completar, como por ejemplo lo de *nickname* o palabra aleatoria. Estos *boxes word*, ya conocidos por el usuario porque son similares a los de las aplicaciones populares permiten obtener un dato en formato *string* de forma inmediata y fácil de llevar en otros entornos, como lo de *web*. además, cada *box* tiene en su interior una descripción de lo que pide, de esta manera el usuario sabe siempre lo que tiene que hacer y donde. Si el usuario no compila lo que se le pide, además de aparecer una alerta que recuerda la obligación de compilación, al usuario no se le permitirá continuar navegando por la plataforma. Este bloque de compilación ha sido insertado para dar siempre nuevos datos a la aplicación que necesita estos *inputs* para producir las diversas obras de arte *web* auto generativas (fig.17).

```
86   onSave: (email) {},
87   controller: emailController,
88   validator: (value) {
89     if (value!.isEmpty) {
90       return "Enter Valid Nickname";
91     }
92     return null;
93   },
94   // ignore: prefer_const_constructors
95   decoration: InputDecoration(
96     hintText: "Your Nickname",
97     // ignore: prefer_const_constructors
98     prefixIcon: Padding(
99       padding: const EdgeInsets.all(defaultPadding),
100      // ignore: prefer_const_constructors
101      child: Icon(Icons.person),
102    ), // Padding
103  ), // InputDecoration
```

Fig. 17 Script bloqueo caracteres *Nickname*, 2022

Además, esta barrera se desarrolló directamente en el código *Dart* a través de un *if*, que verifica que el campo no devuelve un valor *null*, es decir, un valor vacío. Por último, en estas dos maneras de acceso, cualquier carácter insertado en el cuadro se interpretará como una letra y, en consecuencia, se contará en la suma de las letras finales que cada palabra insertada posee. Ya que, como se va a explicar en la última sección de este párrafo, la suma de los caracteres de cada palabra insertada tiene consecuencias, en tiempo real, en la obra de arte generativo. Posteriormente se desarrollaron las partes de *Google Maps* y *Unity*. La primera fue producida a través de un enlace directo a *Google Maps*, que permite obtener cierta información útil para el panorama relacionado con el movimiento y uso de mapas virtuales. La comodidad de este servicio, *Open Source*, aunque utiliza una *API* no gratuita, es que al pinchar en una obra específica podemos saber el trayecto o la ruta que tenemos que hacer desde la nuestra posición (fig.18).

```

89 ElevatedButton(
90   onPressed: () => MapsLauncher.launchCoordinates(
91     //37.4220041 , -122.0862462, 'Google Headquarters are here'),
92     /*VLC
93     39.466667,
94     -0.375000,
95     'Google Headquarters are here'),*/
96     //UPV
97     39.4756564307,
98     -0.33961697486,
99     'Google Headquarters are here'),
100   // ignore: prefer_const_constructors
101   //child: Text('LAUNCH COORDINATES'),
102   style: ElevatedButton.styleFrom(
103     // ignore: prefer_const_constructors
104     minimumSize: Size(150, 40),
105     // ignore: deprecated_member_use
106     primary: kPrimaryLightColor,
107     elevation: 0),
108   child: Text(
109     "Launch coordinates".toUpperCase(),
110     // ignore: prefer_const_constructors
111     style: TextStyle(
112       fontWeight: FontWeight.bold,
113       // ignore: prefer_const_constructors
114       color: Color.fromARGB(255, 255, 255, 255),
115       fontSize: 20), // TextStyle
116   ), // Text
117 ), // ElevatedButton

```

Fig. 18 *Script Google Maps*, 2022.

Este proceso no ha sido fácil de llevar a cabo, en primer lugar, porque se ha utilizado *Google* y como se ha mencionado anteriormente esta última no ofrece una *API* totalmente gratuita de relación con mapas virtuales. Entonces, se

ha decidido trabajar con la *web* de *Google Maps*, que es gratuita, solo si se abre en formato *web*. El factor interesante de este acceso *web* es que *Google Maps* se puede abrir con las coordenadas ya seleccionadas, entonces, el usuario a la hora de abrir la obra y el apartado mapa abrirá en automático el mapa con las coordenadas de la obra ya puestas. De esta manera saber dónde ir para encontrar la obra será más fácil e inmediato para el usuario.

Posteriormente, se introdujo la página del *widget Unity*. En esta sección totalmente dedicada a la visualización de los modelos *2D* o *3D*, en realidad aumentada, se pueden admirar las obras de arte urbanas virtuales. En *Dart* el desarrollo de esta parte, en particular, ha sido muy rápida y fácil. El trabajo más complicado ha sido crear el entorno en *Unity* y, luego simplemente, se ha unido el proyecto desarrollado ya en *Unity* con el *widget Unity* de *Flutter*. De esta manera, en *Flutter* se verá el proyecto hecho en *Unity* y traído no más en esta plataforma, como si fuera una previsualización, pero con todas las mecánicas y funcionalidades. Entonces en esta etapa se hablará de como se ha producido el proyecto en *Unity*, con una mención breve, de la manera en la que este último proyecto se ha traído, de forma completa y funcional en un entorno *Flutter*.

Así que para empezar antes se tiene que entender cómo se crea un elemento en realidad aumentada. Para dar este paso se utilizó la biblioteca, de nombre *Vuforia* que hace justo este proceso²⁰. Esta librería, gratuita si no se libera el proyecto en el mercado, representa unos de los *frameworks* más utilizados hoy en día para trabajar con la realidad aumentada. Esto gracias a su gran capacidad de interactuar con *Unity* y su buena visualización en realidad aumentada. Por lo tanto, solo al enmarcar, con la cámara del móvil, las zonas seleccionadas anteriormente tendremos la posibilidad de mostrar en pantalla los modelos virtuales que queremos. Las bases de datos de imágenes, modelos o, incluso, áreas hechas con *Vuforia* se pueden seleccionar directamente desde *Unity* y posicionar en el espacio del proyecto simplemente importando el archivo *Unity* que genera la librería. En el caso concreto de crear un *Image Target* el proceso que se hace empieza con la toma del sujeto que queremos que sea el *Target* de referencia y la importamos en la *web* de *Vuforia*. Este programa genera, en seguida, una tabla que representa nuestro *Database* de importar en *Unity*. Esta tabla de *Image Target*, que figura en la imagen de abajo, establece el grupo de imágenes con la capacidad de mostrar modelos virtuales sobre ellos y, entonces, las únicas imágenes que podríamos usar para generar experiencias de realidad aumentada (fig.19).

²⁰ Vuforia. *Vuforia Engine developer portal*. Recuperado en <https://developer.vuforia.com/>.

Cabanyal [Edit Name](#)
 Type: Device

Targets (17)

Add Target Download Database (All)

<input type="checkbox"/>	Target Name	Type	Rating ⓘ	Status ▾	Date Modified
<input type="checkbox"/>	 IMG_0481	Image	★★★★☆	Active	Feb 11, 2023 13:45
<input type="checkbox"/>	 IMG_0479	Image	★★★★★	Active	Feb 11, 2023 13:45
<input type="checkbox"/>	 IMG_0480	Image	★★★★★	Active	Feb 11, 2023 13:45
<input type="checkbox"/>	 IMG_0478	Image	★★★★☆	Active	Feb 11, 2023 13:44
<input type="checkbox"/>	 IMG_0477	Image	★★★★☆	Active	Feb 11, 2023 13:44
<input type="checkbox"/>	 IMG_0476	Image	★★★★☆	Active	Feb 11, 2023 13:44
<input type="checkbox"/>	 IMG_0475	Image	★★★★★	Active	Feb 11, 2023 13:43
<input type="checkbox"/>	 IMG_0474	Image	★★★★★	Active	Feb 11, 2023 13:43
<input type="checkbox"/>	 IMG_0473	Image	★★★★☆	Active	Feb 11, 2023 13:43
<input type="checkbox"/>	 IMG_0472	Image	★★★★★	Active	Feb 11, 2023 13:43

Fig. 19 Pantalla creación *Image Target* en la web *Vuforia*, 2022.

En definitiva, podemos trabajar en *Unity* con *Vuforia* o con *Image Target* o con *Area Target*, la diferencia entre las dos está en si queremos reconocer un espacio bidimensional o uno tridimensional. Esto es un aspecto que se tiene que tomar en cuenta antes de crear el modelo, también, porque no siempre podemos necesitar un espacio tridimensional, incluso si resulta ser más completo. De todas formas, para crear una imagen “aumentada” es necesario respetar algunas características que *Vuforia* pone como requisito. Estas prerrogativas están relacionadas con el brillo de la imagen y su contraste en relación con su fondo. Una vez cargada en la *web* de *Vuforia* estamos ya creando una base de datos de imágenes inteligentes que luego podemos importar en *Unity*.

De otro lado, si queremos crear *Area Target* tenemos que utilizar un *iPhone*, del doce pro en adelante, o un *iPad Pro* de segunda o cuarta generación. Esto es porque solo estos modelos tienen incorporado un sensor, capaz de captar el entorno real de un espacio cualquiera. Este sensor lleva el nombre de *Lidar* y, genéricamente, está colocado justo abajo de las cámaras posteriores del dispositivo. De todas formas, se puede trabajar directamente con la aplicación oficial de *Vuforia* para crear un *Area Target* para ser más eficientes a la hora de importar todo a *Unity* más adelante (fig.20).



Fig. 20 Pantalla creación *Area Target* desde la pagina web *Vuforia*, 2022.

Con esta aplicación entonces lo que se hace realmente es escanear el espacio real y al mismo tiempo crear un modelo digital de dicho espacio.

Independientemente de hacer un *Image Target* o un *Area Target* lo que se hace al final es importar dicho archivo en *Unity*. (fig. 21).

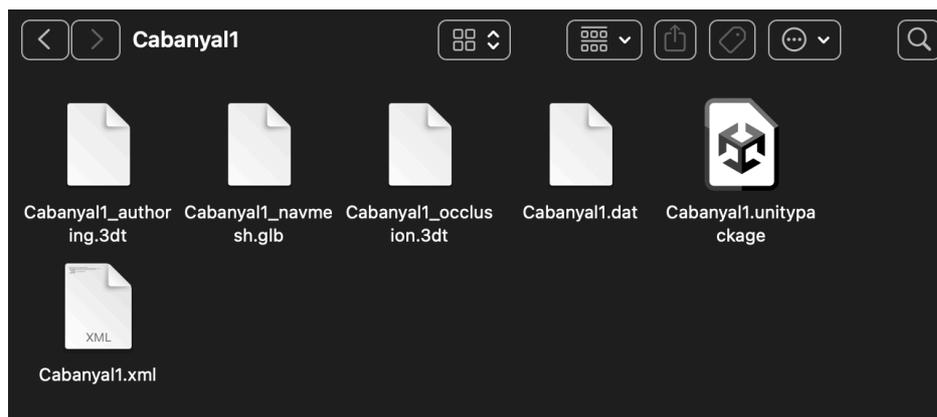


Fig. 21 Carpeta archivo *Vuforia* de importar en *Unity*, 2022.

Vuforia lo que hace directamente es un archivo compatible con *Unity*, por esta razón resulta muy eficaz y práctico trabajar con este *software*. Este entorno desarrollado en *Unity* una vez terminado hay que subirlo a la aplicación en *Flutter*. Para hacer esto necesitamos importar un *script* que permite exportar un

archivo único y legible en *Dart* o con una extensión *.dart*. Este *script* desarrollado por terceras partes añade un botón de exportación en *Unity* y hace justo dicha exportación para el entorno *Flutter*. Llegado a este punto, dicho archivo hay que expórtalo o para *Android* o para *iOS* y luego insertarlo en la carpeta correcta según el dispositivo que hemos decidido utilizar como test de la aplicación. Una vez insertada la carpeta *Unity* en la pantalla oportuna ya que invocar, a través de funciones, la escena desarrollada en *Unity* y los componentes necesarios para visualizar dicha escena (fig.22).

```
172 void onUnityMessage(message) {
173   // ignore: avoid_print
174   print('Received message from unity: ${message.toString()}');
175 }
176
177 void onUnitySceneLoaded(SceneLoaded scene) {
178   // ignore: avoid_print
179   print('Received scene loaded from unity: ${scene.name}');
180   // ignore: avoid_print
181   print('Received scene loaded from unity buildIndex: ${scene.buildIndex}');
182 }
183
184 // Callback that connects the created controller to the unity controller
185 void _onUnityCreated(controller) {
186   controller.resume();
187   // ignore: unnecessary_this
188   this._unityWidgetController = controller;
189 }
```

Fig. 22 *Script widget Unity* sección *body*, 2022.

También, en este caso hay un modelo ya hecho para visualizar escenas en *Unity* y se puede visionar en la página oficial, para importación de paquetes, de *Dart*, es decir *Pub.dev*²¹. De esta manera, el usuario tendrá, haciendo un simple clic, acceso a tal espacio de trabajo dedicado solo a la visualización de los modelos en realidad aumentada. Para concluir, en este párrafo se han explicado los diferentes pasos para programar una experiencia en realidad aumentada, con particular atención en las tecnologías a utilizar para llevar a cabo dicha experiencia. Por otra parte, se ha decidido configurar este párrafo como texto de demostración y de procedimiento casi como delinear un *tutorial* que ayude el lector interesado en crear su propia experiencia en realidad aumentada.

²¹ Pub.dev. *The official package repository for Dart and Flutter apps*. Recuperado en <https://pub.dev/>.

4.3 Unity y Vuforia

Después de crear las *ImageTarget* o *AreaTarget* y configurar el escenario en el software *Unity*, comienza la fase de creación de la zona virtual. De hecho, en la escena principal se colocaron todas las referencias físicas reales como los espacios reales en Cabanyal y en ellos se incluyeron *GameObject* de varios géneros o modelos ya modelados por otras personas, como se mencionará a continuación, todo esto para simular un entorno virtual que interactúe con el espacio real tridimensional. Cada elemento ha sido cuidadosamente insertado en una zona precisa para garantizar una cohesión entre los entornos virtuales y el espacio real. Este cuidado permite al usuario tener una mejor experiencia y mucho más inmersiva. Como se mencionó anteriormente, muchos de los elementos virtuales utilizados fueron modelos tomados del sitio *SketchFab.com* (Sketchfab, 2011).

En este sitio muchos artistas dejan plantillas libres para descargar y usar, por supuesto, también hay plantillas pagadas o protegidas por licencia, pero en este proyecto solo se usaron modelos totalmente gratuitos y libres. Con la característica particular en común entre todos los modelos de ser de naturaleza artística urbana. Como resultado, todos los modelos utilizados por terceros son murales, grafitos o elementos artísticos a menudo modelados o escaneos simples que enriquecen el entorno virtual. Dicho esto, el usuario de las zonas más precarias y mal enfocadas visualizará representaciones artísticas relacionadas con el *Street Art* de tal manera que tenga un área mejorada por esta práctica artística. En consecuencia, en un barrio donde el arte urbano real ha tenido una gran influencia, hoy, la misma práctica artística, pero virtual, reafirma el mismo concepto manteniendo el objetivo original, es decir, dar fuerza y voz al arte para salvaguardar una zona degradada y no deseada.

4.4 Back-end y base de datos

Llegados a este punto, y como anticipado, este proyecto trabaja con datos dejados por los usuarios. Esta investigación intenta entonces recoger estas informaciones y llevarlas en un contexto visual. Este apartado, entonces, se puede definir como el de *Back-end* ya que para llevar a cabo este proyecto se ha trabajado en funciones de recogida y envío de datos de fondo. Estos últimos,

requeridos al *Login* o *Sign Up*, en tiempo real están ordenados en una hoja de cálculo *Excel* y almacenados en columna (fig.23).

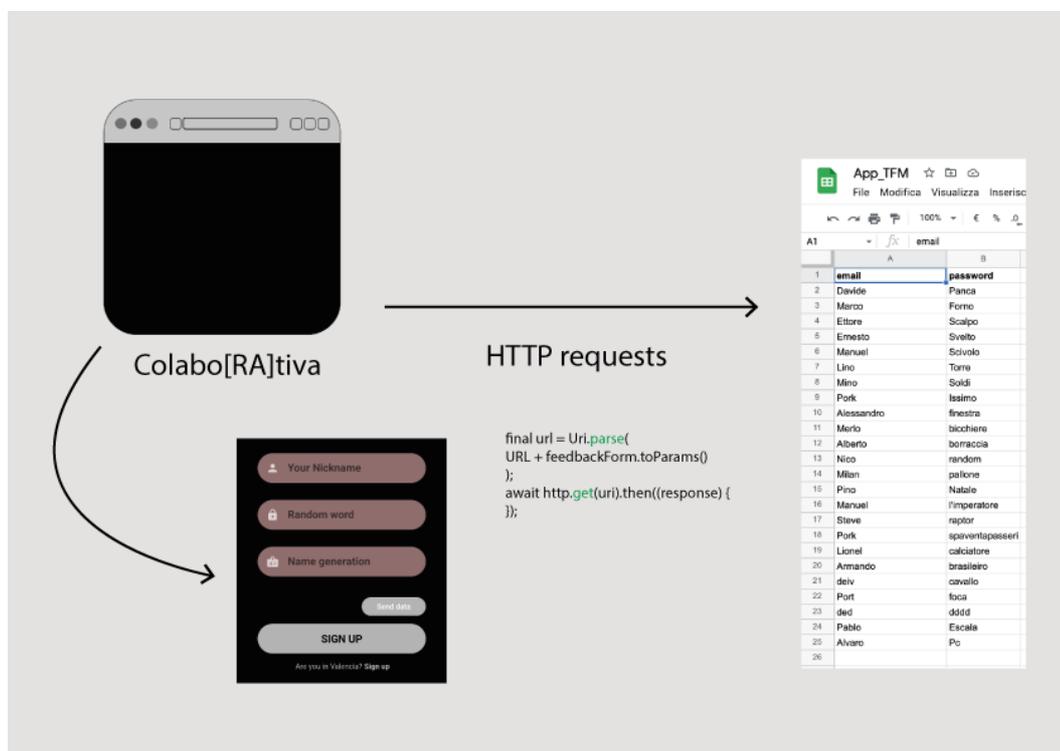


Fig. 23 Envió datos desde la aplicación hasta la página web, con paso intermedio de almacenamiento en una hoja de *Google Sheets*.

En este apartado, entonces, hay nociones más técnicas de fondo y funcionamiento de la aplicación que hacen que cada elemento interactúe de la manera más correcta y fácil posible. Para construir bien un entorno de *Back-end* es necesario tener habilidades de gestión de datos, pero, sobre todo, de creación y modificación de bases de datos. Estos dos elementos que viajan uno junto al otro tienen que ser definidos y colocados en el espacio de trabajo.

Como primera cosa entonces, para entender cómo funcionan las bases de datos, se ha creado un archivo que almacene las informaciones necesarias (PerfectCod, 2021).

La forma más estándar para representar un *Data base* es una tabla donde en las primeras celdas, siempre, aparecerán los nombres de cada grupo o variable. Este nombre permite definir que representa cada número y categorizarlos por apartado. Para mover los datos de *Flutter*, plataforma de

desarrollo de inicio, se ha trabajado con peticiones *http* y en particular con la importación de una librería que se dedica a hacer esto en concreto (fig.24).

```
1 //import 'dart:convert' as convert;
2 //import 'dart:core';
3 import 'model/form.dart';
4 import 'package:http/http.dart' as http;
5
6 class FormController {
7 // Callback function to give response of status of current request.
8 final void Function(String) callback;
9
10 // ignore: constant_identifier_names
11 static const String URL =
12     "https://script.google.com/macros/s/AKfycbzZznfG8p79qss7pKX5PsBwG9qYV6obU0XRffbIINYjw_D30njbZeqmMEsP5z5pMTeg/exec";
13
14 // ignore: constant_identifier_names
15 static const STATUS_SUCCESS = "SUCCESS";
16
17 FormController(this.callback);
18
19 void submitForm(FeedbackForm feedbackForm) async {
20     try {
21         final url = Uri.parse(URL + feedbackForm.toParams());
22         await http.get(url).then((response) {});
23     } catch (e) {
24         // ignore: avoid_print
25         print(e);
26     }
27 }
28 }
```

Fig. 24 Script envío datos *LogIn* de *Flutter* a *Google Sheets*.

Esta última se importa desde la *web* oficial *pub.dev*, es decir, una *web* que almacena todas las librerías desarrolladas por los usuarios que utilizan *Flutter* y que son compatibles con este lenguaje y sistema. Una vez insertada esta librería al proyecto se han almacenado en variables los datos del *form*, que el usuario compila, y a través de una función de envío todas estas informaciones se han almacenado en otro archivo, en este caso siempre en el espacio *Flutter*, que está continuamente en contacto con la hoja *Excel* de *Google*.

```
1 function doGet(request) {
2     var sheet = SpreadsheetApp.openById("1hQqP3izXp7eZegkqyXFBu-540o7EsYC8AImqiLMZuBw");
3     var result = {"status" : "SUCCESS"};
4
5     try {
6
7         var email = request.parameter.email;
8         var password = request.parameter.password;
9
10        var rowData = sheet.appendRow([email, password]);
11
12    } catch(exc) {
13
14        result = {"status" : "FAILED", "message": exc};
15    }
16
17    return ContentService
18        .createTextOutput(JSON.stringify(result))
19        .setMimeType(ContentService.MimeType.JSON);
20 }
```

Fig. 25 Pantalla *Google Sheets*, *script Javascript*, que recoge datos de *Flutter*.

En paralelo, entonces, se ha creado en primer lugar un archivo de Google Sheets y, luego, utilizando el lenguaje *JavaScript* se han almacenado los datos en las varias columnas. En el entorno web de *Google* se ha desarrollado el código a través de *JavaScript*, ya que, este apartado admite y trabaja con dicho lenguaje de programación (fig. 25).

Se ha elegido esta forma de almacenamiento, quizás no la más funcional a nivel comercial, pero si muy compatible con otros entornos, porque se ha utilizado en otros proyectos con *Flutter* y, como se explicará poco después, porqué es totalmente gratuita a la hora de recoger infinitos datos, a través, de la librería *p5.js*. De hecho, se han encontrado muchas documentaciones que explican esta combinación entre estas dos plataformas que utilizan dos diferentes lenguajes de programación y que han servido mucho como apoyo a la hora de desarrollar ambos códigos.

Así que, los datos insertados por los usuarios empiezan desde la aplicación de *Flutter* y, en tiempo real, llegan en el documento de *Google Sheets*, quedándose almacenados y guardados, para luego ser enviados, nuevamente, a un archivo desarrollado con *p5.js* (fig.26).

```
1 function doGet(e) {
2   var x = HtmlService.createTemplateFromFile("index");
3   var y = x.evaluate();
4   var z = y.setXFrameOptionsMode(HtmlService.XFrameOptionsMode.ALLOWALL);
5   return z;
6 }
7
8 function getSheetData() {
9   var a = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet();
10  var b = a.getSheetByName('Sheet1');
11  var c = b.getDataRange();
12  return c.getValues();
13 }
```

Fig. 26 Pantalla *Google Sheets*, *script Javascript*, que envía datos a la *web*.

4.5 *p5.js* y obra generativa

En esta sección se definirá lo que es la librería *p5.js* y para que se ha utilizado pasando por la explicación de por qué se eligió esta librería en concreto. En consecuencia, este *framework*, a diferencia de *JavaScript*, lenguaje

más utilizado para eventos y animaciones web, permite hacer entornos visuales de manera más rápida, pero utilizando el mismo lenguaje de fondo²². (Rivkin J., 2020)

Por lo tanto, será una página web, dinámica en este caso, que tendrá la tarea, mediante un *script*, de transformar los datos de recepción de *Sting* a *int*, en consecuencia, hacerlos pasar de texto a valores de entrada para una representación visual. Esta etapa, representa, también, la conexión y el paso a una representación visual que hace uso del arte generativo. Pero antes que nada, hay que describir y definir precisamente esta tipología de arte digital, que no termina de ser una representación gráfica auto generativa y que cambia en el tiempo. Esta visualización representa el acceso y el uso, por parte de los usuarios, de la aplicación *Colabo[RA]tiva* que, tal como sugiere su propio nombre, representa la obra producida por los propios usuarios. Estos últimos, al principio, no son conscientes de estar generando una obra simplemente utilizando la aplicación, pero, esto quiere ser también parte de la experiencia que revela solamente al final la pieza digital. Esta verdadera colaboración y participación de los usuarios hace que sea una obra siempre en movimiento y que nunca se deja de ver totalmente. Una obra potencialmente infinita y que posee en su interior muchas más obras de lo que se piensa, porque en cada instante tenemos una representación única y que solo en ese momento se va a ver. Lo que se quiere mostrar en esta página web son representaciones dinámicas que trabajan estos datos de entrada y lo relacionan en algún parámetro. De esta manera en la parte superior de la página Home podemos ver las diferentes secciones que llevan al usuario directamente en la pestaña de la obra individual. Por ejemplo, en el apartado *Windows*, la obra auto generativa, representa un marco que cambia el color de fondo en cada recarga de la página, con, en su interior, tantas ventanas *web*, cuántos accesos, por parte de los usuarios, en la aplicación *Colabo[RA]tiva* (fig.27).



Fig. 27 Pantalla obra *Windows* y su mutación en el tiempo.

²² Jacob Rivkin, p5 js Working with Basic Data + CSV Files, recuperado el 14 de noviembre de 2022, de https://youtube.com/watch?v=y_UQdH3Zt2s.

Esta sobrecarga virtual, ya explicada a nivel de significado en los primeros capítulos, ha sido trabajada, a nivel práctico, con distintos bucles for que van, cada vez y sin parar, asignando enteros a los parámetros que lo necesitan. Como primer paso se ha inicializado el enlace con la hoja de *Excel*, esto para poder sacar datos en esa y solo esa hoja en concreto. Además, para trabajar con un *script* desarrollado en el entorno *web* de *Google Sheets* es necesario llevar en local, y en nuestra computadora, los archivos del documento web. Para poder hacer esto hace falta clonar el proyecto, a través de *Node.js* que es un sistema de ejecución de código abierto multiplataforma orientado a eventos para la ejecución de código *JavaScript*, desde nuestra consola hacia una carpeta local en nuestra computadora²³. Este proceso, quizás tedioso, es fundamental para crear esta conexión entre *script web* y archivo local. En cuanto al código de programación de la obra en sí se puede apreciar el código fuente directamente en la imagen posterior (fig.28).

```
1  /*
2  Código p5.js que toma datos de una tabla de Google Sheet
3  y los procesa para crear una representación visual.
4  Esta representación consiste en la superposición de ventanas
5  de motores de búsqueda que indica el número exacto y en
6  tiempo real de usuarios conectados a una aplicación.
7  */
8  //Inicialización de variables fundamentales
9  let data;
10 //url hoja de cálculo de Google
11 let url = "https://docs.google.com/spreadsheets/d/e/2PACX-1vR9xnEPpZ-ucDnN3gq2jxMRYz3Q529_yawPBMohsg6AL806F56MxgEpU2DDywh7Be800...";
12 //let img;
13 let reel = [];
14
15 /*
16 Función preload que me permite cargar y recoger los volores de la
17 tabla excel y la imagen utilizada como ventana del motor de búsqueda
18 */
19
20 function preload() {
21   data = loadTable(url, 'csv', 'header');
22 }
23
24 /*
25 Función de configuración que solo se realiza una vez y
26 en la que se insertan los elementos constantes
27 */
28
29 function setup() {
30   //createCanvas(760, 760);
31   //createCanvas(windowWidth, windowHeight);
32   var cnv = createCanvas(windowWidth, windowHeight);
33   cnv.style('display', 'block');
34   for (let y = 0; y < 19; y++) {
35     //reel[y] = loadVideo("assets/video/reel" + y + ".mp4");
36     //reel[y] = createVideo("assets/video/reel_" + y + ".mp4");
37     reel[y] = loadImage("assets/img/ventanaWeb_" + y + ".png");
38     //reel[y].position(-1500, 900);
39     //reel[y].size(windowWidth, windowHeight);
40     //reel[y].play();
41   }
42   print(reel);
43   frameRate(0.1);
44 }
```

Fig. 28 *Script obra Windows p5.js.*

²³ Node.js (2009). *Node.js is an open-source, cross-platform JavaScript runtime environment*. Recuperado en <https://nodejs.org/en/>.

Además del código anterior, es interesante el estudio de como, por ejemplo, el tamaño de cada ventana es la conversión en numero de la palabra que se inserta en el campo *nickname* de la aplicación. Esta información la define el mismo usuario insertando una palabra en el formulario al comienzo en la app. La palabra insertada, entonces, se transforma de *string*, porque llega como palabra y concatenación de letras, a *int*, es decir un número. Pero no un numero aleatorio, sino más bien un número que tenga una relación con la misma palabra insertada. Esta conexión inmediata entre palabra insertada y numero que va a definir el ancho y el alto de cada ventana web ha sido trabajado a través de un algoritmo que hace exactamente esta conversión, una y otra vez y con todas las palabras que se ponen en los *boxtext* de *Log In* y *Sign Up* de *Colabo[RA]tiva*. Este bucle mostrado a continuación permite entender concretamente como se ha trabajado en el proyecto y demuestra su eficacia a la hora de tratar un número potencialmente infinito de palabras.

Así que, el *int* que se va a utilizar, que en la imagen de arriba se representa como *i* realmente, va a ser el número que representa el ancho, por caracteres, de cada palabra (fig.29).

```
92  ∨   for (let y = 0; y < numRows; y++) {
93  ∨       for (i = 0; i < 6; i++) {
94
95         let longitud = email[i].length;
96         print(email);
97         print(longitud);
98
99         let w = longitud*20;
100        image(reel[y], random(width), random(height), w, w);
101    }
102 }
```

Fig. 29 Algoritmo de conversión de *int* a *string* de la obra *Windows*.

Finalmente, es importante en las representaciones de arte generativo trabajar con estos algoritmos, ya sean sencillos o complicados, pero que unan en un cierto sentido los datos con la obra final, no dejando esta unión al azar. Por último, para resumir, en este apartado se ha descrito la parte de desarrollo visual sobre la primera obra de arte generativo *Windows*, con especial dedicación a la explicación del algoritmo de conversión, de letras a números, desarrollado para esta especifica representación visual.

5. Pruebas

En este penúltimo capítulo se tratará el tema de las pruebas y test de la aplicación realizadas por un grupo de quince personas de diferente edad. Esta prueba hecha con un primer prototipo exportado tiene como objetivo comprender los problemas y, también, las cualidades que posee la instalación.

5.1 Zonas elegidas

En cuanto a las áreas seleccionadas se ha decidido trabajar no solo en el barrio de Cabanyal, para tener un mayor número de *feedback*, y como consecuencia se han añadido las zonas del campus de la Universidad Politécnica de Valencia y dos *Project Room*, presentes en la Facultad de Bellas Artes de la UPV.

Como se mencionó a menudo en esta tesis en el barrio de Cabanyal, se seleccionaron las partes más arruinadas y en ellas se colocaron las representaciones de arte urbano digital, específicamente visible en realidad aumentada. Mientras que en el área universitaria se decidió tomar partes menos estéticas o visibles colocándolas sobre las mismas representaciones visuales en realidad aumentada. Este trabajo también se ha utilizado con respecto a las salas de proyectos, de esta manera la matriz de evaluación resultó ser siempre la misma sin cambiar el estilo, la filosofía, pero sobre todo los objetivos de la aplicación.

En última instancia, se hace importante subrayar como el tomar diferentes zonas se ha escogido principalmente para tener más público que pudiera probar la aplicación, ya que tener quince personas disponibles solo en Cabanyal resultaba ser casi imposible. En consecuencia, se ha adoptado esta métrica de prueba sin alterar lo que se quiere transmitir con *Colabo[RA]tiva*.

5.2 Formulario y preguntas

En cuanto al desarrollo del formulario para recibir toda la información posible para mejorar el primer prototipo de la aplicación, se decidió utilizar un formulario de *Google*. Para acceder en ello es posible hacerlo directamente a

través de la aplicación una vez finalizada la experiencia de uso, no de forma obligatoria, pero recomendada.

El formulario presenta cinco preguntas fáciles y rápidas, de modo que el usuario no pierda demasiado tiempo en esta fase de compilación que a menudo resulta forzada y aburrida. Por lo tanto, la primera pregunta pide al usuario que deje una evaluación numérica del uso de la aplicación que va desde uno, pésimo, hasta cinco, excelente. De esta manera, el desarrollador tendrá una visión general de la utilidad y la calidad de la aplicación. Luego hay una pregunta relacionada con la generación del usuario, de esta manera se entenderá el rango de edad del probador. A continuación, habrá la selección de la zona en la que se ha utilizado la aplicación, de manera que se pueda saber cuántos usuarios han probado la instalación en el barrio seleccionado y principal, es decir, el Cabanyal de Valencia. A continuación, hay una pregunta sobre el peor funcionamiento de la aplicación. En esta pregunta, que es fundamental, se ha dividido la *app* en los sectores principales de desarrollo (ej. como la parte de *UI* o la de realidad aumentada con *Unity*). Por lo tanto, proporcionando al usuario las diversas áreas de desarrollo para elegir cuál fue el peor en su opinión. Por último, hay una pregunta abierta, en la que si se quiere se puede introducir un texto, para aconsejar al desarrollador qué actualización hacer en las próximas versiones de la aplicación. Estos consejos están relacionados no solo con los problemas de la aplicación, sino también con la capacidad de expandirse y ser una *app* más completa y futuro.

Para concluir, todas estas preguntas tienen un propósito común: informar, en este caso, al desarrollador de lo que no funciona en la aplicación y trabajar en estos problemas.

5. 3 Respuestas obtenidas y analizadas

Según el cuestionario accesible en el enlace que aparece a pie de página, los porcentajes obtenidos son los siguientes²⁴ (Formulario - Colabo[RA]tiva, 2023). En cuanto a la evaluación numérica de la calidad de la aplicación y de la experiencia de uso, donde una puntuación de cinco es el máximo y cero el mínimo, se han detectado estas conclusiones: el 40% del grupo de usuarios probadores seleccionó el parámetro cuatro de cinco, el 33,3%

²⁴ Venier Segovia, D. (2023). *Formulario - Colaborativa*. Recuperable en https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe52wGbtMVLmX6ChxapdB-3nimjjaONTWECLIne3pl3Y-scpw/viewform?usp=sf_link.

cinco de cinco, el 20% tres de cinco y el 6,7% dos de cinco. El resultado de esta primera pregunta nos permite entender cómo siete de cada diez personas se sintieron satisfechas después de usar la aplicación al aprobarla y dejar comentarios más que positivos.

En cuanto a la edad de los usuarios: 47,7% pertenece a la Gen-Z, 33,3% a los *Millennials* y 20% a la generación *Boomers* de segunda generación. Este gráfico circular destaca cómo la aplicación ha sido probada en gran parte por usuarios del mundo universitario todavía y que por lo tanto resultan estar más cerca y en contacto con las diversas realidades virtuales, mezcladas y aumentadas. A continuación, el formulario devuelve los porcentajes de la zona en la que se ha utilizado la aplicación. Destacando como: el 66,7% ha utilizado la app también en el barrio de Cabanyal, pero no solo; el 46,7% ha probado la app también en las dos *Project Room* de la BBAA; finalmente el 20% ha utilizado la app también en el Campus de Vera de la UPV. Esta pregunta ha sido producida con opción múltiple, porque se ha dado libertad al usuario para probar la aplicación no solo en un lugar y no necesariamente en una sola ocasión. En definitiva, este gráfico subraya que la mayoría de los usuarios han probado la app en el barrio de Cabanyal, es decir, el área prescrita como la principal y de objetivo para la *app*. A continuación, una de las preguntas más importantes que se hicieron a los usuarios de la prueba fue qué funcionó mejor al usar la aplicación. El gráfico circular ilustra cómo: el 60% de los usuarios ha encontrado más criticidad en la parte de realidad aumentada, mientras que el 13,3% en la *UX/UI* y en la elección de las áreas seleccionadas. Estos porcentajes permiten al desarrollador centrar las próximas actualizaciones y mejoras en la parte de realidad aumentada que ha resultado ser la más deficiente y no a la altura, en cambio, de los otros sectores percibidos de manera más que satisfactoria.

Por último, la última pregunta abierta que deja al usuario la posibilidad de consultar un consejo al desarrollador para futuras mejoras. En este gráfico las porcentuales son casi inútiles ya que cada respuesta resulta ser diferente de la otra, a menos que se haya separado nada, por lo que a continuación se han incluido algunas recomendaciones escritas por el usuario en el idioma original (Formulario - Colabo[RA]tiva, 2023):

“Aggiungerei più interattività con gli utenti.”

“Aggiungerei una componente audio nello spazio virtuale.”

“Migliorerei la sezione di google maps, quindi la possibilità di creare un percorso.. per il resto l'applicazione risulta innovativa e interessante.”

6. Conclusiones

En este último párrafo se abordarán las conclusiones dando espacio a los problemas encontrados y las soluciones aportadas. A este respecto el objetivo de esta investigación, que constaba en producir una aplicación que trabajase con la realidad aumentada y generase obras digitales cambiantes en el tiempo ha sido alcanzado llegando a exportar un archivo *apk* que solo funcione para *Android*²⁵. Además, se ha publicado la página web definitiva con obras colaborativas y auto generativas en un dominio gratuito en el que se puede descargar la aplicación directamente²⁶.

6.1 Grado de consecución de los objetivos

En primer lugar los propósitos alcanzados relacionados con los objetivos mencionados en el apartado del capítulo introductorio, se han completado la mayoría de las propuestas escritas. En efecto, los aspectos logrados son los siguientes: desarrollar una aplicación para dispositivos móviles y que funcione solamente para sistemas *Android*; introducir una ruta física virtual apoyada por una geolocalización a través de *Google Maps*; rehabilitar zonas degradadas y arruinadas a través de la realidad aumentada en el barrio de Cabanyal; y, por último, utilizar los datos de acceso de la aplicación para producir obras de arte digitales auto generativas. Más concretamente los problemas que han encontrado una solución han sido casi todos en la parte de desarrollo y, en particular, en la parte de programación con *Flutter* y *Dart*. A este respecto, la primera gran dificultad se ha producido en la manera de enlazar y conectar *Flutter*, es decir la parte de *UI*, con el proyecto en realidad aumentada hecho con *Unity*. Lo complicado resultaba ver la escena de *Unity* en la sección correcta, pero en este caso el error no estaba en la parte de código, sino más bien, en la descarga y la correcta manera de guardar los paquetes *SDK* y *NDK* de *Android*. Esto porque para desarrollar una aplicación *Android* en *Unity* es necesario descargar estos paquetes, pero, sobre todo, que los mismos estén en la carpeta de instalación de *Unity*. Así que al final este obstáculo se resolvió poniendo la

²⁵ Venier Segovia, D. (2023). *Colabo[RA]tiva - apk*. Recuperado en https://drive.google.com/drive/folders/1Y1Miva3harA36ovpUYCLTjkY9hXXU-ur?usp=share_link.

²⁶ Venier Segovia, D. (2023). *Sitio web, Colabo[RA]tiva - Netlify*. Recuperado en <https://webcolaborativa.netlify.app/>.

dirección del *SDK* y *NDK* de *Android Studio*²⁷ en los ajustes de *Unity*, de esta manera todos los proyectos hechos con *Unity* y que necesiten estos paquetes los tendrán en automático. El segundo gran problema se presentó a la hora de enviar los datos relativos al *form Login* y *SignUp* desde *Flutter*, es decir la aplicación, hacía la página web, en concreto en el script desarrollado con *p5.js*. Para llevar a cabo esta conexión hay muchas formas diferentes, pero casi todas necesitan conocimientos de *Back-end*, es decir de un nivel de programación más profundo y técnico. Entonces, se ha elegido hacer esta forma de envío de datos a través de peticiones http. Esto porque al conocer ya el lenguaje *Javascript* ha sido más fácil entender la forma de envío y llegada de las informaciones. En fin, esta modalidad de relación entre *app* y pagina web se ha podido llevar a cabo ya que representa una de las mecánicas claves en este proyecto.

En cuanto a los aspectos que no se han podido llevar a cabo, uno de estos, es el uso interno de los recorridos y mapas virtuales integrados en la *app*. En concreto, no se ha logrado utilizar la *API* de *Google Maps*, en primer lugar, por el coste que conlleva el uso de esta tecnología y, luego, por la dificultad en el desarrollar recorridos personalizados para los usuarios. Para probar a solucionar este problema se ha intentado cambiar de compañía de mapas virtuales como: *Openmaps* o, alternativamente, Mapas, de *Apple*. El problema de estas realidades es la imposibilidad de conectarse a *Flutter* a través de una librería presente en *pub.dev*, la página oficial de *Flutter* para encontrar e instalar entornos de trabajo. De hecho, la única forma de trabajar con rutas personalizadas en *Flutter* es mediante la librería de *Google Maps*. Un segundo aspecto que no se ha podido llevar a cabo es la posibilidad de posicionar en las diferentes escenas reales los modelos en realidad aumentada. Este aspecto, correspondiente a la parte de *Unity*, no se ha desarrollado en cuanto resultó muy complicado a nivel de código. La idea constaba en dejar al usuario la posibilidad de posicionar elementos virtuales en la escena real garantizando, de esta manera, el aspecto de personalización del escenario y de creación de un entorno virtual artístico. *Vuforia* en este aspecto ha sido muy útil a la hora de captar los elementos de un entorno, pero, al mismo tiempo, lleva consigo límites por cuanto consta el interactuar con dicho entorno. Quizás por esta funcionalidad *Vuforia* no es la librería oportuna, pero, de todas formas, se ha seguido utilizando esta última porque es la que más se conoce a la hora de escanear un espacio concreto y tangible.

²⁷ Android Studio (2013). *Get the official Integrated Development Environment (IDE) for Android app development*. Recuperado en <https://developer.android.com/studio>.

Para concluir esta sección, no se ha podido exportar la aplicación viable, de manera completa, también para sistemas *iOS*. De hecho, la aplicación solo funciona en su parte de realidad aumentada, es decir, la que usa la biblioteca de *Vuforia*, pero no se pudo conectar esta última parte con el apartado desarrollada con *Flutter*. Como resultado, se decidió no presentar la aplicación *iOS*, completa por mitad, en esta investigación, pero esta última se ha colocada en la parte de perspectivas futuras, como un objetivo a largo plazo y para las próximas actualizaciones.

6.2 Objetivos Desarrollo Sostenible

En este párrafo se describirán los objetivos para producir un proyecto de impacto global sostenible. Este concepto se ha tenido mucho en cuenta después de haber participado en el Festival Universitario '22, en Linz. Como se mencionó en la introducción durante esta experiencia, se han presentado varios escenarios para combatir el cambio climático y preservar el medio ambiente, sobre todo en el ámbito artístico. De hecho, se ha querido llevar algunos de estos conceptos aprendidos en esta investigación.

A este respecto, los *ODS* que se han tenido en cuenta son dos principalmente, es decir: Ciudades y comunidades sostenibles (11); Alianzas para lograr los objetivos (17). En cuanto al primer objetivo los destinatarios iniciales son las ciudades. Al igual que en este proyecto, porque ambos tienen previsto ayudar a estos espacios públicos, a menudo degradados, para ayudar después, y, en consecuencia, a las comunidades que a menudo viven en estos barrios no protegidos. En esta investigación se decidió utilizar el arte como medio para ayudar a estos espacios y comunidades a través de la cultura, el conocimiento y la enseñanza. Esta herramienta no es nueva para el barrio Cabanyal, ya utilizada en el pasado para preservar esta zona histórica, pero con la diferencia de que, hoy en día, el arte considerado es una tipología de arte digital, no concreta y no visible sin la ayuda de algunas herramientas (*smartphone* o *Tablet*). Por otra parte, el segundo objetivo de desarrollo sostenible toma en consideración el concepto de colaboración, así como el nombre de la aplicación desarrollada y su principio básico. Concretamente, en este proyecto el objetivo a alcanzar es doble. El primero se relaciona con la producción de un recorrido virtual en el barrio de Cabanyal que muestra algunas zonas descuidadas y, posteriormente, las mismas se intenta convertir en áreas

más atractivas y artísticas a través de grafitis en realidad aumentada. Esto es para difundir la cultura de un barrio, ya hecho artístico, pero que a lo largo de los años está sufriendo decaimientos y desfases. Mientras que el segundo objetivo colaborativo se relaciona con la producción de una obra totalmente digital y participativa. De hecho, cada usuario solo con el registro en la aplicación colabora en la producción de la obra, visible en una página web, que toma estos accesos y los convierte en elementos internos de la obra misma. Esta forma de unión crea una obra potencialmente producida por infinitos artistas, que colaboran para desarrollar un objetivo común.

6.2 Perspectivas futuras

En cuanto a las implantaciones futuras se quisiera antes de todo resolver los límites mencionados arriba y, luego, publicar el proyecto en las plataformas de descarga de *apps*, como el *Play Store* o el *Apple Store*. La posibilidad de publicar una *app* permite entender el real interés del público y ver si efectivamente la que se ha desarrollado es una *app* con futuro. De hecho, medir el flujo de uso y gasto de la aplicación es un dato clave para entender que dirección seguir con la *app* y, además, permite tener un seguimiento de inversores interesados a este entorno. Así que la aplicación debería tener el doble formato *Android* y *iOS* completamente funcional para que cualquier usuario pueda interactuar con ella.

Finalmente, esta investigación ha querido ser un verdadero arquetipo de los conocimientos adquiridos a lo largo del curso de máster en Artes Visuales y Multimedia de la Universidad Politécnica de Valencia. Todos estos conceptos hechos concretos en forma de *app* quieren, en cierto sentido, representar el estado actual del estudiante por intereses y prospectivas futuras. Para concluir esta tesis se menciona una frase que ha sido estimulante e inspiradora en todo el desarrollo de la investigación, está última es de *NotName* y resume su concepción artística:

“La galería moderna clásica es el limbo que hay entre el estudio del artista y el salón de casa, allí donde las convenciones de ambos se dan cita sobre un terreno cuidadosamente neutralizado. En ella, el respeto del artista por lo que ha inventado se superpone perfectamente al deseo de posesión de la burguesía, pues la galería es, al fin y al cabo, un lugar para vender cosas -lo cual está bien-.” (O’Doherty B., 2000-2011)

7. Biografía

7.1 Libros

Kato H. y Billinghurst M. (2001, p.56-73). *Collaborative Augmented Reality*. Comunicaciones de la ACM, Publicado por Association for Computing Machinery.

O'Doherty Brian (2011). *DENTRO DEL CUBO BLANCO, La ideología del espacio expositivo* (L. Peñate Spicer, Trans). Murcia, España: Centro de Documentación y Estudios Avanzados de Arte Contemporáneo. (Trabajo original publicado en 2000).

Soriano-Colchero, J. y López-Vílchez, I. (2019, p.82). *La práctica artística como medio de representación de los modos de percibir la realidad espacial en el occidente contemporáneo. Un análisis teórico del proyecto plástico y visual No Vanishing Point ;*). Universidad de Granada. Departamento de Dibujo.

7.2 Artículos

Invitado (2018, octubre 11). *Sin límites las realidades virtual y aumentada*. Forbes Mexico. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/sin-limites-las-realidades-virtual-y-aumentada/>;

Tarnogol F. (2018). *Phobos AR, una app en Realidad Aumentada para tratar las fobias*. Forbes Mexico. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/phobos-ar-una-app-en-realidad-aumentada-para-tratar-las-fobias/>;

7.3 Tesis

Gîrbacia, F., Butnariu, S., Orman, A.P., & Postelnicu, C. (2013). VIRTUAL RESTORATION OF DETERIORATED RELIGIOUS HERITAGE OBJECTS USING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES.

Kato, H., Tachibana, K., Billinghurst, M., & Grafe, M. (2003). A registration method based on texture tracking using ARToolKit. 2003 IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop, 77-85.

Langlotz, T., Mooslechner, S., Zollmann, S., Degendorfer, C., Reitmayr, G., & Schmalstieg, D. (2012). Sketching up the world: in situ authoring for mobile Augmented Reality. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16, 623-630.

Lu, S. C. Y., Shpitalni, M., & Gadh, R. (1999). Virtual and augmented reality technologies for product realization. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 48(2), 471-495. [https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)63229-6](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)63229-6).

Tomi, A.B., & Rambli, D.R. (2013). An Interactive Mobile Augmented Reality Magical Playbook: Learning Number with the Thirsty Crow. *International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education*.

7.4 Webgrafía

Ars Electronica (2022). *Festival Universitario 2022, Planet B*. Recuperado de <https://ars.electronica.art/planetb/de/>;

Avances del celular weebly. *Historia de la realidad aumentada*. Recuperado de <http://www.avancesdelcelular.weebly.com/historia.html>;

DARV, (2021, junio 5). *DARV_Steps Untold 1.0*. Recuperado de https://darv.org/DARV_Steps-Untold;

Venier Segovia, D. (2023). *Colabo[RA]tiva - apk*. Recuperado en https://drive.google.com/drive/folders/1Y1Miva3harA36ovpUYCLTjkY9hXXU-ur?usp=share_link;

Venier Segovia, D. (2023). *Formulario - Colaborativa*. Recuperable en https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe52wGbtMVLmX6ChxapdB-3nimjjaONTWECLIne3pl3Y-scpw/viewform?usp=sf_link;

Venier Segovia, D. (2023). *Sitio web, Colabo[RA]tiva - Netlify*. Recuperado en <https://webcolaborativa.netlify.app/>;

Galanter, P. (2021, marzo 29). *Qué es el arte generativo y sus principales características*. Recuperado de <https://brotherad.com/barcelona/2021/03/29/que-es-arte-generativo-caracteristicas/>;

HistoryofInformation. *Ivan Sutherland and Bob Sproull Create the First Virtual Reality Head Mounted Display System*. Recuperado de <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=861>;

IKEA, (2019, junio 14). *Say hej to IKEA Place*. Recuperado de <https://www.ikea.com/au/en/customer-service/mobile-apps/say-hej-to-ikea-place-pub1f8af050>;

Marshall, H. (2017). *The People's Picture*. Recuperado de <https://thepeoplespicture.com/>;

Nike, *Run Club*. Recuperado de <https://www.nike.com/ar/nrc-app>;

Le emozioni di un viaggio, (2020, febrero 23). *Le migliori app di realtà aumentata per il turismo*. Recuperado de <https://www.lemozionediunviaggio.it/app-realta-aumentata-turismo/>;

Proyectoidis. *Sensorama*. Recuperado de <https://proyctoidis.org/sensorama/>;

Tate UK, (1982). *GENERATIVE ART*. Recuperado de <https://www.tate.org.uk/art/art-terms/g/generative-art>;

Treccani, (2009). *Iperurano*. Recuperado de [https://www.treccani.it/enciclopedia/iperurano_\(Dizionario-di-filosofia\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/iperurano_(Dizionario-di-filosofia)/);

Venier Segovia, D. (2023). *Formulario - Colaborativa*. Recuperable en https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe52wGbtMVLmX6ChxapdB-3nimjjaONTWECLIne3pl3Y-scpw/viewform?usp=sf_link.

7.5 Recursos utilizados

Adobe XD (2016, marzo 14). *Introducción a XD*. Recuperado en <https://helpx.adobe.com/es/xd/get-started.html>;

Android Studio (2013, mayo 16). *Get the official Integrated Development Environment (IDE) for Android app development*. Recuperado en <https://developer.android.com/studio>;

Apple (1976, abril 1). *Página web oficial*. Recuperado en <https://www.apple.com/>;

Dart (2011, octubre 10). *Paint your UI for Life*. Recuperado en <https://dart.dev/>;

Flutter (2017, mayo). *Build apps for any screen*. Recuperado en <https://flutter.dev/>;

Node.js (2009, mayo 27). *Node.js is an open-source, cross-platform JavaScript runtime environment*. Recuperado en <https://nodejs.org/en/>;

Pub.dev. *The official package repository for Dart and Flutter apps*. Recuperado de <https://pub.dev/>;

Sketchfab (2011, marzo 10). *Personalize your experience. What are you interested in?*. Recuperado en <https://sketchfab.com/feed>;

Spotify (2006, abril 23). *App oficial*. Recuperado en <https://open.spotify.com/?>;

Vuforia. *Vuforia Engine developer portal*. Recuperado de <https://developer.vuforia.com/>.

7.6 Referencias de códigos

Afgprogrammer (2019, octubre 4). *Flutter UI Tutorial | GridView UI with Animation - day 10*. Recuperado de https://youtube.com/watch?v=sEXekxd_IdM;

Csonka, L. (2019, abril 13). *Flutter Unity Widget*. Recuperado de https://youtube.com/watch?v=exNPmv_7--Q;

DevelopMe, C. (2020, julio 23). *INCORPORER une SCÈNE UNITY3D dans une application mobile FLUTTER - TUTO FR*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=zT1wyEmTqnw>;

Johannes, M. (2021, agosto 19). *Flutter Tutorial - Create iOS Pop-Up Context Menu | SwiftUI In Flutter [2021] Cupertino Context Menu*. Recuperado de <https://youtube.com/watch?v=Re9xDXDi3H8>;

PerfectCod (2021, agosto 19). *How to display google sheet data on webpage?*. Recuperado de <https://youtube.com/watch?v=gNGtNyvoi6c>;

Pub.dev (2021, julio). *Animated_splash_screen 1.3.0*. Recuperado de https://pub.dev/packages/animated_splash_screen;

Rivkin, J. (2020, abril 9). *p5 js Working with Basic Data + CSV Files*. Recuperado de https://youtube.com/watch?v=y_UQdH3Zt2s;

The Flutter Way (2020, mayo 22). *Welcome, Login, Signup Page - Flutter UI - Speed Code*. Recuperado de <https://youtube.com/watch?v=ExKYjggswJg>.

8. Imágenes

Fig. 1 <i>Colabo[RA]tiva</i> , obra generativa - sobre carga de información 2022.	6
Fig. 2 Morton Heilig, <i>Sensorama</i> - primer prototipo cine interactivo 1957	11
Fig. 3 <i>DARV_Abandoned Land 2.0</i> , Intermedia dance performance Ara Electronica Festival 2020	14
Fig. 4 <i>Colabo[RA]tiva</i> , utilizo aplicación desarrollada - <i>flow-chart</i> 2022...19	
Fig.5 <i>Phobos AR</i> , tipo de miedo a seleccionar, <i>app</i> 2018.....	23
Fig. 6 <i>Colabo[RA]tiva</i> - obra <i>Windows</i> , 2022	29
Fig. 7 <i>Colabo[RA]tiva</i> - <i>Splash page</i> , 2022	33
Fig. 8 <i>Colabo[RA]tiva</i> - <i>Welcome page</i> , 2022	34
Fig. 9 <i>Colabo[RA]tiva</i> - <i>Log In page</i> , 2022	35
Fig. 10 <i>Colabo[RA]tiva</i> - <i>Sign Up page</i> , 2022	36
Fig. 11 <i>Colabo[RA]tiva</i> - <i>Home page</i> , 2022	37
Fig. 12 <i>Colabo[RA]tiva</i> - <i>Image sección page</i> , 2022	37
Fig. 13 <i>Colabo[RA]tiva</i> - <i>Unity page primera persona</i> , 2022.....	38
Fig. 14 <i>Colabo[RA]tiva</i> - <i>Unity page tercera persona</i> , 2022.....	39
Fig. 15 Sitio web - obra <i>Windows</i> , 2022.....	40
Fig. 16 <i>Script</i> Welcome page, 2022	42
Fig. 17 <i>Script</i> bloqueo caracteres <i>Nickname</i> , 2022.....	43
Fig. 18 <i>Script</i> <i>Google Maps</i> , 2022.....	44
Fig. 19 Pantalla creación <i>Image Target</i> en la web <i>Vuforia</i> , 2022	46
Fig. 20 Pantalla creación <i>Area Target</i> desde la pagina web <i>Vuforia</i> , 2022..	47
Fig. 21 Carpeta archivo <i>Vuforia</i> de importar en <i>Unity</i> , 2022	47
Fig. 22 <i>Script widget</i> <i>Unity</i> sección <i>body</i> , 2022.....	48
Fig. 23 Pantalla <i>Google Sheets</i> , tabla datos <i>email</i> y <i>password</i>	50
Fig. 24 <i>Script</i> envió datos <i>LogIn</i> de <i>Flutter</i> a <i>Google Sheets</i>	51
Fig. 25 Pantalla <i>Google Sheets</i> , <i>script Javascript</i> , que recoge datos de Flutter	51
Fig. 26 Pantalla <i>Google Sheets</i> , <i>script Javascript</i> , que envía datos a la web.....	52
Fig. 27 Pantalla obra <i>Windows</i> y su mutación en el tiempo	53
Fig. 28 <i>Script</i> obra <i>Windows p5.js</i>	54
Fig. 29 Algoritmo de conversión de <i>int</i> a <i>string</i> de la obra <i>Windows</i>	55

9. Modelos 3D

Arjunphull (2022, julio 13). *Graffiti Workshop Piece*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/graffiti-workshop-piece-36f2d1d6fe114683877b4b059cb33699>;

BigBrotherHCH (2020, abril 11). *Vending Machine (SCP:087)*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/vending-machine-scp087-98860fa5504344ba81ac3801f59fef1d>;

David, A. (2019, agosto 14). *San Francisco Mural Collection - Mural 4*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/san-francisco-mural-collection-mural-4-d3d869108b1b47bab5f736f9883dafda>;

Dhdscan (2017, agosto 20). *Stone sculpture I.* . Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/stone-sculpture-i-fb6e253b75db40c3b38e3977ee60bc5c>;

Emiliusvgs (2021, enero 28). Day 28: Barranco Mural part 4 | LIDAR 3D Model. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/day-28-barranco-mural-part-4-lidar-522dd39ab02c4ed3be25f60733a4d21a>;

Emm (2021, febrero 28). Day 53: Sidewalk trashcan in Menlo - 1scanaday. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/day-53-sidewalk-trashcan-in-menlo-1scanaday-f6563cdd567040eda924448f1374fa0f>;

Emm (2021, enero 24). *SF Street Art 12 - Un Pasado Que Aun Vive*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/sf-street-art-12-un-pasado-que-aun-vive-1c2c4345cc18478eac1cfe69f28d9325>;

Emm (2021, marzo 18). *Hollow in the wall + winged heart*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/hollow-in-the-wall-winged-heart-a4bc8514d08248b580ae27c5bb60e80d>;

FAGI66 (2022, julio 1). *Street Art*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/street-art-3b4cd8ee44e243c6866947914b191e17>;

Garcia, E. (2021, mayo 26). *Stay Safe*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/stay-safe-85ac64f559504a5d82624549540c5e31>;

Johnston, L. (2020, abril 23). *Ibrox Street Art - Not VJ Day in Times Square*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/ibrox-street-art-not-vj-day-in-times-square-7f0611cae6584270a68082b477be173b>;

Manu, V. (2021, enero 22). *Day 22 - 1 Scan A Day - Montreal Mural*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/day-22-1-scan-a-day-montreal-mural-9106791b90284b35b5d1b16213423df4>;

McLogics (2022, julio 4). *Sneaker*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/sneaker-727370d6df3e47bfabc30ac1b10fb445>;

Neck, W. N. (2021, enero 24). *MTN Limited Edition Jean- Michel Basquiat*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/mtn-limited-edition-jean-michel-basquiat-6a9e1ece41cb40efa69dae21e9fe704b>;

Neshmi (2016, agosto 2). *Street Art, Toulouse, France*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/street-art-toulouse-france-64590e83a6ce45d086539d812c43ed0d>;

Witanfear (2022, febrero 20). *STREET ART BOX FIBER OPTIC MEXICO*. Recuperado de <https://sketchfab.com/3d-models/street-art-box-fiber-optic-mexico-6ce0f1e3c490443bbd0f712c430c07ef>.



10.1 Ficha técnica de la obra

Ficha técnica-1

Título	<i>Colabo[RA]tiva</i>
Autor	Davide Venier Segovia
Formato técnico	Aplicación móvil
Lugar	Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
Practica artística	Realidad aumentada
Año	2023
Descripción técnica	<i>Flutter - Unity - Vuforia</i>
Descripción conceptual	Este trabajo de fin de máster titulado: "Colabo[RA]tiva - Arte en contextos digitales, colaborativos y urbanos", propone una investigación teórica práctica que combina estudios sobre el arte generativo colaborativo y el desarrollo, a priori, de una aplicación para dispositivos móviles.
Repositorio web	https://github.com/DavideVS/AppTFM_code.git

10.2 Scripts posteriores

```
23 # Dependencies specify other packages that your package needs in order to work.
24 # To automatically upgrade your package dependencies to the latest versions
25 # consider running `flutter pub upgrade --major-versions`. Alternatively,
26 # dependencies can be manually updated by changing the version numbers below to
27 # the latest version available on pub.dev. To see which dependencies have newer
28 # versions available, run `flutter pub outdated`.
29 dependencies:
30   flutter:
31     sdk: flutter
32
33
34 # The following adds the Cupertino Icons font to your application.
35 # Use with the CupertinoIcons class for iOS style icons.
36 cupertino_icons: ^1.0.2
37 animated_splash_screen: ^1.3.0
38 flutter_svg: ^1.1.5
39 http: ^0.13.5
40 flutter_unity_widget: ^2022.2.0
41 animated_background: ^2.0.0
42 maps_launcher: ^2.0.1
43 url_launcher: ^6.1.7
44 mailto: ^2.0.0
45 footer: ^0.0.4
```

Dependencias utilizadas a lo largo del proyecto e importadas desde el *pub.dev*, librería mencionada muchas veces por el correcto funcionamiento de la aplicación.

```
1 import 'package:flutter/material.dart';
2
3 //const kPrimaryColor = Color(0xB3FFFFFF);
4 const kPrimaryColor = Color.fromARGB(192, 228, 221, 221);
5 //const kPrimaryColor = Color(0xFF6F35A5);
6 const kPrimaryLightColor = Color(0x91FBBFBF);
7 //const kPrimaryLightColor = Color(0xFFF1E6FF);
8 const kPrimaryDarkColor = Color(0x91000000);
9
10 const double defaultPadding = 16.0;
11
```

Elementos básicos y de fondo de la aplicación utilizados en todos los archivos en la misma manera.

```

1  using System;
2  using System.Runtime.InteropServices;
3  using UnityEngine;
4  using UnityEngine.SceneManagement;
5
6  namespace FlutterUnityIntegration
7  {
8      public class NativeAPI
9      {
10     #if UNITY_IOS && !UNITY_EDITOR
11         [DllImport("__Internal")]
12         public static extern void OnUnityMessage(string message);
13
14         [DllImport("__Internal")]
15         public static extern void OnUnitySceneLoaded(string name, int buildIndex, bool isLoaded, bool isValid);
16     #endif
17
18     #if UNITY_WEBGL
19         [DllImport("__Internal")]
20         public static extern void OnUnityMessageWeb(string message);
21
22         [DllImport("__Internal")]
23         public static extern void OnUnitySceneLoadedWeb(string name, int buildIndex, bool isLoaded, bool isValid);
24     #endif
25
26     public static void OnSceneLoaded(Scene scene, LoadSceneMode mode)
27     {
28     #if UNITY_ANDROID
29         try
30         {
31             AndroidJavaClass jc = new AndroidJavaClass("com.xrapp.plugin.flutter_unity_widget.UnityPlayerUtils");
32             jc.CallStatic("onUnitySceneLoaded", scene.name, scene.buildIndex, scene.isLoaded, scene.IsValid());
33         }
34         catch (Exception e)
35         {
36             Debug.Log(e.Message);
37         }
38     #elif UNITY_WEBGL
39         OnUnitySceneLoadedWeb(scene.name, scene.buildIndex, scene.isLoaded, scene.IsValid());

```

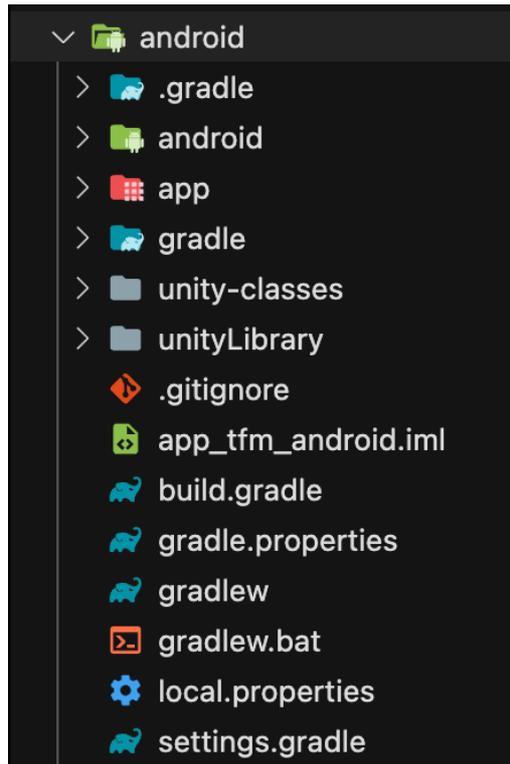
Script que permite conectar *Unity* a *Flutter*, más precisamente a la aplicación que se está desarrollando. De hecho, dicho código permite exportar un proyecto hecho en *Unity* hacia *Flutter* en forma de *widget* y pantalla de la *app*.

```

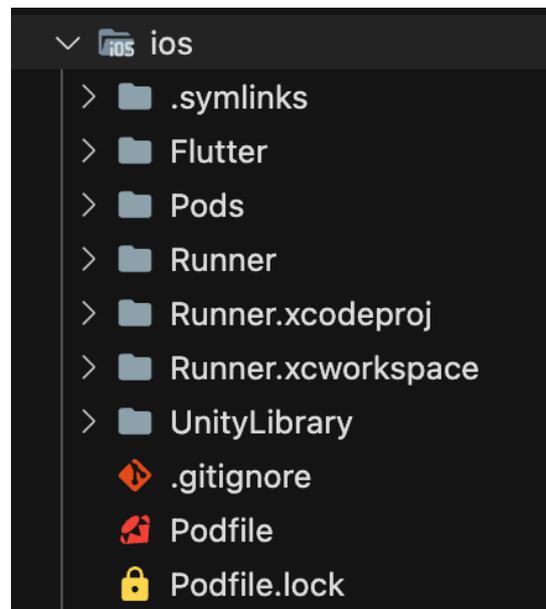
1  import 'package:flutter/material.dart';
2
3  class Responsive extends StatelessWidget {
4    final Widget mobile;
5    final Widget? tablet;
6    final Widget desktop;
7
8    const Responsive({
9      Key? key,
10     required this.mobile,
11     this.tablet,
12     required this.desktop,
13   }) : super(key: key);
14
15   static bool isMobile(BuildContext context) =>
16     MediaQuery.of(context).size.width < 576;
17
18   static bool isTablet(BuildContext context) =>
19     MediaQuery.of(context).size.width >= 576 &&
20     MediaQuery.of(context).size.width <= 992;
21
22   static bool isDesktop(BuildContext context) =>
23     MediaQuery.of(context).size.width > 992;
24
25   @override
26   Widget build(BuildContext context) {
27     final Size size = MediaQuery.of(context).size;
28     if (size.width > 992) {
29       return desktop;
30     } else if (size.width >= 576 && tablet != null) {
31       return tablet!;
32     } else {
33       return mobile;
34     }
35   }
36 }

```

Script relacionado con el factor *responsive* que hace que la app sea correctamente visible también desde una pantalla de ordenador o, simplemente, más grande.



Carpeta *Android* que contiene, a su vez, la carpeta *Unity Android* con el entorno en realidad aumentada desarrollado.



Carpeta *iOS* que contiene, a su vez, la carpeta *Unity iOS* con el entorno en realidad aumentada desarrollado.

```

1  import 'package:flutter/material.dart';
2
3  import '../constants.dart';
4
5  class AlreadyHaveAnAccountCheck extends StatelessWidget {
6    final bool login;
7    final Function? press;
8    const AlreadyHaveAnAccountCheck({
9      Key? key,
10     this.login = true,
11     required this.press,
12   }) : super(key: key);
13
14   @override
15   Widget build(BuildContext context) {
16     return Row(
17       mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
18       children: <Widget>[
19         Text(
20           login ? " If you are not in Valencia ? " : " Are you in Valencia? ",
21           style: const TextStyle(color: kPrimaryColor),
22         ), // Text
23         GestureDetector(
24           onTap: press as void Function()?,
25           child: Text(
26             login ? "Everywhere" : "Sign up",
27             style: const TextStyle(
28               color: kPrimaryColor,
29               fontWeight: FontWeight.bold,
30             ), // TextStyle
31           ), // Text
32         ) // GestureDetector
33       ], // <Widget>[]
34     ); // Row
35   }
36 }

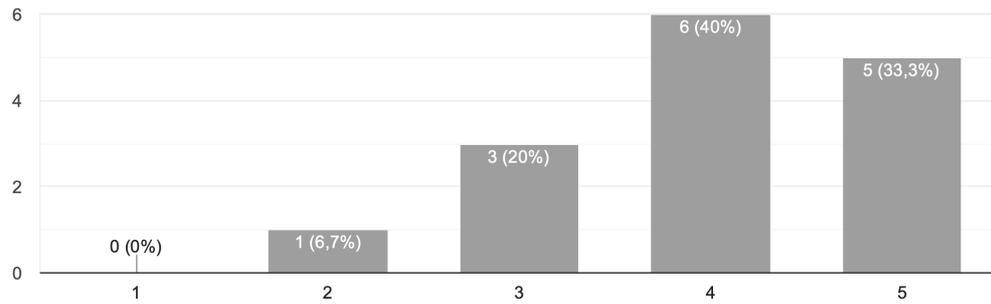
```

Script que permite moverse desde la pantalla de *Login* hacia la pantalla de *SignUp*, no a través de un botón, sino más bien mediante un enlace visible como palabra en la página correspondiente.

10.3 Resultados encuesta

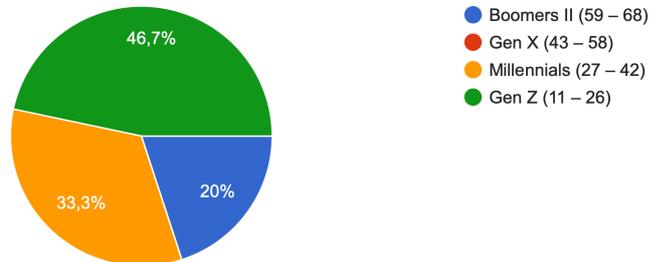
What is your overall assessment of Colabo[ra]tiva?

15 risposte



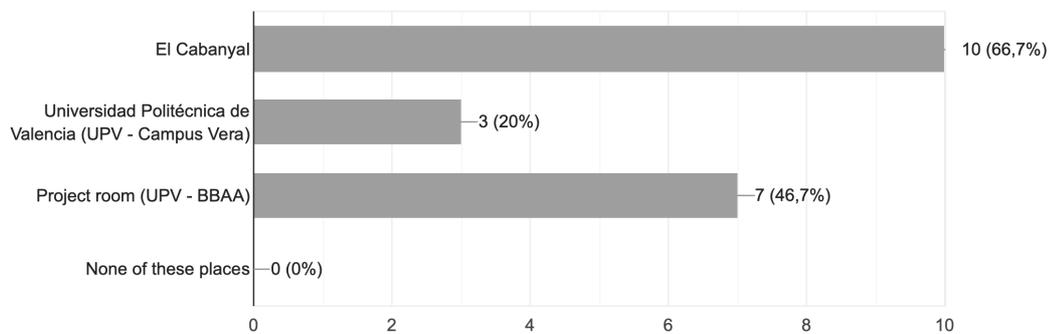
What is your age range?

15 risposte



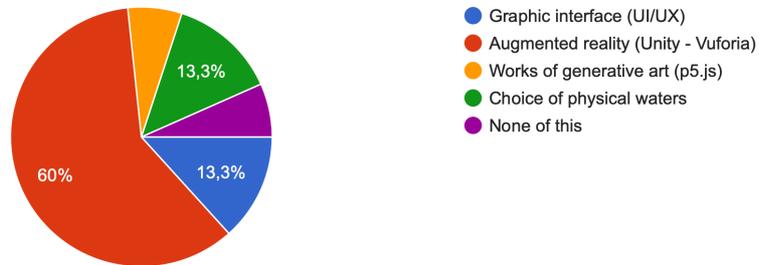
Where did you try Colabo[ra]tiva?

15 risposte



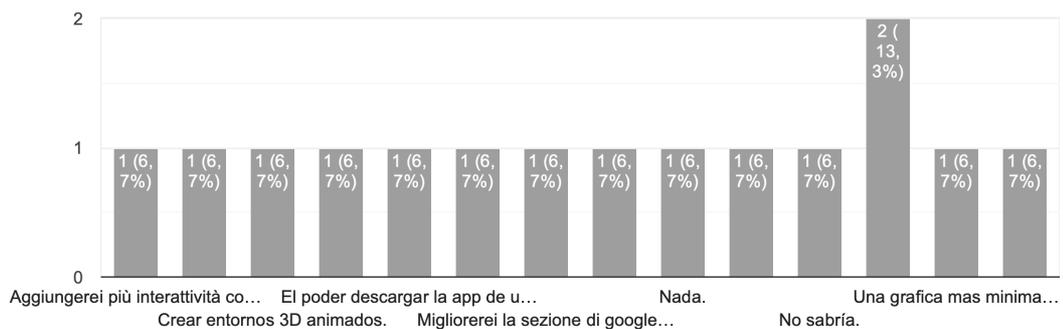
Which of these aspects would you improve?

15 risposte



What would you recommend adding as a feature for the next launch of Colabo[ra]tiva 2.0?

15 risposte



- Respuestas escritas:

“Mejor detección de las areas y una UI más responsive.”

“Crear entornos 3D animados.”

“Aggiungerei una componente audio nello spazio virtuale.”

“Creare un ambiente più partecipativo nella parte sviluppata con Unity e Vuforia (AR).”

“Aggiungerei più interattività con gli utenti.”

“Una grafica mas minimal y atractica.”

“Migliorerei la sezione di google maps, quindi la possibilità di creare un percorso.. per il resto l’applicazione risulta innovativa e interessante.”

“More animations AR.”

“Una mejor conexión entre Mapas virtuales y app.”

“El poder descargar la app de una manera oficial (ej. Play Store o Apple Store).”

