



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica  
Superior d'Enginyeria  
Informàtica

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica  
Universitat Politècnica de València

# **Cloud Exams: Una herramienta para la realización y gestión de exámenes online.**

Trabajo Fin de Grado

**Grado en Ingeniería Informática**

**Autor:** Daniel Herrero Pardo

**Tutor:** Carlos Herrero Cucó

Curso 2020 - 2021



# Resumen

---

La tecnología está cambiando el sector de la educación a una gestión automatizada por dispositivos inteligentes. Un golpe de nuevas necesidades ha surgido con la inmersión del mundo en una pandemia, acelerando el proceso de modernizar las técnicas tradicionales de la enseñanza. Para poder dar clases a distancia se recurre a herramientas como Zoom o Teams, videollamadas para poder establecer la comunicación alumno-profesor. ¿Pero qué pasa con la evaluación de exámenes? ¿Son suficientes las funcionalidades actuales para estas nuevas necesidades?

Así surge Cloud Exams, plataforma que permite gestionar los exámenes en la nube utilizando cualquier dispositivo y lanzar exámenes de manera online proveyendo de mecanismos anticopia para asegurar la veracidad de los resultados.

La ventaja frente a herramientas similares es su enfoque a ambientes más profesionales, ya que muchas de ellas se centran en el entretenimiento no dando suficiente robustez para evaluar resultados de exámenes, como por ejemplo Kahoot o Quizizz. Y no solo eso, también da muchas opciones y es más versátil y adaptable a nuevas necesidades que las soluciones que actualmente utilizan muchas escuelas, como por ejemplo Sakai o Moodle.

El proyecto trata del ciclo de evaluación y desarrollo de la propia aplicación siguiendo un desarrollo ágil Scrum adaptado a la situación.

**Palabras clave:** educación, pandemia, exámenes, mecanismos anticopia, aplicación, desarrollo, Scrum.

## Abstract

---

Technology is changing the education sector to automated management by smart devices. A coup of new needs has emerged as the world plunged into a pandemic, accelerating the process of modernizing traditional teaching techniques. To be able to teach remotely, tools such as Zoom or Teams, video calls are used to establish student-teacher communication. But what about exam evaluation? Are current features sufficient for these new needs?

This is how Cloud Exams appear, a platform that allows you to manage exams in the cloud using any device and launch online exams, providing anti-copy mechanisms to ensure the veracity of the results.



The advantage over similar tools is their approach to more professional environments, since many of them are focused on entertainment, not giving enough robustness to evaluate test results, such as Kahoot or Quizizz. And not only that, it also offers many options and is more versatile and adaptable to new needs than the solutions currently used by many schools, such as Sakai or Moodle.

The project deals with the evaluation and development cycle of the application itself following an agile Scrum development adapted to the situation.

**Keywords :** education, pandemic, exams, anti-copy mechanisms, application, development, Scrum.

## Resum

---

La tecnologia està canviant el sector de l'educació a una gestió automatitzada per dispositius intel·ligents. Un cop de noves necessitats ha sorgit amb la immersió del món en una pandèmia, accelerant el procés de modernitzar les tècniques tradicionals de l'ensenyament. Per poder donar classes a distància es recorre a eines com Zoom o Teams, videotrucades per poder establir la comunicació alumne-professor. Però què passa amb l'avaluació d'exàmens? Són suficients les funcionalitats actuals per a aquestes noves necessitats?

Així sorgeix Cloud Exams, plataforma que permet gestionar els exàmens en el núvol utilitzant qualsevol dispositiu i llançar exàmens de manera online proveint de mecanismes anticòpia per assegurar la veracitat dels resultats.

L'avantatge enfront de eines similars és el seu enfocament a ambients més professionals, ja que moltes d'elles es centren en l'entreteniment no donant suficient robustesa per avaluar resultats d'exàmens, com ara Kahoot o Quizizz. I no només això, també dóna moltes opcions i és més versàtil i adaptable a noves necessitats que les solucions que actualment utilitzen moltes escoles, com ara Sakai o Moodle.

El projecte tracta del cicle d'avaluació i desenvolupament de la pròpia aplicació seguint un desenvolupament àgil Scrum adaptat a la situació.

**Paraules clau:** educació, pandèmia, exàmens, mecanismes anticòpia, aplicació, desenvolupament, Scrum.

# Tabla de contenidos

---

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| <u>1.</u> | <u>Introducción</u>                    | 11 |
| 1.1.      | <u>Motivación</u>                      | 11 |
| 1.2.      | <u>Objetivo</u>                        | 11 |
| 1.3.      | <u>Estructura</u>                      | 12 |
| <u>2.</u> | <u>Análisis y evaluación</u>           | 13 |
| 2.1.      | <u>Estudio de competidores</u>         | 13 |
| 2.1.1.    | <u>El sector en el mercado</u>         | 13 |
| 2.1.2.    | <u>Quizizz</u>                         | 14 |
| 2.1.3.    | <u>Socrative</u>                       | 14 |
| 2.1.4.    | <u>EasyLMS</u>                         | 15 |
| 2.1.5.    | <u>Comparación de características</u>  | 15 |
| 2.2.      | <u>Modelo de negocio</u>               | 17 |
| 2.3.      | <u>Proyección de ingresos y gastos</u> | 18 |
| 2.4.      | <u>Análisis DAFO</u>                   | 20 |
| 2.5.      | <u>Lean canvas</u>                     | 21 |
| 2.6.      | <u>Encuesta características</u>        | 22 |
| 2.7.      | <u>Mapa de características</u>         | 25 |
| 2.8.      | <u>Conclusiones de la evaluación</u>   | 26 |
| <u>3.</u> | <u>Realización técnica</u>             | 27 |
| 3.1.      | <u>Metodología</u>                     | 27 |
| 3.2.      | <u>Marco legal y ético</u>             | 29 |
| 3.3.      | <u>Diagrama de clases</u>              | 30 |
| 3.4.      | <u>Diagrama de datos</u>               | 31 |
| 3.5.      | <u>Arquitectura</u>                    | 32 |
| 3.6.      | <u>Mockups</u>                         | 33 |
| 3.7.      | <u>IDE</u>                             | 37 |



|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.8.   | <a href="#">Front-end</a>                            | 37 |
| 3.9.   | <a href="#">Back-end</a>                             | 38 |
| 3.10.  | <a href="#">Servicio de videollamada</a>             | 42 |
| 3.11.  | <a href="#">Pruebas</a>                              | 43 |
| 3.12.  | <a href="#">Mantenimiento y gestión de versiones</a> | 45 |
| 4.     | <a href="#">Desarrollo</a>                           | 47 |
| 4.1.   | <a href="#">MVP1</a>                                 | 47 |
| 4.2.   | <a href="#">MVP2</a>                                 | 52 |
| 4.3.   | <a href="#">MVP3</a>                                 | 56 |
| 5.     | <a href="#">Trabajo futuro</a>                       | 59 |
| 6.     | <a href="#">Conclusiones</a>                         | 61 |
| 6.1.   | <a href="#">Evaluación</a>                           | 61 |
| 6.2.   | <a href="#">Desarrollo</a>                           | 61 |
| 6.3.   | <a href="#">Objetivos</a>                            | 61 |
| 6.4.   | <a href="#">Resultado</a>                            | 62 |
| 6.5.   | <a href="#">Cronología</a>                           | 62 |
| 7.     | <a href="#">Bibliografía</a>                         | 63 |
| A      | <a href="#">Anexo</a>                                | 69 |
| A.1.   | <a href="#">Manual de usuario</a>                    | 69 |
| A.1.1. | <a href="#">Crear examen</a>                         | 69 |
| A.1.2. | <a href="#">Lanzar examen</a>                        | 71 |
| A.1.3. | <a href="#">Corregir examen</a>                      | 73 |

# Índice de figuras

---

|  |    |
|--|----|
| <a href="#">2.1. Logo Quizizz</a>  | 14 |
| <a href="#">2.2. Logo Socrative</a>  | 14 |
| <a href="#">2.3. Logo EasyLMS</a>  | 15 |
| <a href="#">2.4. Tabla comparación de características</a>                            | 15 |
| <a href="#">2.5. Gráfica resultado anual acumulado</a>                               | 18 |
| <a href="#">2.6. Tabla ingresos y gastos</a>   | 19 |
| <a href="#">2.7. Tabla análisis DAFO</a>   | 20 |
| <a href="#">2.8. Tabla Lean Canvas</a>   | 21 |
| <a href="#">2.9. Leyenda características</a>   | 22 |
| <a href="#">2.10. Gráfica ergonomía, simplicidad al crear y administrar exámenes</a> | 22 |
| <a href="#">2.11. Gráfica eficiencia, agilizar la administración de exámenes</a>     | 22 |
| <a href="#">2.12. Gráfica seguridad de los exámenes creados y los resultados</a>     | 22 |
| <a href="#">2.13. Gráfica atraktividad de la aplicación</a>                          | 22 |
| <a href="#">2.14. Gráfica variedad de preguntas de exámenes</a>                      | 23 |
| <a href="#">2.15. Gráfica visualización de estadísticas de los exámenes</a>          | 23 |
| <a href="#">2.16. Gráfica robustez, validación de usuarios segura</a>                | 23 |
| <a href="#">2.17. Gráfica mecanismos anticopia</a>                                   | 23 |
| <a href="#">2.18. Gráfica multiplataforma</a>  | 23 |
| <a href="#">2.19. Gráfica exportación de resultados e importación de datos</a>       | 23 |
| <a href="#">2.20. Gráfica opciones de aleatoriedad de las preguntas</a>              | 24 |
| <a href="#">2.21. Gráfica reusabilidad de preguntas, repositorio con preguntas</a>   | 24 |
| <a href="#">2.22. Mapa de características</a>  | 25 |
| <a href="#">2.23. Tablero kanban</a>   | 26 |
| <br>   |    |
| <a href="#">3.1. Workflow I</a>  | 27 |
| <a href="#">3.2. Workflow II</a>   | 28 |



|   |    |
|---|----|
| <a href="#">3.3. <u>Unidad de Trabajo</u></a>                                     | 28 |
| <a href="#">3.4. <u>Reglamento General de Protección de Datos</u></a>             | 29 |
| <a href="#">3.5. <u>Organización Internacional de Normalización</u></a>           | 29 |
| <a href="#">3.6. <u>Service Organizations Certificate</u></a>                     | 29 |
| <a href="#">3.7. <u>Diagrama de clases</u></a>                                    | 30 |
| <a href="#">3.8. <u>Diagrama de datos</u></a>                                     | 31 |
| <a href="#">3.9. <u>Diagrama arquitectura BLoC</u></a>                            | 32 |
| <a href="#">3.10. <u>Código tratando los streams</u></a>                          | 33 |
| <a href="#">3.11. <u>Logo Adobe Xd</u></a>  | 33 |
| <a href="#">3.12. <u>Mockup página de inicio</u></a>                              | 34 |
| <a href="#">3.13. <u>Mockup vista de una pregunta</u></a>                         | 34 |
| <a href="#">3.14. <u>Mockup tipos de pregunta</u></a>                             | 35 |
| <a href="#">3.15. <u>Mockup lista de exámenes</u></a>                             | 35 |
| <a href="#">3.16. <u>Mockup login</u></a>   | 36 |
| <a href="#">3.17. <u>Mockup vista alumno examen</u></a>                           | 36 |
| <a href="#">3.18. <u>Logo Visual Studio Code</u></a>                              | 37 |
| <a href="#">3.19. <u>Logo Flutter</u></a>   | 37 |
| <a href="#">3.20. <u>Comparación crecimiento exponencial entre frameworks</u></a> | 38 |
| <a href="#">3.21. <u>Logo Dart</u></a>  | 38 |
| <a href="#">3.22. <u>Logo Firebase</u></a>  | 39 |
| <a href="#">3.23. <u>Cloud Firestore</u></a>                                      | 39 |
| <a href="#">3.24. <u>Firebase Authentication</u></a>                              | 40 |
| <a href="#">3.25. <u>Cloud Storage</u></a>  | 41 |
| <a href="#">3.26. <u>Cloud Functions</u></a>                                      | 41 |
| <a href="#">3.27. <u>Firebase Hosting</u></a>                                     | 42 |
| <a href="#">3.28. <u>Agora, el servicio de videollamada</u></a>                   | 43 |
| <a href="#">3.29. <u>Logo WebRTC</u></a>  | 43 |
| <a href="#">3.30. <u>Pruebas de aceptación</u></a>                                | 44 |
| <a href="#">3.31. <u>Pruebas base de datos</u></a>                                | 45 |





|   |    |
|---|----|
| <a href="#">3.32. Pruebas Cloud Functions</a>                 | 45 |
| <a href="#">3.33. Logo GitHub</a>                             | 46 |
| <a href="#">3.34. Logo Git</a>                                | 46 |
| <a href="#">3.35. Commits</a>                                 | 46 |
|   |    |
| <a href="#">4.1. Herramienta creación examen básica</a>       | 48 |
| <a href="#">4.2. Vista CRUD de los exámenes</a>               | 48 |
| <a href="#">4.3. Mecanismo identificación de usuario</a>      | 49 |
| <a href="#">4.4. Lanzar examen</a>                            | 50 |
| <a href="#">4.5. Herramienta corregir examen básico</a>       | 50 |
| <a href="#">4.6. Comparador de textos</a>                     | 50 |
| <a href="#">4.7. Agregar media a a las preguntas</a>          | 51 |
| <a href="#">4.8. Opciones aleatoriedad del examen</a>         | 52 |
| <a href="#">4.9. Vista CRUD preguntas</a>                     | 53 |
| <a href="#">4.10. Nube de exámenes y preguntas</a>            | 53 |
| <a href="#">4.11. Preguntas multirespuesta</a>                | 54 |
| <a href="#">4.12. Pregunta huecos en blanco</a>               | 54 |
| <a href="#">4.13. Responsive móvil</a>                        | 55 |
| <a href="#">4.14. Paneles informativos</a>                    | 55 |
| <a href="#">4.15. Mejora herramienta corregir exámenes</a>    | 56 |
| <a href="#">4.16. Videollamada</a>                            | 57 |
| <a href="#">4.17. Exportar e importar exámenes - archivos</a> | 58 |
| <a href="#">4.18. Exportar e importar exámenes - JSON</a>     | 58 |
|   |    |
| <a href="#">6.1. Logo Cloud Exams</a>                         | 62 |
| <a href="#">6.2. Cronología</a>                               | 62 |
|   |    |
| <a href="#">A.1. Menú - exámenes</a>                          | 69 |
| <a href="#">A.2. Botón añadir examen</a>                      | 69 |



|   |    |
|---|----|
| <a href="#">A.3. <u>Modal elegir tipo de pregunta</u></a>   | 70 |
| <a href="#">A.4. <u>Vista pregunta</u></a>                  | 71 |
| <a href="#">A.5. <u>Menú - programar</u></a>                | 71 |
| <a href="#">A.6. <u>Botón seleccionar examen</u></a>        | 71 |
| <a href="#">A.7. <u>Modal exámenes</u></a>                  | 71 |
| <a href="#">A.8. <u>Vista fecha programación examen</u></a> | 72 |
| <a href="#">A.9. <u>Buscar estudiantes</u></a>              | 72 |
| <a href="#">A.10. <u>Vista examen programado</u></a>        | 72 |
| <a href="#">A.11. <u>Menú - correcciones</u></a>            | 73 |
| <a href="#">A.12. <u>Lista correcciones</u></a>             | 73 |
| <a href="#">A.13. <u>Botón editar corrección</u></a>        | 73 |
| <a href="#">A.14. <u>Vista respuesta a pregunta</u></a>     | 74 |
| <a href="#">A.15. <u>Vista corregir desde pregunta</u></a>  | 74 |
| <a href="#">A.16. <u>Botón enviar corrección</u></a>        | 74 |

# 1. Introducción

---

## 1.1. Motivación

La era IoT (Internet of Things), una ola que está alcanzando a nuestra sociedad donde todo está interconectado y controlado por el Internet. Desde nuestro reloj hasta nuestra propia casa. Cada día más productos están bajo este control que permite infinidad de funciones, como por ejemplo preguntarle a tu dispositivo móvil que está ocurriendo en la otra parte del planeta o realizar la lista de la compra desde tu nevera.

Poco a poco va apareciendo en más sectores, como en el comercio online donde cada día se compra más y más o en el sector público donde todos los documentos y ciudadanos cooperan en la red.

En el sector de la educación está siendo difícil la implementación de Internet, ya sea por la multitud de fuentes poco fiables o la brecha digital. Sin embargo se va acercando ese día donde también sucumbirá a la red. Actualmente ya contamos con muchas herramientas en este campo como pueden ser plataformas donde acudir a clases online, libros digitales... Aún así la mayoría de escuelas siguen utilizando el método tradicional para realizar las evaluaciones de sus alumnos. Ha llegado el día en que estas evaluaciones se realicen mediante las nuevas tecnologías permitiendo nuevas funciones y facilitando el trabajo a alumnos y profesores.

### Motivación personal

El desafío de realizar una aplicación donde depositar todo lo que he aprendido estos años en la carrera. Además de avanzar en las tecnologías web y móvil que he aprendido mediante autoaprendizaje. Quiero plasmar todo esto en una aplicación que pueda ser útil e incluso sea una oportunidad de mercado.

## 1.2. Objetivo

Crear una herramienta para dar soporte a la evaluación de los exámenes:

- Crear una plataforma donde poder crear y gestionar exámenes en dispositivos, sustituyendo a los clásicos de lápiz y papel.
- Realizar exámenes a distancia manteniendo protocolos con los que asegurar la veracidad del proceso.



### 1.3. Estructura

La memoria se estructura en dos partes. La primera, el capítulo 2, realizada antes de desarrollar el producto, donde se estudia el problema y los competidores para obtener las necesidades y características con las que poder desarrollarlo.

La otra parte, desde el capítulo 3 al 7, ocurre una vez que el desarrollo ha sido terminado. El capítulo 3 habla del estado del arte, las técnicas y herramientas que se han utilizado en el ciclo de vida del desarrollo de la aplicación. Luego en el capítulo 4 trata del propio desarrollo, las tareas que han sido realizadas e implementadas siguiendo una priorización que fue obtenida anteriormente en el análisis. El capítulo 5 es una cronología de cómo se ha abordado todo el proceso de la creación del proyecto. Seguimos con el sexto que recoge cambios y mejoras necesarios en el futuro desarrollo y mantenimiento. Y finalmente llegamos al último que es la conclusión de los conocimientos y experiencias obtenidas.

## 2. Análisis y Evaluación

---

En este capítulo realizaremos diferentes análisis y estudios con los que extraer conclusiones de cómo debe ser desarrollado el producto. Basándonos en las técnicas del modelo Lean Start-up, metodología cuyo objetivo es ahorrar tiempo, dinero y testear el producto inacabado si es bien recibido por el mercado y tomar decisiones necesarias a partir de estos resultados...

Empezaremos con un análisis esencial en cualquier producto que quiera lanzarse al mercado, analizando distintos competidores, buscando con qué factores puede brillar delante del resto. Seguimos con el modelo de negocio, cómo puede la aplicación rentabilizar los costes y obtener beneficios, relacionado con el siguiente punto una proyección a futuro de estos datos para estimar cuándo podría llegar a ser rentable. En este punto realizaremos diversas técnicas como son el análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades), Lean Canvas y una encuesta a clientes potenciales con el objetivo de encontrar todas las características que debería implementar la aplicación, junto a un orden a seguir para ir realizando las sucesivas versiones del producto. Luego serán reunidas en el mapa de características que dará fruto a nuestro backlog. Finalizamos con la conclusión donde resumimos todo lo obtenido en los puntos anteriores.

### 2.1. Estudio de competidores

En este apartado se va a estudiar y analizar el sector de la educación en el mercado TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), extrayendo competidores y sus funcionalidades con el objetivo de encontrar puntos fuertes donde podría destacar Cloud Exams así como sus límites.

#### 2.1.1. El sector en el mercado

La educación es un sector complejo en Internet con muchos problemas. Necesita un alto nivel de seguridad y privacidad. Las escuelas y los alumnos tienen datos que deben mantenerse de forma segura. Otro problema podría ser la brecha digital donde todos los alumnos pueden que no dispongan de las tecnologías necesarias para acceder a Internet.

A pesar de esto, estos últimos años la tecnología ha ayudado mucho al sector. Transformando libros físicos en digitales, reduciendo su precio o con herramientas para la comunicación entre alumnos y profesores. Han aparecido herramientas como Google Classroom[2] para poder administrar clases de manera online y poder mandar tareas a los alumnos.

Primero tenemos las LMS (sistema de gestión de aprendizaje) que utilizan muchas universidades como es Sakai[3] (usada por la UPV) y Moodle[5]. Plataformas para el manejo de cursos online, su gran ventaja es que son gratis, personalizables y de código abierto. Pero tiene una gran desventaja como es la falta de apoyo tecnológico, es una herramienta antigua, donde



surgen problemas del pasado como fallos en los servidores o que los usuarios necesitan tener la tecnología instalada, en definitiva es un herramienta limitada que no saca todo el potencial que podrían darnos las nuevas tecnologías.

Finalmente llegamos a aplicaciones más modernas para evaluar a los alumnos como Kahoot[7], Quizizz[8], Socrative[9] o EasyLMS[10]. Kahoot no se va a analizar porque su objetivo principal es ser un juego de preguntas con un carácter más lúdico.

### 2.1.2. Quizizz



**Figura 2.1.** Logo Quizizz

Quizizz es una herramienta muy flexible parecida a kahoot pero con más funciones y se pueden crear exámenes más complejos, más tipo de preguntas y más opciones a la hora de lanzar exámenes. Aún así sigue ocurriendo en gran parte lo mismo que con kahoot, con características para ser más un juego de preguntas más que una herramienta profesional de administrar exámenes. A pesar de esto sigue siendo una plataforma atractiva que me ha gustado mucho, con muchas ventajas y funciones con las que comparar el proyecto y llegar a buenas conclusiones.

### 2.1.3. Socrative



**Figura 2.2.** Logo Socrative

Llegamos a Socrative un gran competidor, ya que este si que tiene un mayor soporte en las aulas. Muy útil para que los profesores puedan crear exámenes con los que poder evaluar a los alumnos de manera adecuada. Sin embargo, la herramienta de exámenes no es tan completa como la de Quizizz y se podrían agregar muchas más funcionalidades para que acabara de cuajar en las aulas, como por ejemplo lanzar exámenes con invitaciones y no con código.

## 2.1.4. EasyLMS



Figura 2.3. Logo EasyLMS

Por último tenemos a EasyLMS con un enfoque más profesional y complejo, tiene muchísimas funciones y opciones a la hora de personalizar y lanzar exámenes. Pero tiene un gran problema y es su precio que es muy elevado. Aún así gracias a su gran potencial podremos extraer funcionalidades con la que comparar y mejorar el proyecto.

## 2.1.5. Comparación de características

| Característica                   | Quizizz     |                     | Socrative |            | EasyLMS |            | CloudExams |           |
|----------------------------------|-------------|---------------------|-----------|------------|---------|------------|------------|-----------|
|                                  | Free (adds) | 228 \$/año          | Free      | 100 \$/año | Free    | 500 \$/año | Free       | 50 \$/año |
| Pregunta multiopción             | ✓           |                     | ✓         |            | ✓       |            | ✓          |           |
| Pregunta multirespuesta          | ✓           |                     | X         |            | X       |            | ✓          |           |
| Pregunta rellenar huecos         | ✓           |                     | X         |            | ✓       |            | ✓          |           |
| Pregunta respuesta corta         | ✓           |                     | ✓         |            | ✓       |            | ✓          |           |
| Pregunta de dibujo               | X           |                     | X         |            | X       |            | *          |           |
| Pregunta en tabla                | X           |                     | X         |            | X       |            | *          |           |
| Agregar imagen a pregunta        | ✓           |                     | ✓         |            | ✓       |            | ✓          |           |
| Agregar audio o video a pregunta | X           | ✓                   | X         |            | X       |            | X          | ✓         |
| Tiempo de examen                 | ✓           | Máx 15 mín/pregunta | X         |            | ✓       |            | ✓          |           |

| Característica                       | Quizizz     |            | Socrative |            | EasyLMS |            | CloudExams |           |
|--------------------------------------|-------------|------------|-----------|------------|---------|------------|------------|-----------|
|                                      | Free (adds) | 228 \$/año | Free      | 100 \$/año | Free    | 500 \$/año | Free       | 50 \$/año |
| Mostrar respuestas                   | ✓           |            | X         |            | X       | ✓          |            | ✓         |
| Página de inicio de examen           | X           |            | X         |            |         | ✓          |            | ✓         |
| Dividir puntuación                   | X           |            | X         |            |         | ✓          |            | ✓         |
| Corrección automática de preguntas   | ✓           |            | ✓         |            |         | ✓          |            | ✓         |
| Compartir examen con código o enlace | ✓           |            | ✓         |            |         | ✓          |            | *         |
| Compartir examen solo con correo     | ✓           |            | X         | ✓          | X       | ✓          |            | ✓         |
| Lanzar examen programado             | X           |            | ✓         |            | X       | ✓          |            | ✓         |
| Alumnos por examen/aula              | 25          | 100        |           | 50         | X       | 25.000     | 50         | 200       |
| API Google Classroom                 | ✓           |            | X         |            |         | X          |            | *         |
| Estadísticas de resultados           | X           | ✓          | ✓         |            | X       | ✓          |            | *         |
| Importar y exportar examen           | ✓           |            | ✓         |            |         | ✓          |            | ✓         |
| Importar y exportar resultados       | ✓           |            | ✓         |            | X       | ✓          |            | *         |
| Disponibilidad WEB                   | ✓           |            | ✓         |            |         | ✓          |            | ✓         |
| Disponibilidad Móvil App             | ✓           |            | ✓         |            |         | X          |            | ✓         |
| Lanzar examen con videollamada       | X           |            | X         |            |         | X          |            | ✓         |
| Soporte en vivo                      | X           |            | X         |            | X       | ✓          |            | *         |
| Repositorios de exámenes/preguntas   | ✓           |            | X         |            |         | X          |            | ✓         |



| Característica                     | Quizizz     |            | Socrative |            | EasyLMS |            | CloudExams |           |
|------------------------------------|-------------|------------|-----------|------------|---------|------------|------------|-----------|
|                                    | Free (adds) | 228 \$/año | Free      | 100 \$/año | Free    | 500 \$/año | Free       | 50 \$/año |
| Organizar exámenes en carpetas     | ✓           |            | ✓         |            | ✓       |            | *          |           |
| Reconocimiento de texto            | X           |            | X         |            | X       |            | *          |           |
| Comparación de textos              | X           |            | X         |            | X       |            | ✓          |           |
| Corrección colaborativa            | X           |            | X         |            | X       |            | *          |           |
| Traducción automática de preguntas | X           |            | X         |            | X       |            | *          |           |
| Notificaciones                     | ✓           |            | X         |            | ✓       |            | *          |           |

Figura 2.4. Tabla comparación de características

\* Características para el trabajo futuro

## 2.2. Modelo de negocio

En este apartado vamos a analizar diferentes modelos de negocio que podrían encajar con el producto (Tradicional, Publicitario y Freemium). Con la comparación de competidores y las características del dominio obtenidas podremos encontrar la mejor propuesta de negocio.

Se podría optar por un modelo Tradicional, pero esta opción tiene la gran desventaja de tener una gran barrera al alcance de nuevos clientes y usuarios. Por eso descartamos rápidamente esta opción.

Otro modelo sería el Publicitario, tendría un buen alcance pero tiene un inconveniente y es que en un dominio tan formal daría muy mala imagen ahuyentando a los clientes con tanto spam de anuncios.

Por otra parte analizando los competidores podemos ver que todos siguen el mismo esquema de negocio, el modelo Freemium. Aportando planes de pago con funcionalidades más avanzadas y agregando más espacio para archivos, alumnos y exámenes, pero donde el plan gratuito ofrece la utilidad esencial para atraer a más clientes. La ventaja de este modelo es que provee un gran alcance a nuevos clientes al ser gratuito y aquellos que necesitan más son los que pagan por él. Vamos a optar por esta opción con una versión de pago anual, calcularemos el precio más equilibrado entre los gastos del proyecto y el precio de nuestros competidores.



### 2.3. Proyección ingresos y gastos

Vamos a realizar una estimación de los ingresos y los gastos de la aplicación a lo largo de los primeros 5 años. Para el análisis se ha contado con la página Firebase Pricing[11] donde podemos estimar el precio de los distintos servicios que ofrece el backend a partir de la estimación de usuarios y los GiB usados por estos.

El precio de la versión premium es de 50 €/anuales, podemos observar que aporta un buen beneficio y a su vez es un precio competitivo. En conclusión está equilibrado, aunque puede sufrir alteraciones a lo largo del proyecto según surjan cambios imprevistos.

El primer año se asumen pocos gastos y pocos ingresos, donde la mayor inversión se cuenta en el marketing para llegar a más clientes y el tiempo se gasta en desarrollar el producto. El resto de gastos serán del backend.

Luego llegamos al periodo de inversión con grandes pérdidas, en el segundo año empezaremos a contratar a más personal, un director ejecutivo el cual aporte una visión más estratégica de cara a la expansión y un director de marketing que mejore la estrategia actual de marketing. En el tercer año contrataremos a un desarrollador junior para poder mejorar el mantenimiento del producto y un técnico de soporte para ayudar a nuestros clientes y usuarios. Con tantos empleados necesitaremos un lugar de trabajo donde crecer, podremos realizar reuniones y trabajar en conjunto de manera adecuada. La suma del salario de los empleados más las instalaciones de trabajo suponen grandes pérdidas, pero esta etapa es necesaria para producir en un futuro mayores beneficios.

Finalmente en los años 4 y 5, se invertirá en más personal, un director técnico el cual sea el responsable de la estrategia tecnológica, un director financiero, necesario por la cantidad de empleados y personal administrativo que se encarguen de la gestión de la empresa. Y un desarrollador senior para pulir el producto. También se mejoran año a año las instalaciones, permitiendo expandir la empresa. Estos años ya empezarán a surgir los frutos, tendremos suficientes cuentas premium para obtener grandes beneficios.



**Figura 2.5.** Gráfica resultado anual acumulado

| Años   | 1          | 2            | 3            | 4            | 5            |
|--|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Ingresos</b>                              |            |              |              |              |              |
| Versiones premium                            | 100        | 400          | 2000         | 5000         | 15000        |
| <b>Ingresos anuales (v.p. x 50 €)</b>        | 5.000,00 € | 20.000,00 €  | 100.000,00 € | 250.000,00 € | 750.000,00 € |
| <b>Gastos</b>                                |            |              |              |              |              |
| Usuarios (premium + estándar)                | 1000       | 4000         | 12000        | 25000        | 50000        |
| Firestore DataBase (0,5 GiB x u = 0,25 €)    | 250,00 €   | 1.000,00 €   | 3.000,00 €   | 6.250,00 €   | 12.500,00 €  |
| Firestore Authentication (0,06 € x u)        | 60,00 €    | 240,00 €     | 720,00 €     | 1.500,00 €   | 3.000,00 €   |
| Firestore Hosting (1,5 € x page data GiB)    | 7,50 €     | 15,00 €      | 45,00 €      | 75,00 €      | 150,00 €     |
| Firestore Storage (0,25 € x media data GiB)  | 250,00 €   | 1.000,00 €   | 3.000,00 €   | 6.250,00 €   | 12.500,00 €  |
| Ordenadores e impresoras                     | 0,00 €     | 0,00 €       | 3.500,00 €   | 0,00 €       | 6.000,00 €   |
| Muebles oficina e instalaciones              | 0,00 €     | 0,00 €       | 4.000,00 €   | 1.000,00 €   | 1.000,00 €   |
| Alquiler oficina                             | 0,00 €     | 0,00 €       | 5.000,00 €   | 5.000,00 €   | 8.000,00 €   |
| Internet, electricidad, agua, teléfono, etc. | 0,00 €     | 0,00 €       | 500,00 €     | 800,00 €     | 2.000,00 €   |
| Marketing                                    | 4.000,00 € | 8.000,00 €   | 10.000,00 €  | 20.000,00 €  | 40.000,00 €  |
| Gestoría                                     | 0,00 €     | 0,00 €       | 600,00 €     | 800,00 €     | 1.500,00 €   |
| CEO - Director Ejecutivo                     | 0,00 €     | 15.000,00 €  | 20.000,00 €  | 30.000,00 €  | 40.000,00 €  |
| CTO - Director Técnico                       | 0,00 €     | 0,00 €       | 0,00 €       | 20.000,00 €  | 30.000,00 €  |
| CMO - Director de Marketing                  | 0,00 €     | 15.000,00 €  | 20.000,00 €  | 30.000,00 €  | 40.000,00 €  |
| CFO - Director Financiero                    | 0,00 €     | 0,00 €       | 0,00 €       | 20.000,00 €  | 30.000,00 €  |
| Desarrollador Junior                         | 0,00 €     | 0,00 €       | 10.000,00 €  | 20.000,00 €  | 30.000,00 €  |
| Desarrollador Senior                         | 0,00 €     | 0,00 €       | 0,00 €       | 0,00 €       | 40.000,00 €  |
| Técnicos de soporte                          | 0,00 €     | 0,00 €       | 10.000,00 €  | 20.000,00 €  | 30.000,00 €  |
| Personal administrativo                      | 0,00 €     | 0,00 €       | 0,00 €       | 0,00 €       | 20.000,00 €  |
| <b>Gastos anuales</b>                        | 4.567,50 € | 40.255,00 €  | 90.365,00 €  | 181.675,00 € | 346.650,00 € |
| <b>Beneficios</b>                            |            |              |              |              |              |
| <b>Resultado anual</b>                       | 432,50 €   | -20.255,00 € | 9.635,00 €   | 68.325,00 €  | 403.350,00 € |
| <b>Resultado anual acumulado</b>             | 432,50 €   | -19.822,50 € | -10.187,50 € | 58.137,50 €  | 461.487,50 € |

Figura 2.6. Tabla ingresos y gastos

## 2.4. Análisis DAFO

Aplicaremos la técnica del análisis DAFO que describe una visión estratégica del producto desde dos enfoques internos y externos. En lo interno encontramos las cuestiones relacionadas con el liderazgo, la estrategia, las alianzas y los procesos para describir sus fortalezas y debilidades. En lo externo tenemos los elementos relacionados con los posibles mercados y el sector, señalando oportunidades y amenazas.

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pocos recursos</li> <li>- Poca experiencia en el mercado</li> </ul>  | <p><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brecha digital</li> <li>- Superar el miedo al fraude en la realización de exámenes online</li> <li>- Tiempo de desarrollo limitado</li> <li>- Superar a la competencia</li> </ul>   |
| <p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nuevas funcionalidades donde destacar ante los competidores</li> <li>- Uso de tecnologías nuevas con gran crecimiento</li> <li>- Almacén de datos en la nube</li> <li>- Exámenes innovadores</li> <li>- Automatizar procesos y reducir el trabajo de evaluar</li> <li>- Experiencia con la tecnología</li> <li>- Conocimiento del dominio del problema</li> </ul> | <p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pandemia mundial, donde los exámenes online ayudarían a los profesores a evaluar a sus alumnos de manera no presencial</li> <li>- Llegada del Internet of Things y del 5G</li> <li>- Sector de la educación donde cada vez apuestan más por la tecnología</li> </ul> |

**Figura 2.7.** Tabla análisis DAFO

## 2.5. Lean Canvas

Utilizaremos Lean Canvas una herramienta de visualización de modelos de negocio que plasma un producto desde cero. Basado en el Business Model Canvas de Alexander Osterwalder[12], herramienta visual para analizar empresas ya instauradas y proponer nuevos escenarios. Ash Maurya[13] fue quien lo combinó con el método Lean Startup para crear este lienzo de modelos de negocio “ligero”.

|  |  |  |   |   |
|--|--|--|---|---|
| <p><b>Problema</b></p> <p>El principal problema es que los exámenes escritos están limitados y ha llegado la hora de incorporar tecnología en este dominio. También delante de una situación de pandemia mundial como es la actual, han surgido nuevas necesidades donde la presencialidad supone un riesgo para la sociedad.</p> <p>Hay muchos competidores en el sector, pero ninguno acaba de encajar con las necesidades de las escuelas. Ni el miedo de los profesores ante el fraude de copia.</p> | <p><b>Solución</b></p> <p>Crear una plataforma donde mediante una buena herramienta de creación, gestión y lanzamiento de exámenes, los profesores puedan utilizarla para evaluar de manera adecuada cubriendo las nuevas necesidades de la educación y mejorando las técnicas clásicas de evaluación.</p> | <p><b>Proposición de valor</b></p> <p>Confía en la tecnología para mejorar nuestra salud y educación.</p>  | <p><b>Ventaja competitiva</b></p> <p>Se diferencia en que dispondrá de las funcionalidades adecuadas para evaluar a los alumnos de manera no presencial y una mejora de los aspectos esenciales del dominio como es la gestión de los exámenes.</p> | <p><b>Clientes</b></p> <p>Hay dos tipos de usuarios básicos que utilizarán la aplicación como son los alumnos que realizan exámenes y los profesores que los gestionan. Pero los clientes serán los profesores quienes con las cuentas premium dispondrán de más funcionalidades y más espacio. Esta necesidad crecerá con el uso de la aplicación.</p> |
| <p><b>Métricas</b></p> <p>Las principales métricas que nos ayudarán a conocer el estado y el crecimiento de nuestra aplicación serán el número de usuarios y de cuentas premium de la aplicación. También serán útiles la cantidad de datos que se mueven por ella y las opiniones de clientes y usuarios.</p>   | <p><b>Canales</b></p> <p>La aplicación estará disponible para dispositivos móviles donde los alumnos podrán realizar exámenes allá donde quieran. Y en la plataforma web, es el canal principal donde los profesores pueden gestionar los exámenes y también se pueden realizar los exámenes.</p>          |  |   |   |
| <p><b>Costos</b></p> <p>Los primeros años los costos principales serán el backend y el marketing. Más adelante tenemos los salarios de los empleados y las instalaciones de trabajo. En la estimación llegando a pérdidas acumuladas de -19.822,50 € en el segundo año y -10.187,50 € en el tercer año.</p>  |  | <p><b>Ingresos</b></p> <p>Los ingresos irán surgiendo cuando tengamos más cuentas premium. Al principio serán bajos pero en unos años cuando tengamos muchos usuarios llegarán grandes beneficios. En la estimación del quinto año hay unos beneficios acumulados de 461.487,50 €.</p> |   |   |

Figura 2.8. Tabla Lean Canvas

## 2.6. Encuesta características

Se ha utilizado Google Forms[14] para realizar una encuesta a los usuarios y clientes más potenciales de la aplicación, los profesores. 122 profesores de la escuela ETSINF de la UPV han puntuado del 1 al 5 la importancia de cada característica para su punto de vista y con la opción de añadir nuevas ideas.

### Puntuación según importancia



Figura 2.9. Leyenda características

Figura 2.10. Ergonomía, simplicidad al crear y administrar exámenes

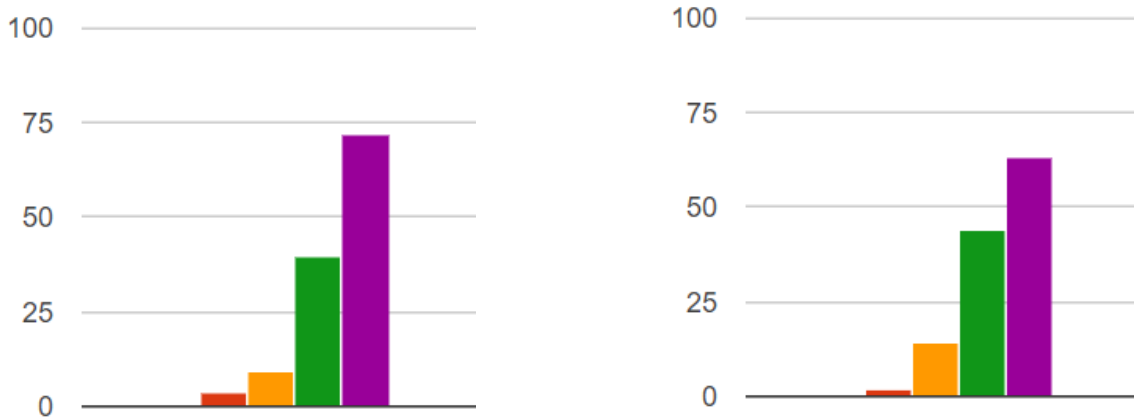


Figura 2.11. Eficiencia, agilizar la administración de exámenes

Figura 2.12. Seguridad de los exámenes creados y los resultados

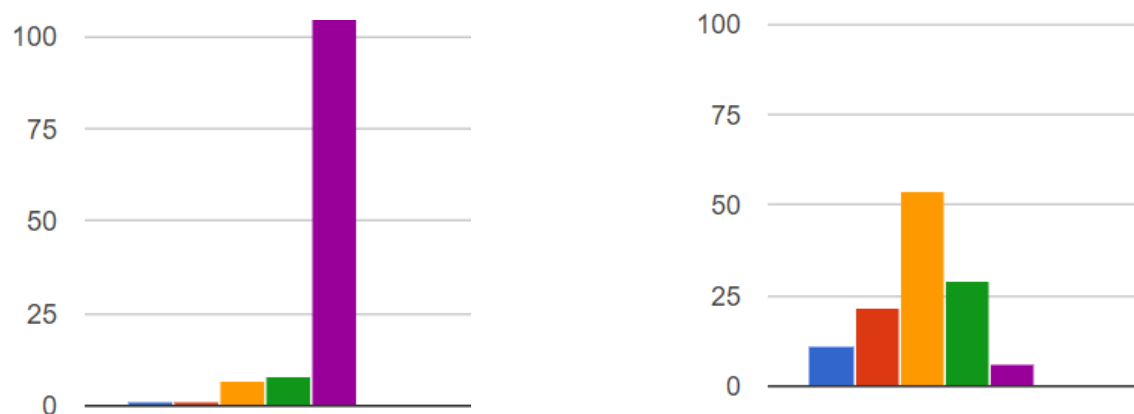
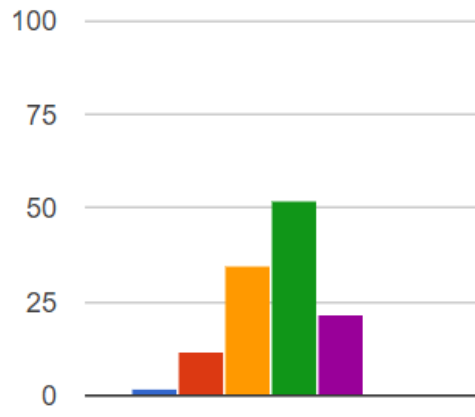
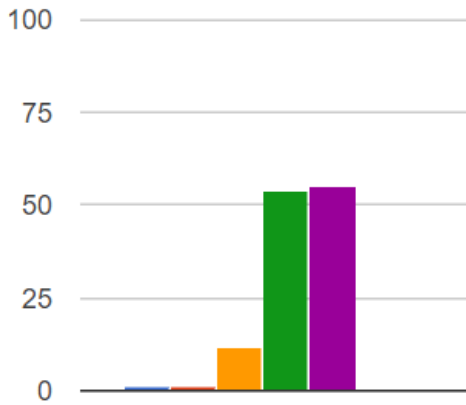


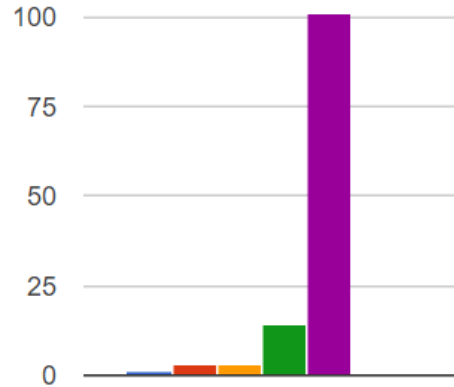
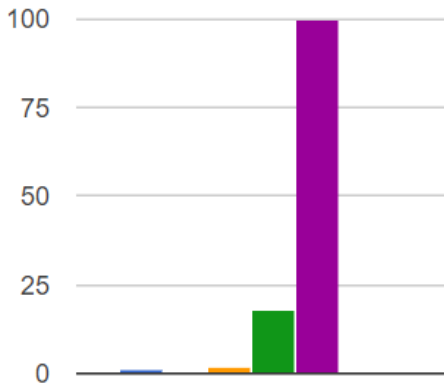
Figura 2.13. Atractividad de la aplicación

**Figura 2.14.** Variedad de preguntas de exámenes



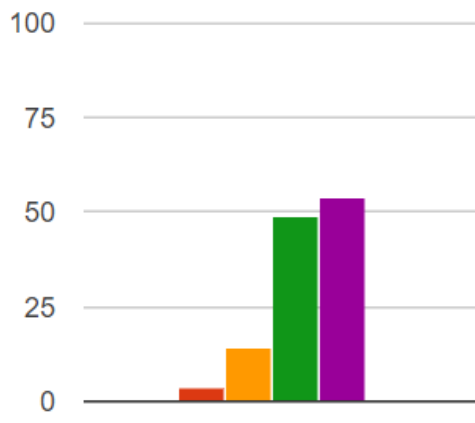
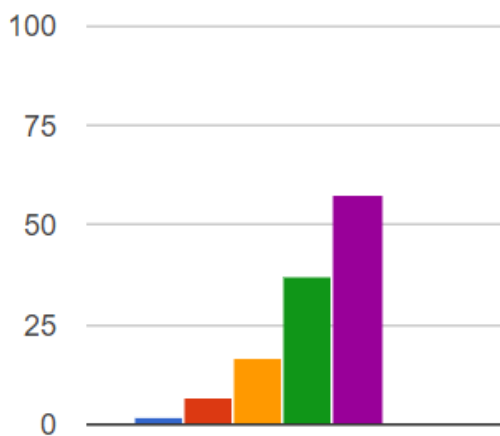
**Figura 2.15.** Visualización de estadísticas de los exámenes

**Figura 2.16.** Robustez, validación de usuarios segura



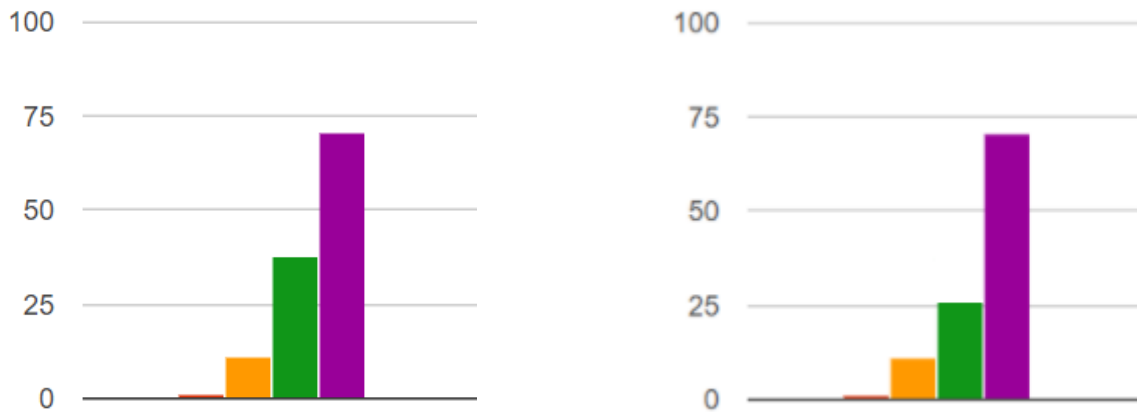
**Figura 2.17.** Mecanismos anticopia

**Figura 2.18.** Multiplataforma



**Figura 2.19.** Exportación de resultados e importación de datos



**Figura 2.20.** Opciones de aleatoriedad de las preguntas**Figura 2.21.** Reusabilidad de preguntas, repositorio con preguntas

### Ranking promedio características

1. Robustez, validación de usuarios segura (4,79)
2. Seguridad de los exámenes creados y los resultados (4,76)
3. Mecanismos anticopia (4,73)
4. Reusabilidad de preguntas, repositorio con preguntas (4,51)
5. Opciones de aleatoriedad de las preguntas (4,48)
6. Ergonomía, simplicidad al crear y administrar exámenes (4,47)
7. Eficiencia, agilizar la administración de exámenes (4,36)
8. Variedad de preguntas de exámenes (4,30)
9. Opciones de aleatoriedad de las preguntas (4,26)
10. Exportación de resultados e importación de datos (4,17)
11. Visualización de estadísticas de los exámenes (3,64)
12. Atractividad de la aplicación (2,96)



## 2.7. Mapa de características

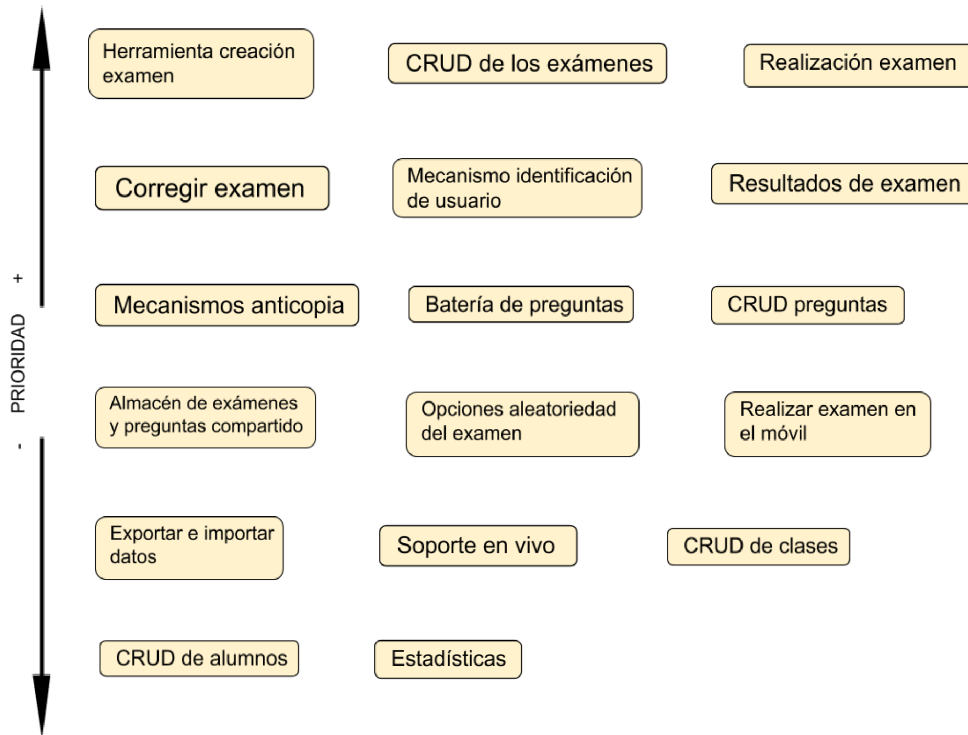


Figura 2.22. Mapa de características

En esta sección realizaremos un esquema de las funcionalidades que debería implementar nuestro producto, distinguiéndose por importancia para obtener el orden con que montar el backlog.

## 2.8. Conclusiones de la evaluación

Con el estudio de competidores obtenemos que es lo que ahora mismo ofrece el mercado en el dominio de la educación y que no ofrece. Sustrayendo las funcionalidades básicas que todos comparten, algunas buenas ideas que solo algunos productos tienen y cuales ninguno ofrece con las que destacar ante ellos.

Los resultados de la encuesta nos han servido para realizar la priorización de las características y funcionalidades delante de nuestro usuario más importante y el cliente de la aplicación, los profesores. También nos han aportado nuevas ideas que implementar ante las nuevas necesidades que han surgido en el dominio recientemente.

Luego con el modelo de negocio hemos concluido que el modelo freemium es el más indicado para el proyecto. Dándonos alcance a nuevos usuarios y una versión para aquellos que necesiten más con la que obtener beneficios.

En el análisis DAFO vemos que nuestro producto tiene muchas fortalezas y oportunidades. Esto son buenas noticias ya que quiere decir que es una buena idea de negocio.

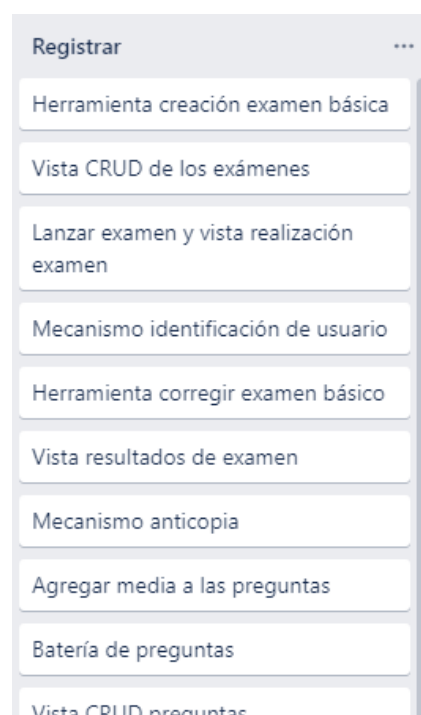


En el DAFO cabe destacar la situación actual de crisis mundial que es una oportunidad para minimizar el riesgo de contagio ante la pandemia.

La estimación que genera la proyección de ingresos y gastos, nos da una visión de futuro con la que gestionar los empleados y los recursos. También pone un precio inicial del producto con el que generar beneficios.

El Lean Canvas nos ofrece un lienzo de negocio donde resolvernos el entorno incierto en el que estamos inmersos. Como cuál es el problema o quienes son los clientes.

Por último el mapa de características nos permite convertir las características extraídas en tareas más concretas llamadas UT (Unidad de Trabajo) y también su prioridad formando el backlog del producto. Introduciremos las UT en la columna de Registrar del tablero kanban.



**Figura 2.23.** Tablero kanban

## Actores

Los distintos actores de nuestra aplicación destacan y son fácilmente diferenciables, alumnos y profesores cada uno con su propio rol.

- Profesor: el principal cliente de la aplicación, con el papel de crear y lanzar exámenes.
- Alumno: son clientes, algo más indirectos, que son redirigidos a la plataforma para realizar los exámenes a los que han sido asignados.

# 3. Realización técnica

---

## 3.1. Metodología

El proyecto ha sido realizado siguiendo las bases de una metodología ágil, Scrum[15], pero aplicada a un solo programador asumiendo diversos roles. Esta técnica provee una gran flexibilidad y rapidez, permitiendo trocear el trabajo en pequeñas tareas llamadas UT, unidades de trabajo. Ordenados en 3 sprints de mes y medio con un poder de trabajo de 80 horas en cada uno. Cada sprint es una nueva evolución de la aplicación, gracias a esto el cliente puede ir observando el producto el cual se irá adaptando a nuevos requisitos, creando diferentes MVP (Minimum Viable Product).

Para la gestión de estas unidades de trabajo o épicas ha sido utilizado un tablero kanban, en concreto Trello[16]. Esta es una herramienta muy básica para la organización de un proyecto, es flexible pero quizás demasiada para proyectos de gran envergadura o mucho flujo de trabajadores, perdiendo consistencia en estos casos. Aun así para el caso concreto de este proyecto es ideal.

Los tableros permiten dividir el trabajo en un ciclo continuo y escalable. Este ciclo llamado workflow ha sido dividido en 6 bloques cada uno con sus propias características:

- **Registrar:** el backlog de nuestro proyecto, donde las UT esperan a que sea su turno. A partir del mapa de características se crean las UT y son ordenadas en esta columna según la prioridad y asignadas una estimación.
- **Esperar sprint:** escogeremos desde registrar aquellas tareas que esperan con mayor prioridad teniendo en cuenta las estimaciones y las horas de trabajo, finalmente es creado un sprint.
- **Especificar y diseñar:** en la parte de especificar le daremos una pequeña descripción a la UT si es necesaria y crearemos unas PA (Prueba de aceptación) asociadas. Y para la parte de diseñar crearemos un mockup si esta lo requiere.

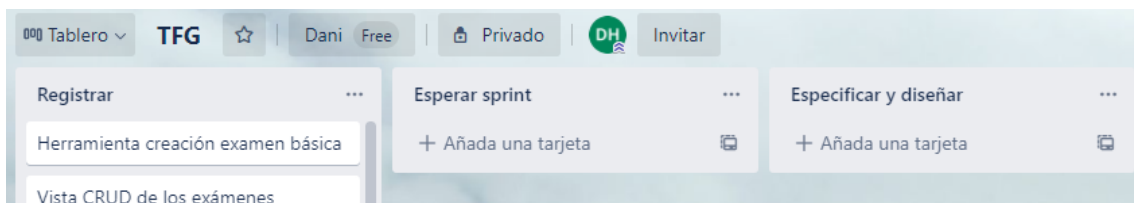
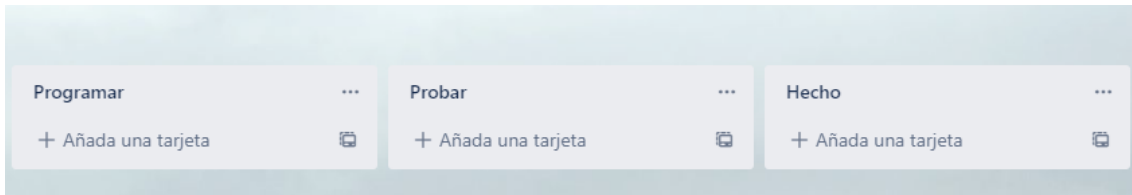


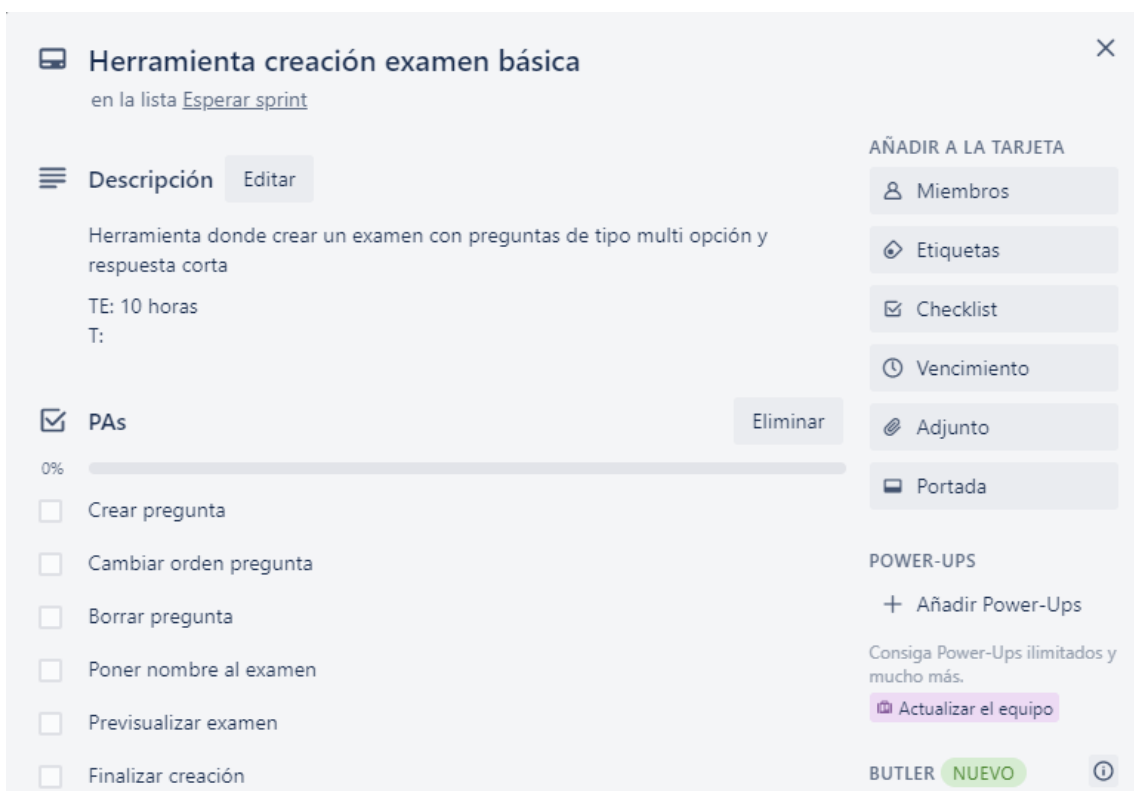
Figura 3.1. Workflow I

- **Programar:** donde mayormente pasan el tiempo las tareas, programando hasta que estén completas. También se registrará el tiempo empleado para ir mejorando futuras estimaciones. Lo más común es que solo conviva una única UT en este apartado al ser un único programador.
- **Probar:** una vez programada es hora de probarla. Deberá pasar todas sus PA, en caso contrario volverá a Especificar y diseñar o Programar según se encuentre el fallo.
- **Hecho:** finalmente la vida de la UT llega a su fin una vez pasada todas las PA.



**Figura 3.2.** Workflow II

Las UT están formadas por un título, una descripción, su tiempo estimado y el real y finalmente por las PA.



**Figura 3.3.** Unidad de Trabajo

### 3.2. Marco legal y ético

Firestore cumple con el RGPD[33] (Reglamento General de Protección de Datos) de la UE. Esta norma exige ciertas reglas a los controladores de datos y a los procesadores de datos. Por tanto, los clientes de Firestore actúan como "controladores de datos" de la información personal. Mientras Google es el "procesador de datos".

Esto quiere decir que el cliente tiene el control de los datos y los controladores son conscientes de sus obligaciones, como proteger los datos personales de una persona física.

Firestore también está certificado según ISO[34] (Organización Internacional de Normalización) y SOC[35] (Service Organizations Certificate), los principales estándares de seguridad y privacidad. Todos los servicios de Firestore cumplen la evaluación ISO 27001, SOC 1, SOC 2 y SOC 3. Algunos también tienen procesos de certificación ISO 27017 e ISO 27018.

Por último, la Comisión Europea verificó que el Marco de trabajo del Escudo de la Privacidad UE-EE.UU. proporciona el mecanismo adecuado para autorizar que las empresas de la UE cumplan los requisitos relacionados con la transferencia de datos personales entre la Unión Europea y los Estados Unidos.



**Figura 3.4.** Reglamento General de Protección de Datos



**Figura 3.5.** Organización Internacional de Normalización



**Figura 3.6.** Service Organizations Certificate

### 3.3. Diagrama de clases

Representación de los modelos que comprenden el core de la aplicación mediante un diagrama UML. Para la creación del diagrama se ha utilizado Diagrams.net[36].

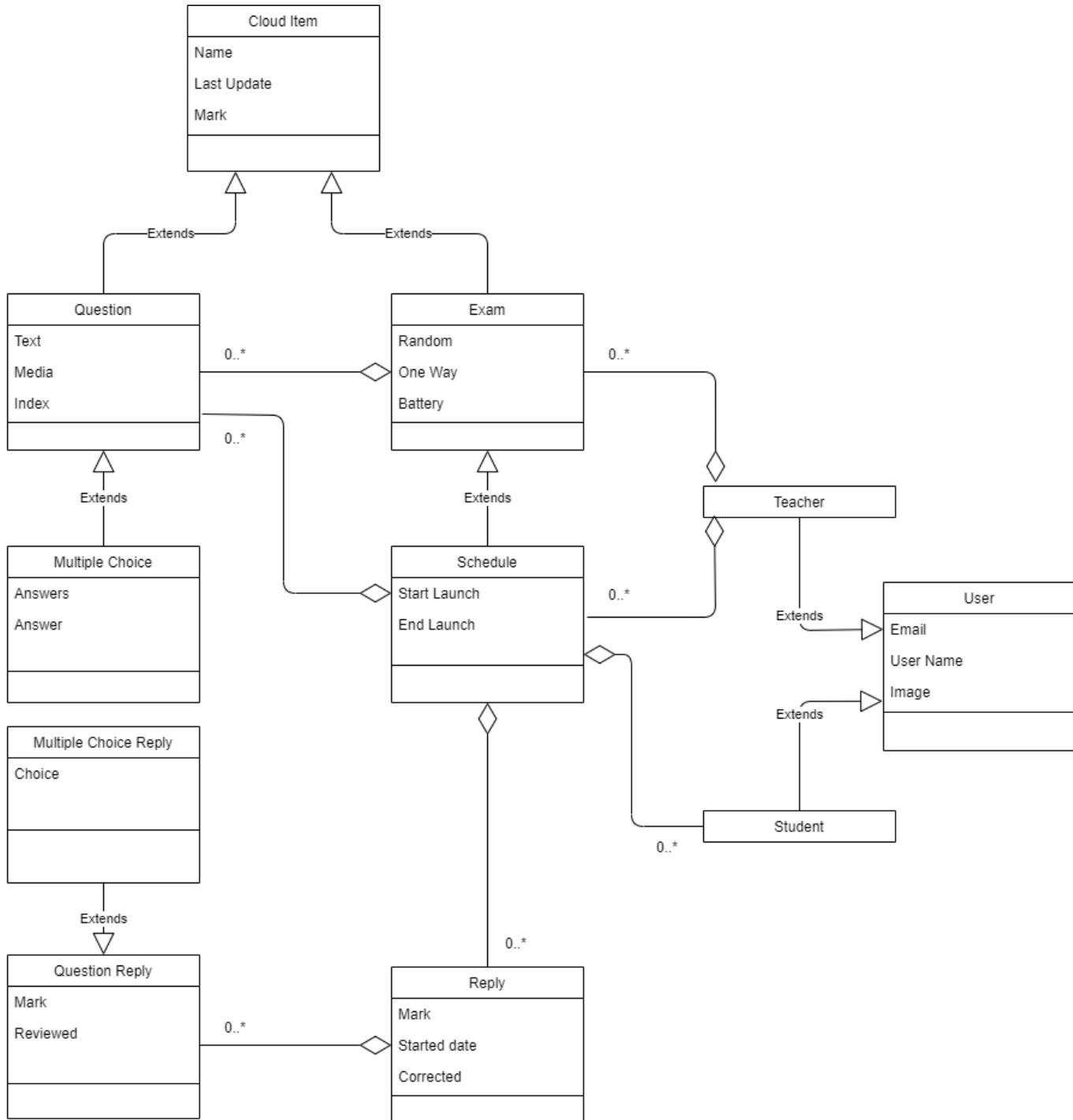
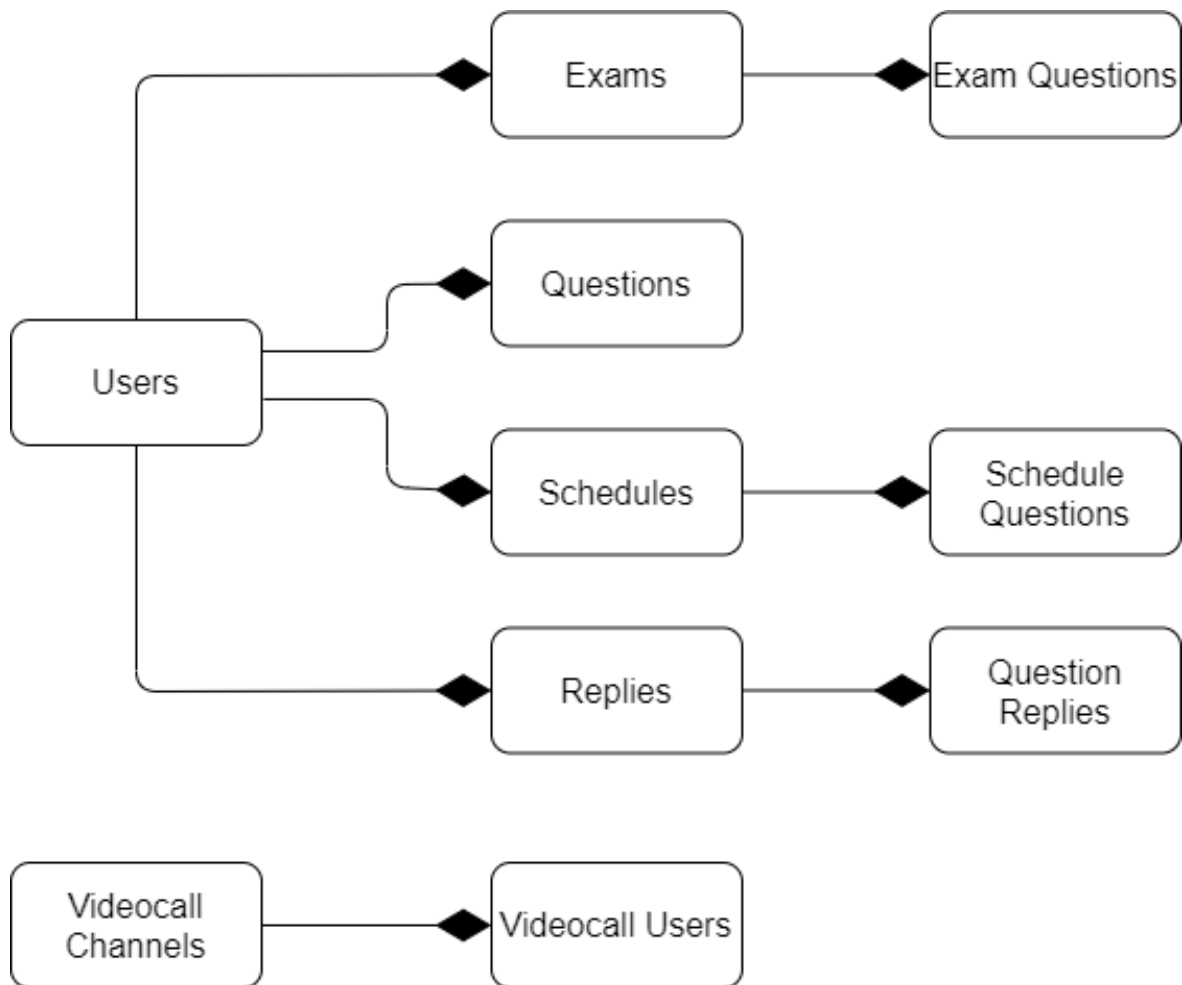


Figura 3.7. Diagrama de clases

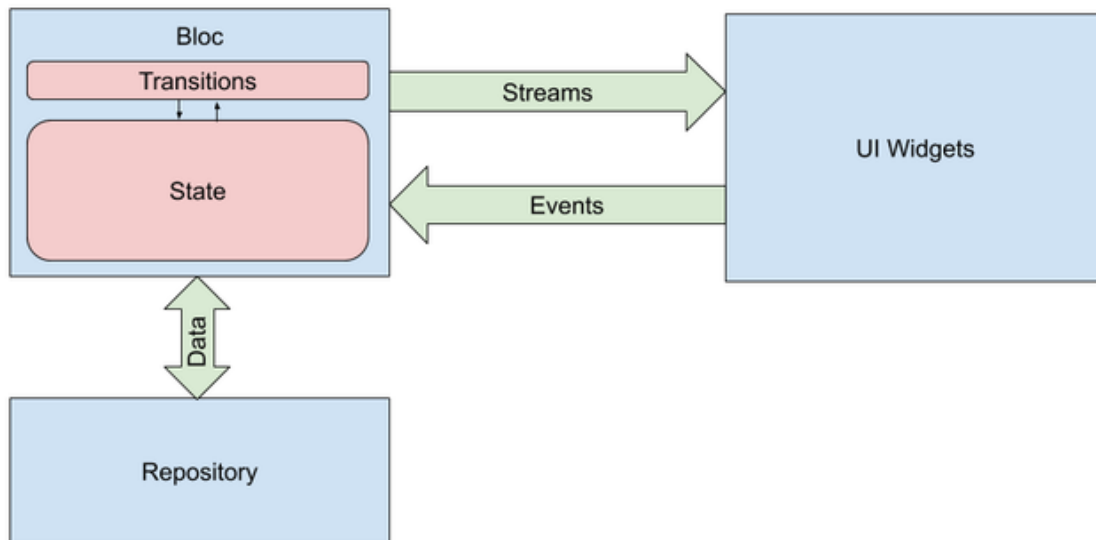
### 3.4. Diagrama de datos

Se ha utilizado una base de datos no relacional basada en documentos. Estos documentos están agrupados en colecciones. La principal ventaja es que los documentos son de naturaleza flexible, semi estructurada y jerárquica. El diagrama ha sido creado con Diagrams.net.



**Figura 3.8.** Diagrama de datos

### 3.5. Arquitectura



**Figura 3.9.** Diagrama arquitectura BLoC

Una gran parte del código se basa en BLoC[21] (Business Logic Component), una arquitectura de estados y corrientes de estos estados. Similar a Redux[37] muy conocida en el entorno de React[38]. Los estados describen las diferentes situaciones por las que va pasando la aplicación, mientras que las transiciones son los cambios que ocurren entre estos estados. Finalmente estos nuevos cambios son trasladados a la UI (Interfaz de Usuario) para que se muestre el estado actual.

La conexión entre la interfaz y la lógica de los estados se hace a través de eventos y streams, cada uno apuntando a la dirección contraria. Los eventos indican un cambio de estado a la lógica, esta realizará sus operaciones, y una nueva instantánea del estado será enviada a nuestra interfaz la cual mediante el uso de streams escuchará atentamente cada cambio, un símil de un stream podría ser una cinta transportadora donde de manera asíncrona llegan maletas, similar a un observable.

Finalmente encontramos el repositorio, un bloque de datos el cual es accesible mediante REST (REpresentational State Transfer), SQL (Structured Query Language) u otras técnicas. Donde el estado se guarda de forma persistente en una base de datos. En el caso específico de este proyecto una base de datos no relacional en la nube, Firestore.



```
child: StreamBuilder<List<Exam>>(
  stream: examsDB.getExams(usersDB.currentUserId, _fieldFilter),
  builder: (context, snapshot) {
    if (snapshot.hasError) print(snapshot.error);
    if (!snapshot.hasData) return Container();
    List<Exam> exams = snapshot.data;
    if (exams.isEmpty) return EmptyExams();
    return SingleChildScrollView(
      child: Column(
```

Figura 3.10. Código tratando los streams

### 3.6. Mockups

Para la parte de diseñar las UT se ha optado por el uso de mockups. Una técnica la cual no es únicamente una maqueta sin vida que muestre cómo tiene que verse el diseño de la aplicación. También complementan la descripción funcional de la tarea, ya que en un lienzo es más fácil representar lo que quiere implementar el cliente y más fácil su comprensión para el programador.

La herramienta utilizada para crear estos mockups ha sido Adobe Xd<sup>[39]</sup>. Permite al diseñador realizar sus maquetas cómodamente y rápidamente, auxiliando muchas tareas arduas.



Figura 3.11. Logo Adobe Xd



## Ejemplos WEB

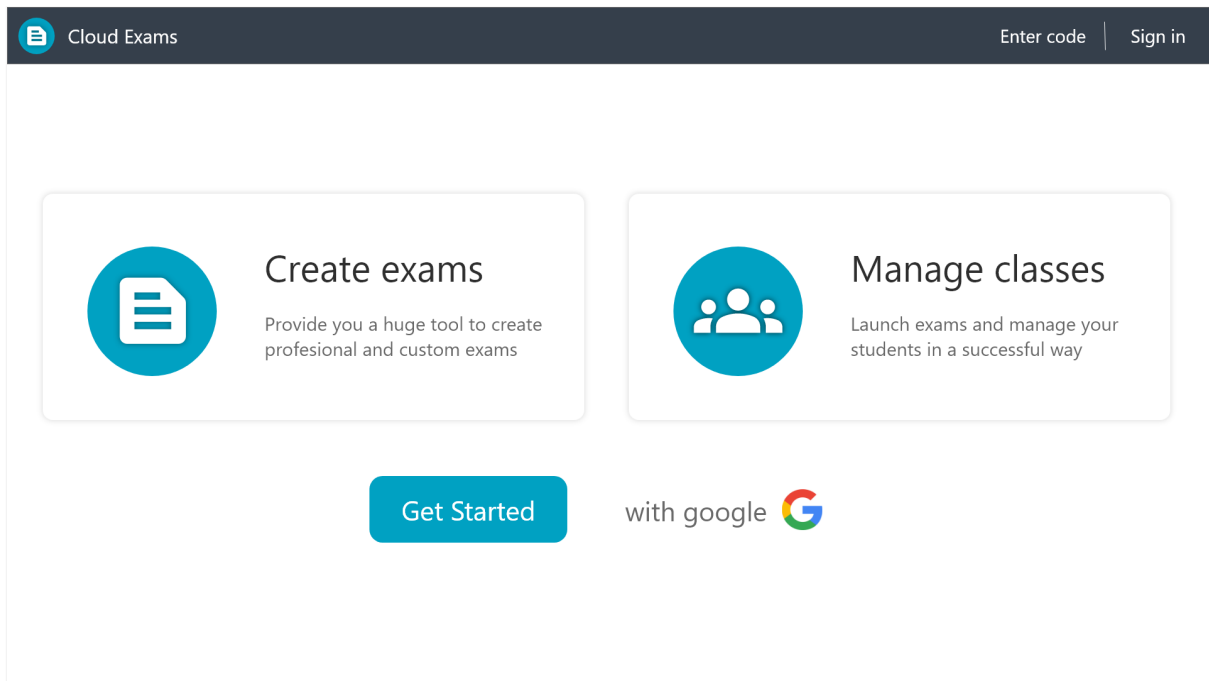


Figura 3.12. Mockup página de inicio

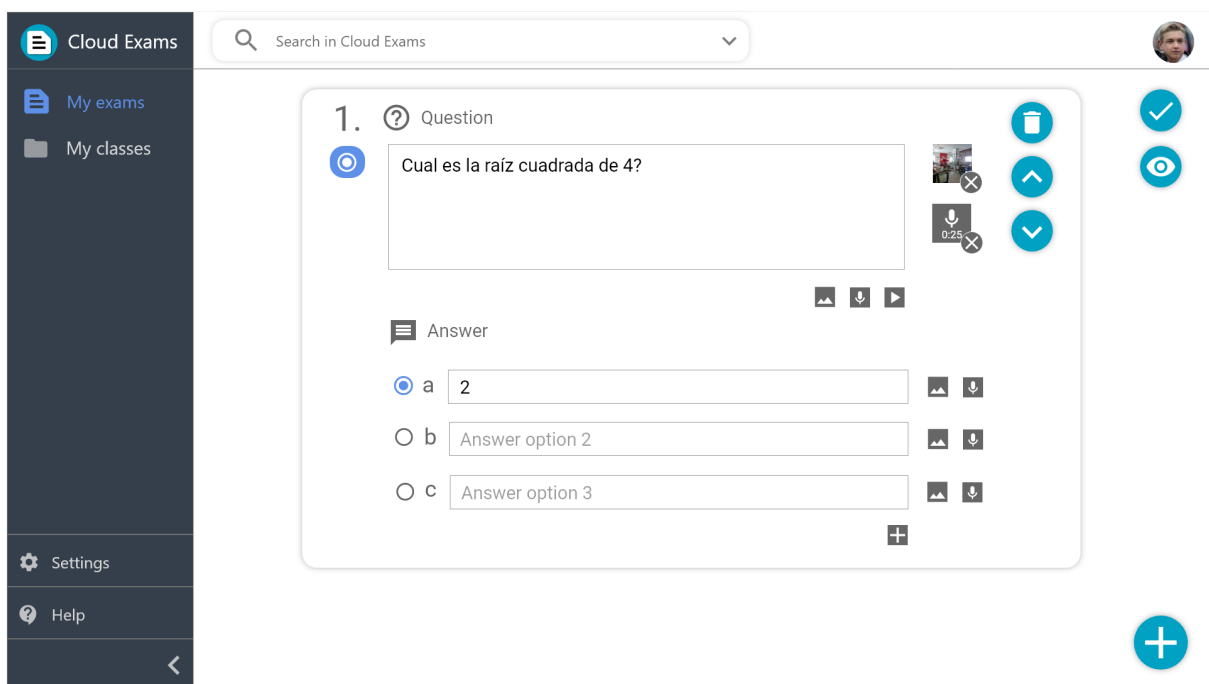


Figura 3.13. Mockup vista de una pregunta

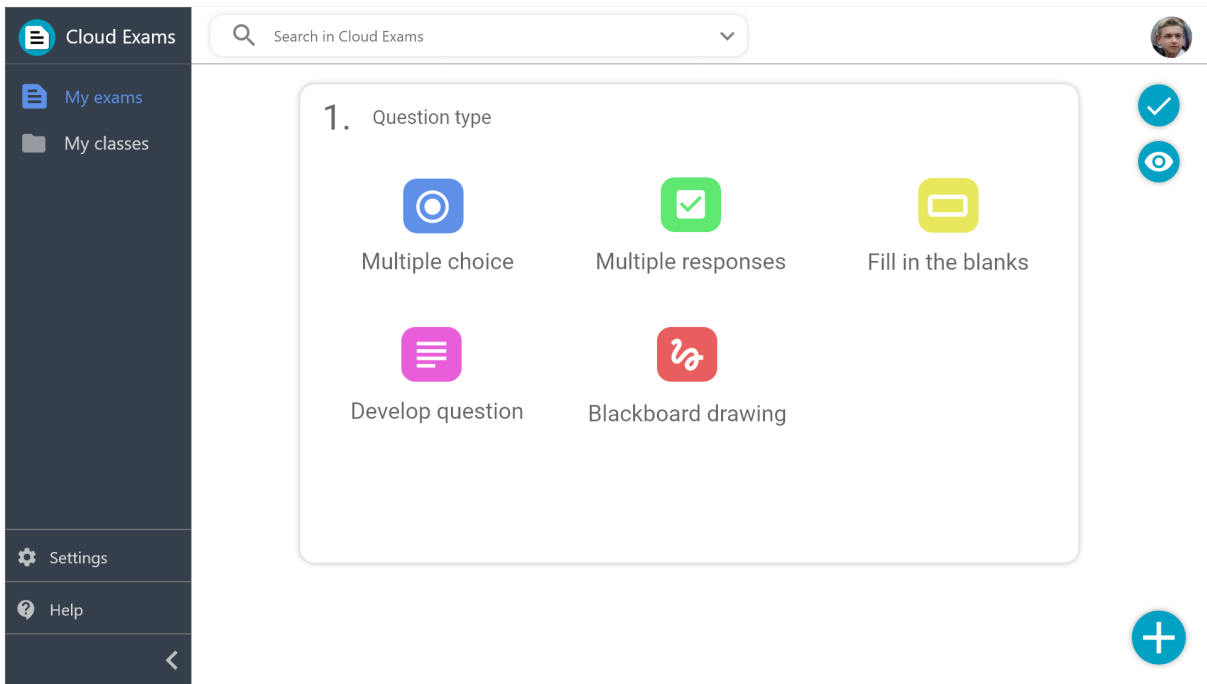


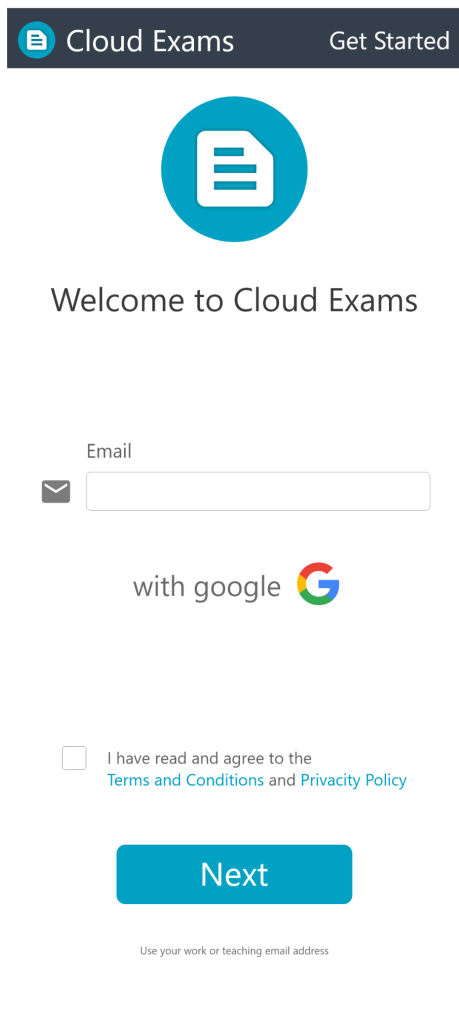
Figura 3.14. Mockup tipos de pregunta

### Ejemplos MOBILE

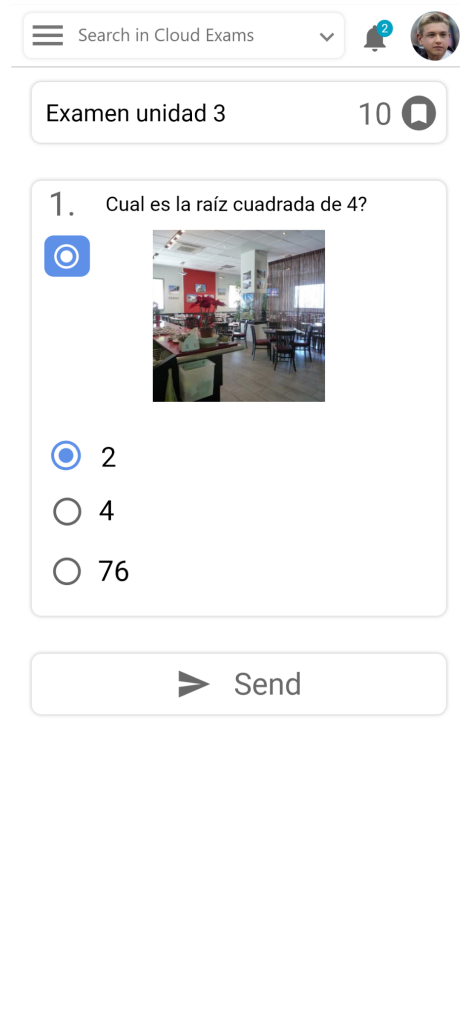


Figura 3.15. Mockup lista de exámenes

**Ejemplos MOBILE**



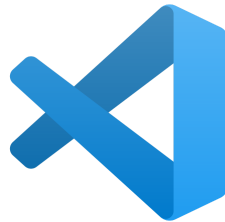
**Figura 3.16.** Mockup login



**Figura 3.17.** Mockup vista alumno examen

### 3.7. IDE

Visual Studio Code[40] es un editor de código fuente gratuito y de código abierto optimizado para la construcción y depuración de aplicaciones modernas. Incluye soporte para la depuración, control integrado de Git[54], resaltado de sintaxis, finalización inteligente de código, fragmentos y refactorización de código. Además de poder agregar extensiones, como analizadores de código de un lenguaje específico, linters y herramientas para análisis estático, o formateadores de código para preservar un estilo común.



**Figura 3.18.** Logo Visual Studio Code

### 3.8. Front-end

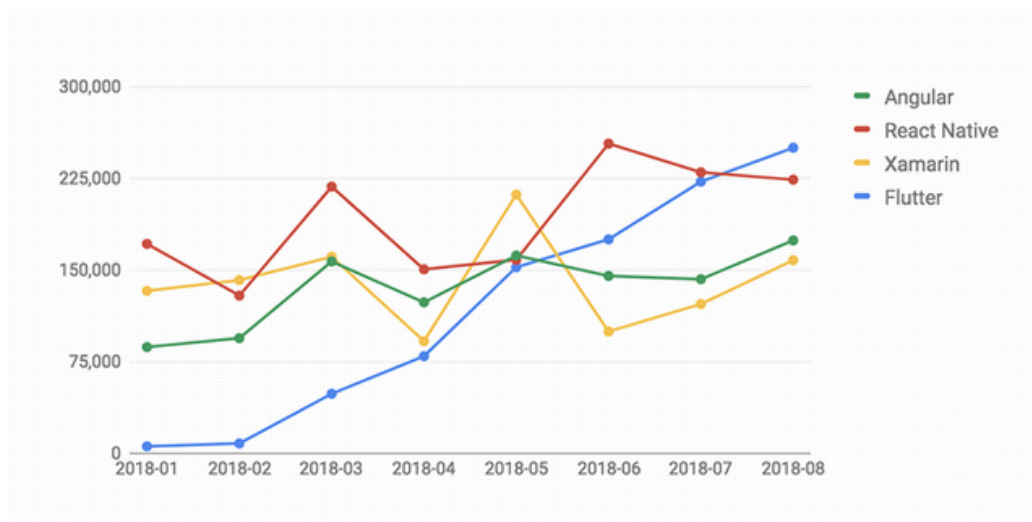


**Figura 3.19.** Logo Flutter

El frontal de la aplicación ha sido montado con Flutter[41], un framework de aplicaciones multiplataforma y open source creado por Google. La mayor ventaja frente otros similares como Ionic[42] es que el código de Flutter se compila a código nativo por lo cual el rendimiento de estas es superior a aplicaciones basadas en web-views, creando una PWA (Progressive Web App). Enfoque hacia las aplicaciones web y móvil en el que se utilizan las capacidades nativas de los dispositivos desde nuestras aplicaciones web para brindar una experiencia de aplicación nativa.

Viene con sus propios widgets lo que permite evitar que sus componentes se vean distintos en cada plataforma, a su vez utiliza Material Design[43] y Cupertino[44] siguiendo los estándares de cada dispositivo. El 3 de marzo de 2021 Flutter evolucionó a una nueva versión, versión 2.0, aumentando más el alcance multiplataforma. A día de hoy corre en escritorio, en dispositivos móviles, automóviles, televisores y electrodomésticos inteligentes, convirtiéndose en el framework con mayor adaptabilidad del mercado.. Algunas grandes empresas han empezado a migrar su código a esta herramienta como eBay y su eBay Motors[45] o el propio Google y su Google Ads[46].





**Figura 3.20.** Comparación crecimiento exponencial entre frameworks

## Dart



**Figura 3.21.** Logo Dart

Este sdk utiliza Dart<sup>[47]</sup>, un lenguaje de programación orientado a objetos con análisis estático de tipo. Lanzado en 2011 por Google, está pensado para ofrecer mejores resultados a algunos problemas de JavaScript desde un enfoque más moderno. Muy similar a los lenguajes predominantes, lo que permite que los programadores precisen poco tiempo para familiarizarse con el.

### 3.9. Back-end



**Figura 3.22.** Logo Firebase

El back-end se ha realizado mediante el uso de Firebase[48], una plataforma en la nube para el desarrollo de aplicaciones móviles y web. Fue lanzada en 2011 y adquirida por Google en 2014. Integrada en su PaaS (Platform as a Service), Google Cloud Platform[49], ofrece diversos servicios de alta calidad y escalabilidad. Los servicios están integrados en un sdk por lo que no es necesario que dispongas de un servidor propio.

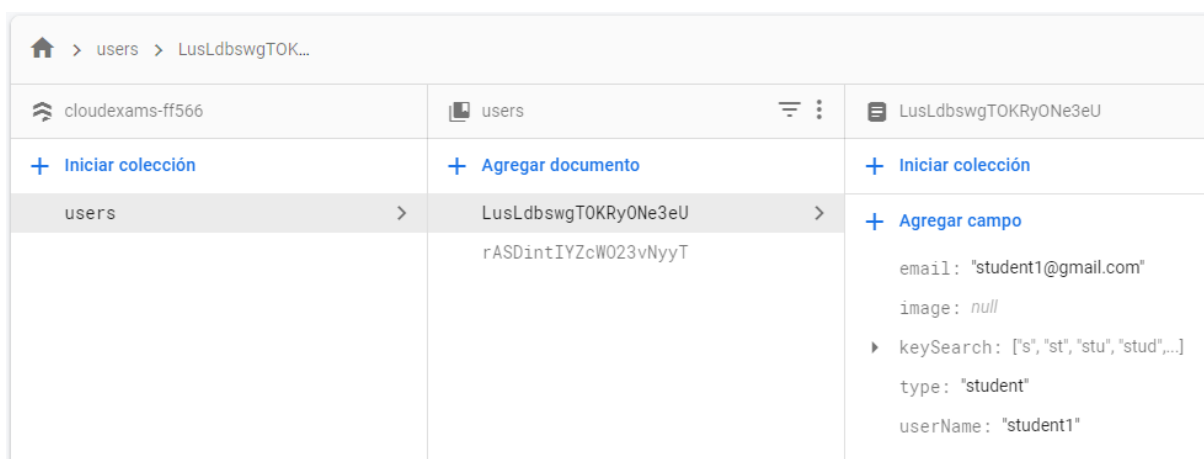
Los servicios se dividen en diversos grupos:

- **Desarrollo:** actividades para necesarias en el desarrollo del producto.
- **Crecimiento:** bloque relacionado con la distribución de la aplicación.
- **Monetización:** donde puedes insertar anuncios con su propia herramienta (AdMob[50])
- **Análítica:** analizar los datos para estudiar el crecimiento y monetización del proyecto y tomar las decisiones que convengan.

En el caso del proyecto ya ha sido implementada varios servicios de desarrollo pero ninguno del resto, ya que són herramientas para mantener un producto lanzado.

Servicios implementados:

#### Cloud Firestore



**Figura 3.23.** Cloud Firestore



Base de datos de documentos NoSQL que permite almacenar, sincronizar y consultar ágilmente los datos a escala global. El uso de colecciones y documentos permite crear una jerarquía estructurada. A la vez que simples consultas que escalan con el tamaño del conjunto de resultados. Puedes escuchar a Firestore con lo que se envía al oyente una instantánea de los datos cada vez que cambia el documento o colección.

Hace el papel de nuestra base de datos donde se guardan los exámenes, preguntas y resultados.

## Firestore Authentication



| Identificador      | Proveedores   | Fecha de creación | Fecha de acceso | UID de usuario                |
|--------------------|---|-------------------|-----------------|-------------------------------|
| danihp6@gmail.com  |  | 19 ago. 2021      | 19 ago. 2021    | zX2mw1VTtpPasa0vNEEoJLhMjd... |
| student1@gmail.com |  | 9 ago. 2021       | 15 ago. 2021    | mlqaGcjGbRe6blcoiObDLrXl0Ku1  |
| teacher1@gmail.com |  | 9 ago. 2021       | 15 ago. 2021    | NnuhhMYa5dQtzBoSLoMWZYrQ1j... |

Filas por página: 50 1 - 3 of 3

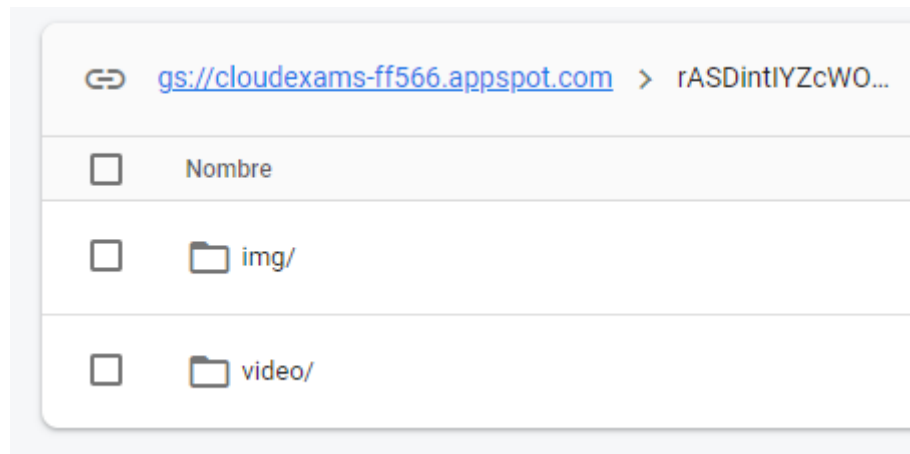
**Figura 3.24.** Firestore Authentication

Sistema de identificación de usuarios en la nube. Con las tareas simplificadas para aliviar esta carga repetitiva a los programadores y guardando los datos de manera segura, es capaz de mantener la sesión abierta en el dispositivo evitando que una persona tenga que identificarse cada vez que abra la aplicación. Tiene autenticación mediante credenciales y también ofrece identificación de terceros como Facebook, Google o Twitter.

Da funcionalidad al login del proyecto tanto para alumnos como profesores, también se ha implementado la identificación de terceros de Google con la que facilita a los usuarios la entrada.



## Cloud Storage










**Figura 3.25.** Cloud Storage

Un sistema de almacenamiento donde guardar ficheros en la nube. Permite que los usuarios puedan subir y recuperar documentos de texto, imágenes o videos de forma rápida.

En nuestro caso tiene dos funcionalidades, poder cambiar el avatar del usuario. Y también subir imágenes y videos en las preguntas.

## Cloud Functions

| Función               | Activador  | Región       | Tiempo de ejecución | Memoria | Tiempo de espera |
|-----------------------|--|--------------|---------------------|---------|------------------|
| onAddSchedule         |  document.create<br>users/{userId}/schedules/{scheduleId}   | europa-west2 | Node.js 12          | 256 MB  | 60s              |
| onExamReplyDeleted    |  document.delete<br>users/{userId}/replies/{replyId}  | europa-west2 | Node.js 12          | 256 MB  | 60s              |
| onQuestionDeleted     |  document.delete<br>users/{userId}/questions/{questionId}   | europa-west2 | Node.js 12          | 256 MB  | 60s              |
| onQuestionReplyAdd    |  document.create<br>users/{userId}/replies/{replyId}/questionReplies/{questionReplyId}  | europa-west2 | Node.js 12          | 256 MB  | 60s              |
| onQuestionReplyUpdate |  document.update<br>users/{userId}/replies/{replyId}/questionReplies/{questionReplyId}  | europa-west2 | Node.js 12          | 256 MB  | 60s              |
| onScheduleDeleted     |  document.delete<br>users/{userId}/schedules/{scheduleId}   | europa-west2 | Node.js 12          | 256 MB  | 60s              |
| startVideocall        |  HTTP<br>Solicitud<br><a href="https://europa-west2-cloudexams-ff566.cloudfunctions.net/startVideocall">https://europa-west2-cloudexams-ff566.cloudfunctions.net/startVideocall</a> | europa-west2 | Node.js 12          | 512 MB  | 30s              |

**Figura 3.26.** Cloud Functions

Es un serverless que te permite ejecutar de forma automática el código de backend en respuesta a las peticiones HTTP o a triggers de otros servicios. Google almacena el código, en javascript o typescript, en la nube donde se ejecuta en un espacio administrado, permitiendo evadir tareas de administración y escalabilidad y debuggear las funciones en una consola.

En el proyecto se utiliza para eventos de cambios en la base de datos. Por ejemplo la corrección automática cuando una pregunta ha sido respondida. Y también una llamada REST para obtener el token que permite crear y acceder a las videollamadas.




## Firestore Hosting

cloudexams-ff566 dominios

[Agregar un dominio personalizado](#)

| Dominio   | Estado         |
|---|----------------|
| cloudexams-ff566.web.app  | Predeterminado |
| <a href="https://cloudexams-ff566.firebaseio.com">cloudexams-ff566.firebaseio.com</a> | Predeterminado |

Historial de actualizaciones de cloudexams-ff566

| Estado   | Hora                  | Implementación  | Archivos |
|----------|-----------------------|---|----------|
| ★ Actual | 10 ago. 2021<br>18:52 |  danihp6@gmail.com<br>0dedea | 26       |

**Figura 3.27.** Firestore Hosting

Servicio de hosting de contenido web que mediante un único comando es capaz de lanzar tu aplicación. Proporciona certificados de seguridad SSL (Secure Sockets Layer) y HTTP2 de forma automática y gratuita para cada dominio, reafirmando la seguridad en la navegación. Funciona situándose en el CDN (red de distribución de contenidos) aumentando la globalización.

La parte web del proyecto lo utiliza para su propio hosting.

### 3.10. Servicio de videollamada



**Figura 3.28.** Agora, el servicio de videollamada

Para el lanzamiento de las videollamadas se utiliza Agora[51], una plataforma con diferentes servicios destinados a la interacción mediante vídeo o audio entre dispositivos. Agora Video SDK permite crear videollamadas en tiempo real entre dispositivos web, móvil y aplicaciones nativas. El motor está implementado con WebRTC[52].

### WebRTC



**Figura 3.29.** Logo WebRTC

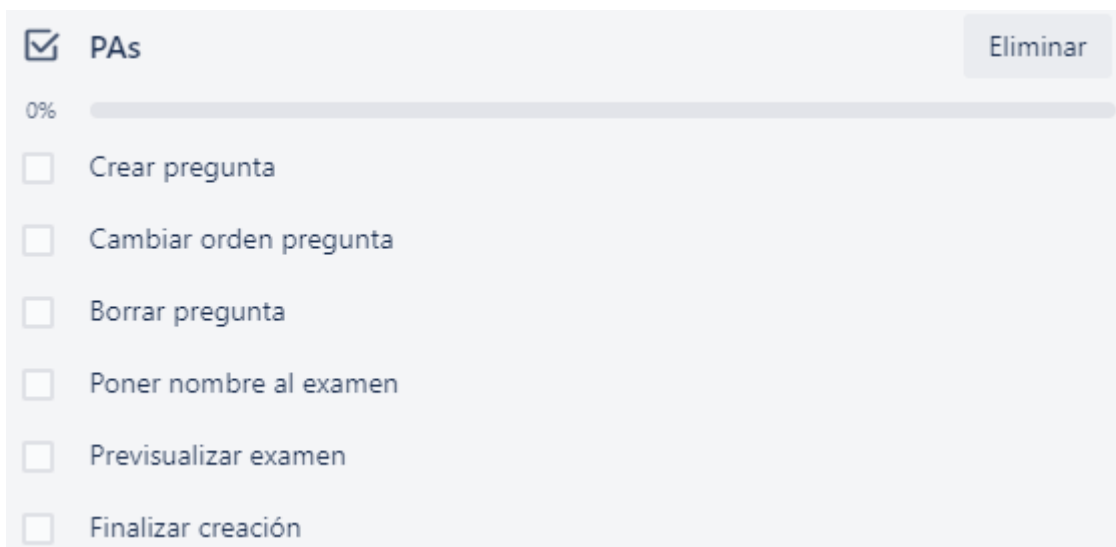
Es un proyecto de código abierto respaldado por grandes compañías como Apple, Google, Microsoft y Mozilla. Permite agregar capacidades de comunicación en tiempo real a través de interfaces de programación de aplicaciones. Utiliza comunicación entre pares, eliminando la necesidad de instalar plugins o descargar aplicaciones nativas. La comunicación se establece a través de un conjunto de protocolos comunes.

### 3.11. Pruebas

Como modelo de pruebas se ha adoptado el uso de pruebas de aceptación junto a una prueba de regresión final.

Las pruebas de aceptación es una técnica que se utiliza para comprobar que los requisitos del cliente han sido satisfechos con la integración de una UT o algún cambio. Idealmente primero son comprobadas por un programador y si son correctas luego también lo comprueba el cliente.

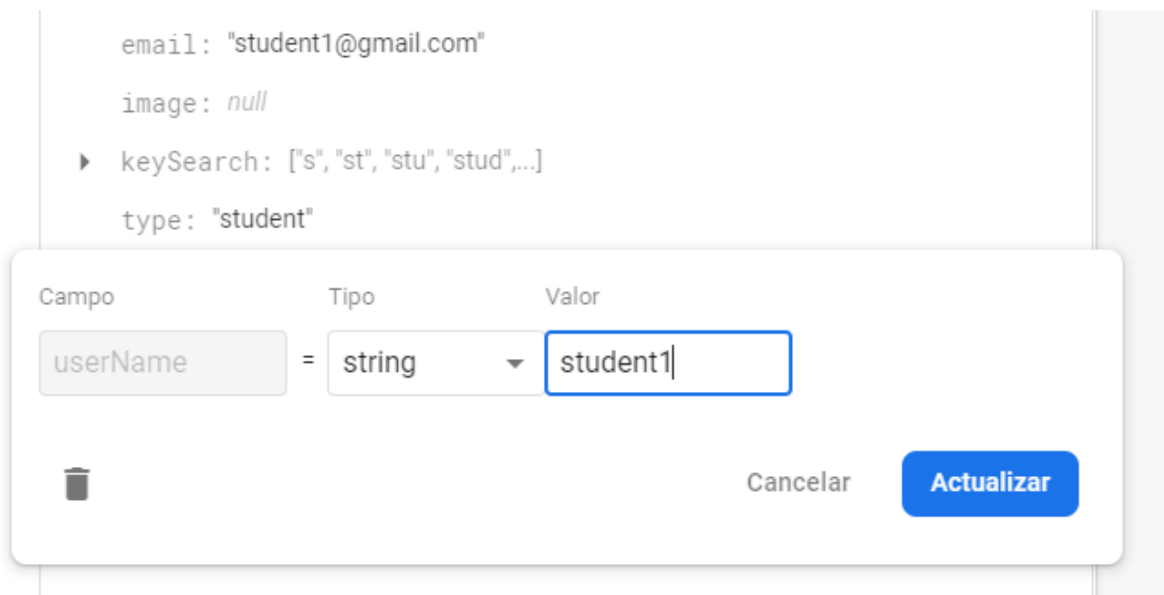
En el caso del proyecto nada más terminar la fase de programar, cada PA tiene que pasar con éxito en caso contrario vuelve a la fase de programar o especificar y diseñar, según convenga. Si todas pasan podemos moverla a la columna hecho dándola como finalizada.



**Figura 3.30.** Pruebas de aceptación

Mientras el proyecto avanzaba también se realizaban pruebas de integración. De tal manera que se comprueban varias UT si funcionan correctamente. En el caso contrario se crea una UT de error o bug la cual pasa directamente al sprint actual con prioridad alta.

Finalmente cuando todas las UTs han sido finalizadas se han realizado pruebas de regresión. Con las que volver a comprobar que los cambios no han afectado a tareas ya completadas. El procedimiento ha sido volver a pasar todas las PAs de cada UT y en caso de fallo crear una UT de error.



**Figura 3.31.** Pruebas base de datos

En el caso del backend también se han realizado pruebas. En concreto para una base de datos de Firestore puedes acceder fácilmente a los datos para manipularlos. Esto permite probar rápidamente diferentes casuística.



**Figura 3.32.** Pruebas Cloud Functions

Por otro lado para las funciones alojadas en la nube de Firebase Functions, dispone de una consola donde poder debugear los errores o los resultados devueltos por este.

### 3.12. Mantenimiento y gestión de versiones



**Figura 3.33.** Logo GitHub

Como repositorio del código del proyecto se ha utilizado GitHub[53] que usa Git[54] para la gestión de versiones.

Github es una de los servicios de hosting de código fuente más utilizados gracias a la sencillez de sus interfaces y la rapidez con la que manejar las distintas versiones.

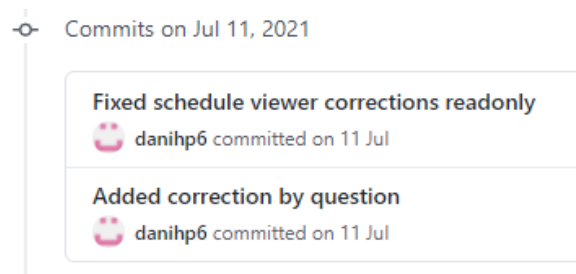


**Figura 3.34.** Logo Git

Por el otro lado Git es el software de control de versiones más utilizado por los programadores gracias a su eficiencia. Su flexibilidad y seguridad permiten conservar los cambios de manera transparente al usuario, que solo tenga que preocuparse en programar su aplicación.

Como estructura de los commits, se estableció un estándar simple con el que poder diferenciar que tipo de cambio ha sido realizado.

- Fixed / Added / Refactored + summary



**Figura 3.35.** Commits

# 4. Desarrollo

---

## 4.1. MVP 1

- UTs del sprint 1:
  - Herramienta creación examen básica TE (Tiempo Estimado): 10h TR (Tiempo Real): 8h
  - Vista CRUD (Create, Read, Update and Delete) de los exámenes TE: 12h TR: 10h
  - Mecanismo identificación de usuario TE: 8h TR: 8h
  - Lanzar examen y vista realización examen TE: 15h TR: 16h
  - Herramienta corregir examen básico TE: 10h TR: 8h
  - Vista resultados de examen TE: 8h TR: 4h
  - Comparador de textos TE: 7h TR: 6h
  - Agregar media a las preguntas TE: 14h TR: 15h

La primera parte del proyecto fue una de las más duras, en la que se creó el core de la aplicación. Crear todos los modelos de exámenes y preguntas mientras a la vez implementarlo en la base de datos de Firestore. De tal manera que con las primeras UTs se podían crear y gestionar exámenes básicos. En esta fase solo existen preguntas de respuesta abierta y de múltiples opciones.



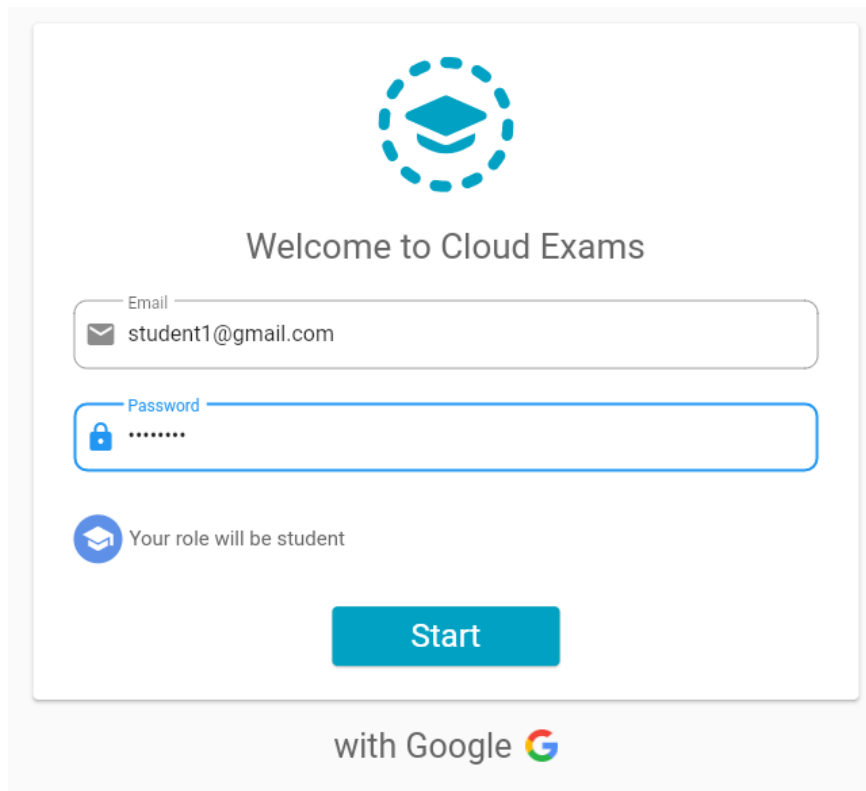
**Figura 4.1.** Herramienta creación examen básica

| Name                   | Last Update   | Tags |  |
|------------------------|---------------|------|--|
| Primera guerra mundial | 18:16 9/8/21  |      |  |
| Exam Test 2            | 11:54 15/8/21 |      |  |

**Figura 4.2.** Vista CRUD de los exámenes

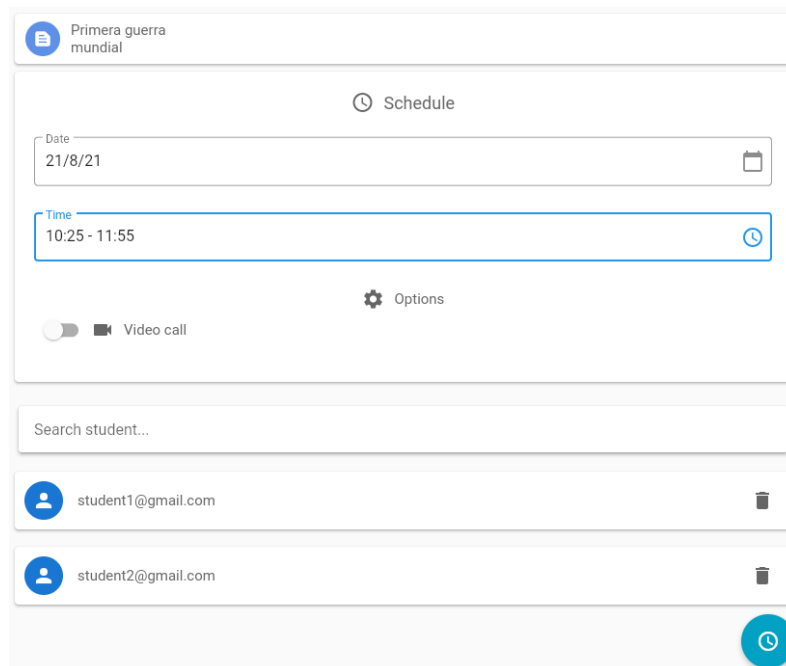
Seguido a los primeros pasos, toca implementar un sistema de login, Firebase Authentication, con el que crear alumnos y profesores. De tal manera que se almacenan en la base de datos para que cada uno tenga sus propios exámenes.



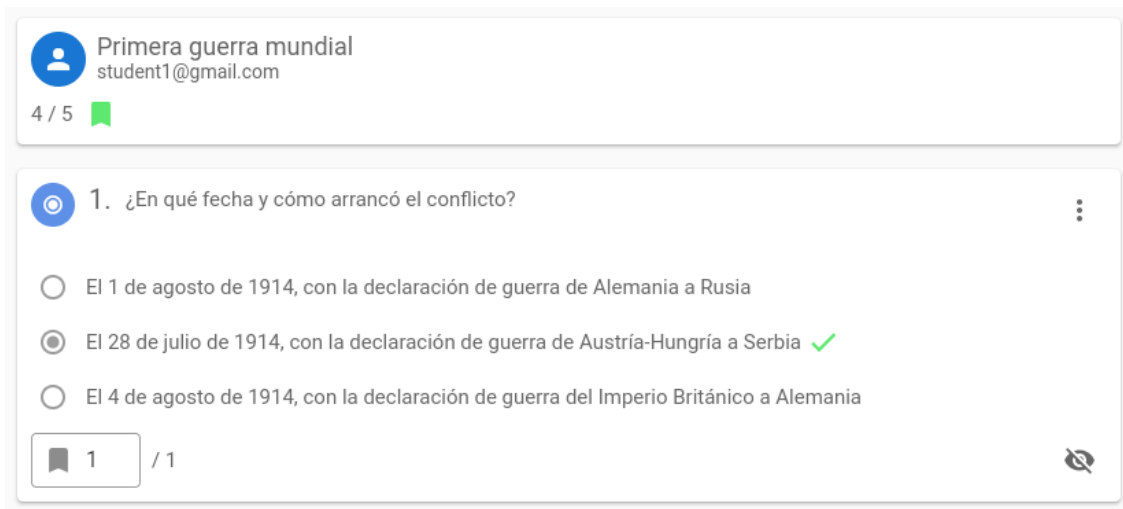


**Figura 4.3.** Mecanismo identificación de usuario

Otro paso importante es lanzar los exámenes para que los alumnos puedan realizarlos y una página donde los profesores puedan corregirlos.

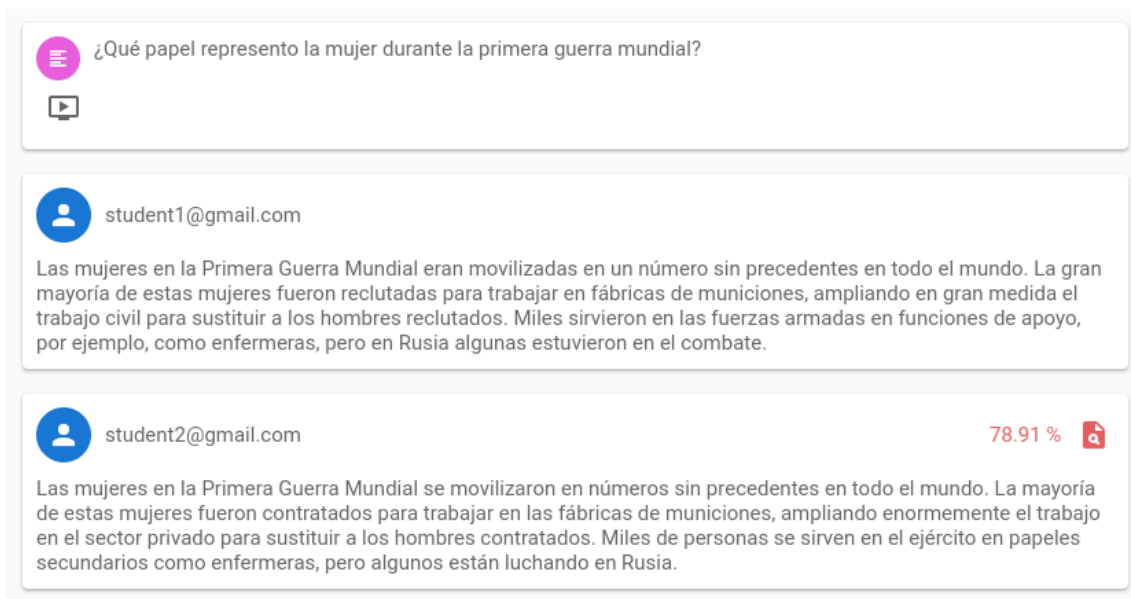


**Figura 4.4.** Lanzar examen



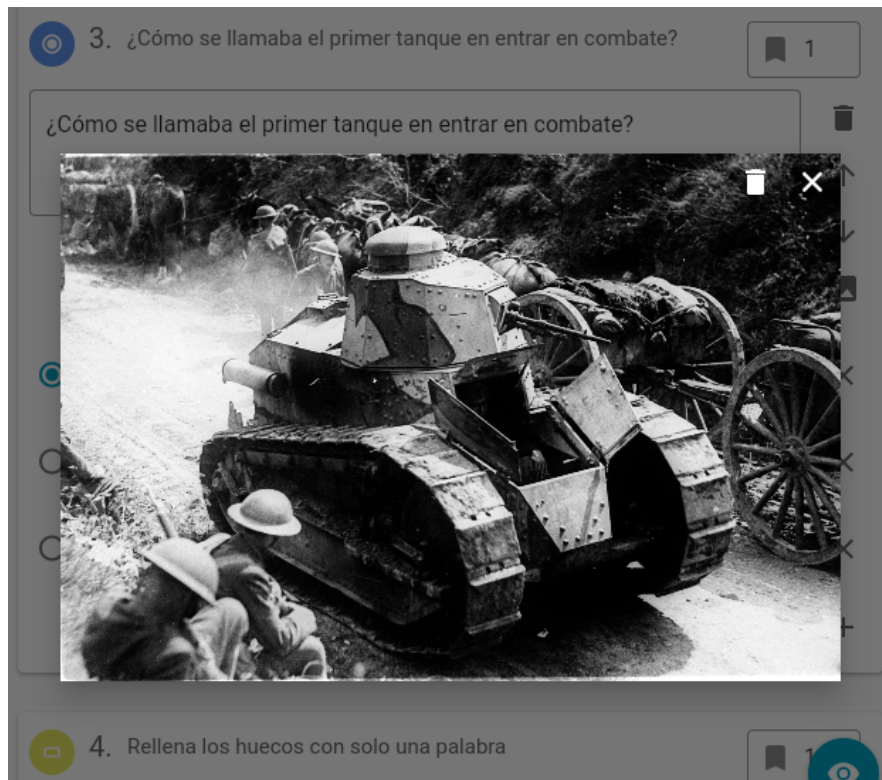
**Figura 4.5.** Herramienta corregir examen básico

Empezamos a añadir mecanismos de seguridad anticopia, uno de los requisitos más demandados por los profesores. El primero es uno esencial para las preguntas de respuesta abierta. Un comparador de textos que utiliza la técnica de Dice's Coefficient, fórmula estadística utilizada para medir la similitud de dos muestras.



**Figura 4.6.** Comparador de textos

Para finalizar el sprint, añadimos la opción de agregar media a las preguntas, algo muy útil para tener más posibilidades a la hora de crear exámenes.



**Figura 4.7.** Agregar media a las preguntas

Tiempo invertido en Refactoring/Bugs TE: 5h TR: 7h. Tiempo total invertido en el sprint: 89h

## 4.2. MVP 2

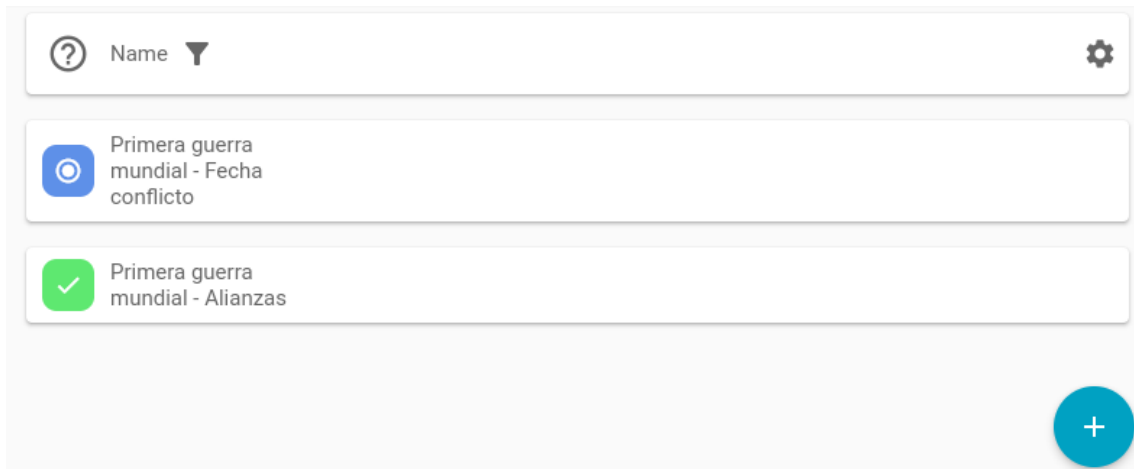
- UTs del sprint 2:
  - Opciones aleatoriedad del examen
  - Batería de preguntas
  - Vista CRUD preguntas
  - Nube de exámenes y preguntas
  - Mejora herramienta creación examen
  - Responsive móvil
  - Paneles informativos

En el segundo sprint empezamos a añadir opciones básicas para agregar dificultad de copia. Aleatoriedad, batería de preguntas y preguntas de una en una sin poder volver atrás.

The screenshot shows an exam interface for the topic 'Primera guerra mundial'. At the top, there are three mode options: 'Random mode' (indicated by a crossed-out square icon), 'Battery mode' (indicated by a question mark icon), and 'Only one way' (indicated by a play button icon). Below the title, there is a prompt: 'Pon a prueba tus conocimientos sobre uno de los conflictos más devastadores de la historia'. The main question is: '1. Rellena los huecos con solo una palabra'. The question text is: 'La batalla de [input] fue la más largas del conflicto, durando [input] días'. At the bottom of the question area, there is a right-pointing arrow icon.

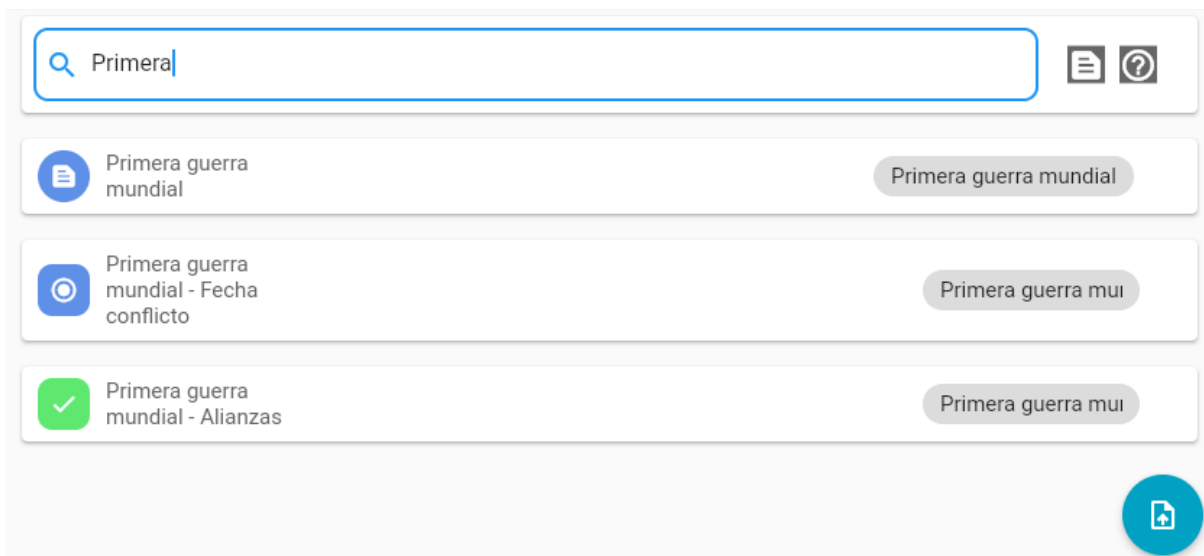
**Figura 4.8.** Opciones aleatoriedad del examen

Las preguntas son una parte esencial en la aplicación. La reutilización de estas agregaría una gran eficiencia a la hora de crear exámenes a partir de preguntas ya creadas. Por eso se crea una gestión de preguntas con la que más tarde se pueden agregar a tus exámenes.



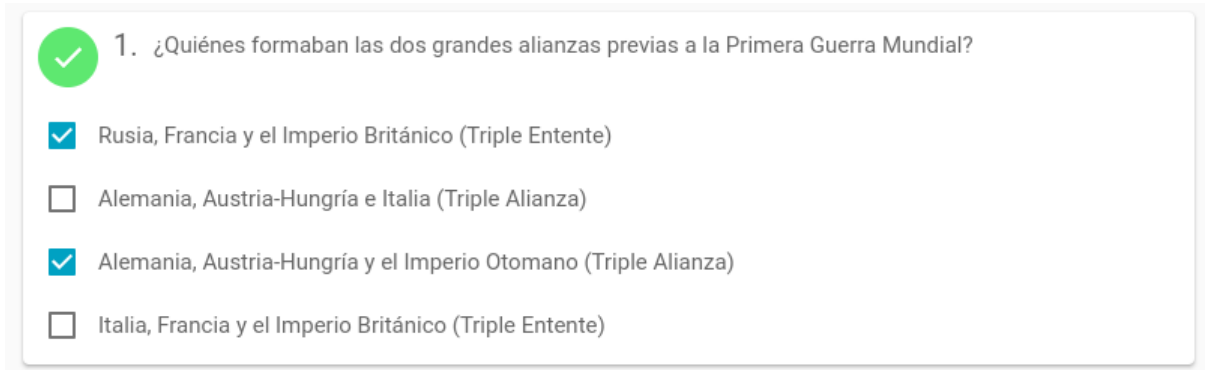
**Figura 4.9.**Vista CRUD preguntas

Siguiendo con la reutilización. Se agrega un almacén en la nube donde poder publicar tus exámenes y preguntas, así como buscar los de otros profesores.



**Figura 4.10.** Nube de exámenes y preguntas

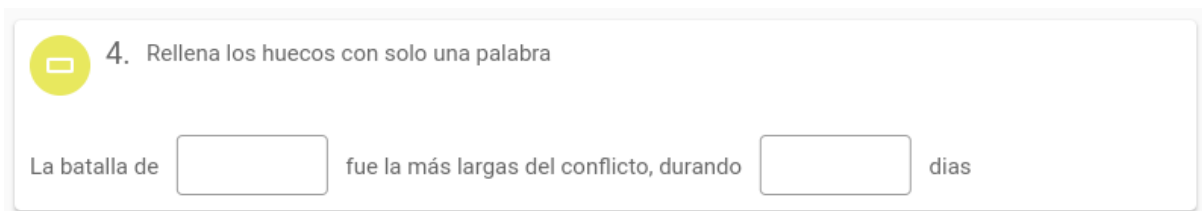
Es hora de agregar más tipos de preguntas. Con la arquitectura montada solo tenemos que agregar los modelos del nuevo tipo y añadir la vista de estos nuevos tipos. Se añaden preguntas de varias respuestas y de huecos en blanco.



1. ¿Quiénes formaban las dos grandes alianzas previas a la Primera Guerra Mundial?

- Rusia, Francia y el Imperio Británico (Triple Entente)
- Alemania, Austria-Hungría e Italia (Triple Alianza)
- Alemania, Austria-Hungría y el Imperio Otomano (Triple Alianza)
- Italia, Francia y el Imperio Británico (Triple Entente)

**Figura 4.11.** Pregunta multirespuesta

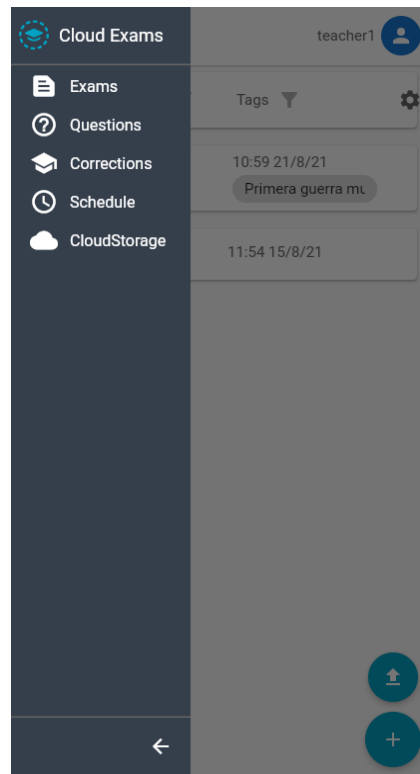


4. Rellena los huecos con solo una palabra

La batalla de  fue la más largas del conflicto, durando  dias

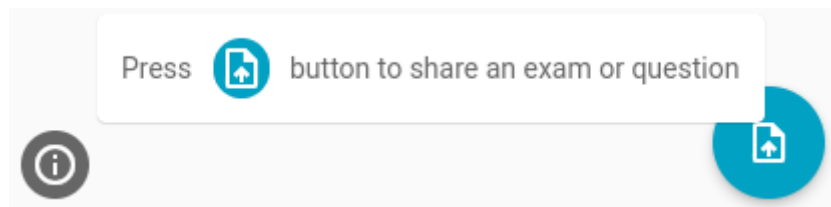
**Figura 4.12.** Pregunta huecos en blanco

Siendo una aplicación multiplataforma es importante que tenga un diseño responsive. En general se ha intentado que las dos vistas sean lo más cercanas posibles para mejorar su mantenibilidad. Pero hay ciertos elementos que deben adaptarse a la pantalla de un móvil como la barra lateral que se transforma en un drawer.



**Figura 4.13.** Responsive móvil

Es importante añadir algún tipo de ayuda para los nuevos usuarios. Se agrega un componente modal en el que poder agregar información. Se coloca en las principales páginas de la aplicación.



**Figura 4.14.** Paneles informativos

Tiempo invertido en Refactoring/Bugs TE: 13h TR: 9h. Tiempo total invertido en el sprint: 84h

### 4.3. MVP 3

- UTs del sprint 3:
  - Mejora herramienta corregir exámenes
  - Videollamada
  - Exportar e importar exámenes

Para el último sprint dejamos unas funcionalidades menos core pero muy útiles. Primero mejoramos la herramienta de corregir exámenes agregando a el backend unas funciones que se ejecutan cada vez que una nueva respuesta es agregada para corregirla automáticamente, menos para el caso de las respuestas abiertas, eliminando carga a la hora de corregir.

The screenshot displays three exam questions in a list, each with a correction status indicator (checkmark or error icon) and a '1 / 1' or '0 / 1' indicator. The first question is a fill-in-the-blanks question about the Battle of Verdun, with the answer 'Verdun' and '303' entered. The second question is a multiple-choice question about WWI alliances, with two options selected. The third question is an open-ended question about the role of women in WWI, with a video icon and a text description below it.

3. Rellena los huecos con solo una palabra

La batalla de  fue la más largas del conflicto, durando  dias

/ 1

4. ¿Quiénes formaban las dos grandes alianzas previas a la Primera Guerra Mundial?

Rusia, Francia y el Imperio Británico (Triple Entente) ✓

Alemania, Austria-Hungría e Italia (Triple Alianza)

Alemania, Austria-Hungría y el Imperio Otomano (Triple Alianza) ✓

Italia, Francia y el Imperio Británico (Triple Entente)

/ 1

5. ¿Qué papel represento la mujer durante la primera guerra mundial?

Muchas mujeres de ambos bandos debieron trabajar en las fábricas, traspasando los límites tradicionales de la casa, los hijos y la iglesia

/ 1

**Figura 4.15.** Mejora herramienta corregir exámenes



Llegamos al mecanismo de anticopia más importante para realizar exámenes, una videollamada. Supuso un punto crítico en la aplicación al tratarse de una épica muy grande y al no tener experiencia en ese ámbito. Primero se trató de estudiar el caso, en concreto el funcionamiento de las videollamadas mediante WebRTC. También la necesidad de un proveedor de este servicio, entre los competidores se escogió Agora ya que tiene un SDK (Software Development Kit) poderoso en Flutter. Y finalmente clonando su quick start (guía corta para obtener los conceptos rápidamente) para poder probarlo.

Estudiando surge un problema, ya que en Flutter todavía no tiene soporte para la plataforma web. Existe la posibilidad de crear esta parte en otra tecnología, pero es descartada porque sería un gran coste de tiempo cuando en cualquier momento puede ser añadida esta característica.

No es una videollamada corriente como las que pueden ofrecer otras herramientas como Teams[55] o Google Meet[56], esta puede adaptarse a la realización de exámenes gracias al compartir lógica de front y backend. Por ejemplo el profesor puede acceder a los resultados de un alumno pudiendo vigilar que está contestando o si un alumno se sale de la videollamada no le permitirá seguir con el examen hasta que vuelva a entrar.

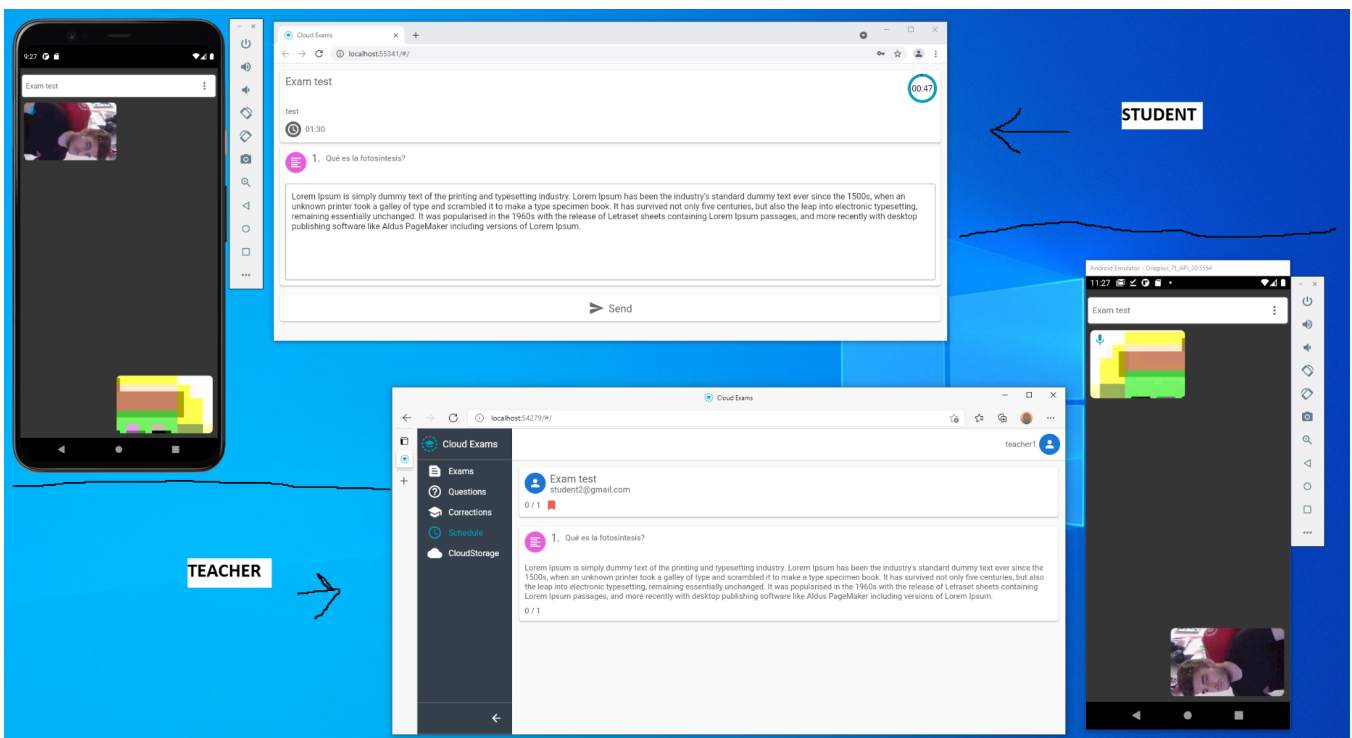




Figura 4.16. Videollamada

Por último se agrega una funcionalidad auxiliar para poder importar y exportar exámenes. De momento existen las posibilidades de importar como json, permite la creación de exámenes para usuarios avanzados, y exportar como imagen o json, la primera para imprimir la vista de un examen mientras que la otra opción te permite almacenar los exámenes de manera propia.

|  |                  |              |          |
|--|------------------|--------------|----------|
|  Primera guerra mundial | 21/08/2021 11:39 | Archivo JSON | 3 KB     |
|  Primera guerra mundial | 21/08/2021 11:39 | Archivo PNG  | 1.916 KB |

**Figura 4.17.** Exportar e importar exámenes - archivos

```
{
  "name": "Primera guerra mundial",
  "description": "Pon a prueba tus conocimientos sobre uno de los conflictos más devastadores de la historia",
  "random": false,
  "oneWay": false,
  "battery": null,
  "questions": [
    {
      "index": 0,
      "text": "¿En qué fecha y cómo arrancó el conflicto?",
      "mark": 1,
      "type": "Multiple Choice",
      "answers": [
        {
          "text": "El 1 de agosto de 1914, con la declaración de guerra de Alemania a Rusia"
        },
        {
          "text": "El 28 de julio de 1914, con la declaración de guerra de Austria-Hungría a Serbia"
        },
        {
          "text": "El 4 de agosto de 1914, con la declaración de guerra del Imperio Británico a Alemania"
        }
      ]
    },
    {
      "answer": 1
    }
  ]
}
```

**Figura 4.18.** Exportar e importar exámenes - JSON

Tiempo invertido en Refactoring/Bugs TE: 10h TR: 8h. Tiempo total invertido en el sprint: 66h

## Tiempos finales

Total TE: 239 horas. Total TR: 219 horas

## 5. Trabajo futuro

---

Las características analizadas exceden el volumen de trabajo académico. No obstante, se plantea un nuevo sprint como trabajo futuro.

- Backlog después del sprint 3:
  - Escaneo de texto
  - Soporte en vivo
  - Añadir chat de pregunta en la corrección
  - Vista estadísticas de examen
  - Traducción automática
  - Agregar media (código y audio) a las preguntas
  - Notificaciones
  - Exportar e importar resultados

El escaneo de texto serviría para usar tu móvil como escáner del texto evitando la necesidad de un ordenador, ya que escribir textos con el teclado del móvil es una tarea difícil. Para ello se haría uso de ML KIT[57] de firebase un sdk de Machine Learning de Google capaz de etiquetar imágenes, reconocimiento facial o de texto que sería el interesante para esta UT.

Para el soporte en vivo se añadiría un chat privado en la propia interfaz del examen, entre el profesor y cada alumno donde los alumnos podrán preguntar cualquier duda. Para esto se haría uso de la base de datos, Firestore.

También sería muy útil añadir la opción de que se pueda empezar un chat desde la respuesta de alguna pregunta. Un profesor podría justificar el resultado o un alumno podría reclamar una revisión.

Una herramienta que añadiría información útil serían agregar estadísticas a los exámenes, para poder estudiar mejor el feedback obtenido.

Los exámenes creados solo soportan un idioma de origen, sea cual sea el idioma de tu configuración. Pero se podría añadir la API de Google Translate[58] para poder traducir dinámicamente cualquier pregunta mientras el examen está en marcha.

Una pequeña mejora de añadir media a las preguntas sería añadir la opción de agregar código o audio. Para ello se podría utilizar la misma herramienta que para las imágenes y videos, Firebase Storage.

Otra característica muy útil sería la incorporación de notificaciones. Cuando hay un nuevo examen programado o cuando el examen ya ha sido corregido. Se haría uso de Firebase Cloud Messaging[59] con el que puedes enviar correos o notificaciones PUSH.

Finalmente se aplicaría importar y exportar también para el caso de los resultados. Se seguiría el mismo proceso que para los exámenes.

Al finalizar este nuevo sprint obtendremos un producto listo para lanzar al mercado, surgen tareas de comercialización, ya que tiene suficientes características como para hacerse un hueco. Con el feedback de los clientes se podrían mejorar las características actuales o surgir



nuevas necesidades. Por lo que aún sería necesario un nivel considerado de trabajo en mantenibilidad de la aplicación.

### **Analíticas Visuales para el control de Exámenes Online**

Siguiendo las ideas y pautas de “A Visual Analytics Approach to Facilitate the Proctoring of Online Exams”[\[32\]](#), un proyecto de analíticas visuales en tiempo real sobre los alumnos que están realizando un examen se podría mejorar los mecanismos anticopia de nuestra aplicación.

El trabajo de este proyecto estudia un caso con diferentes muestras con las que se puede demostrar que es posible detectar comportamientos de copia revisando los movimientos y expresiones faciales de los alumnos.

Se podría aplicar este enfoque mediante Machine Learning a la ya actual videollamada de la que disponemos para mejorar esta faceta. Incluso evitar la revisión manual de los profesores llegados a un punto donde el sistema pueda verificar que es suficientemente poderoso para controlar el solo esta tarea.

### **Otras posibles mejoras para evitar la copia**

Se han considerado otros métodos con los que añadir mecanismos anticopia, pero finalmente han sido descartados por sus problemas técnicos y falta de tiempo.

Monitorizar las comunicaciones del dispositivo. Esto permitiría evitar el uso de chats de voz con los que los alumnos pueden intercambiar sus respuestas, como Discord[\[60\]](#). Hemos encontrado dos problemas en esta solución, la primera es que puede no cumplir los permisos de todos las plataformas y la otra es que los alumnos pueden utilizar otro dispositivo u otra red con el que conectarse a este tipo de aplicaciones. Se ha considerado que la videollamada propia de la aplicación cubre estos dos campos, evitando el uso de otros chats de voz.

Al minimizar o pasar a otra aplicación finalizar el examen. Permitiría evitar el cambio de ventana para buscar las respuestas de la aplicación. El principal problema es que es fácil de evadir con otro dispositivo u otra pantalla. Nuestros métodos no acaban de cubrir el problema de buscar las respuestas al 100%, sería interesante incorporar una característica que solucione el problema.

## 6. Conclusiones

---

Para concluir, el proyecto ha seguido un ciclo de desarrollo ágil, con un análisis previo utilizando diversas técnicas para obtener las características más relevantes y un desarrollo de la aplicación siguiendo un workflow definido.

### 6.1. Evaluación

Se han utilizado diversos métodos, como una encuesta hacia el target de la aplicación los profesores donde se ha podido priorizar las características, estudiar a los competidores para buscar con que poder destacar, también una proyección de ingresos y gastos para ver en qué punto podría ser rentable. Al final obtuvimos las UTs con las que rellenar nuestro backlog.

En esta parte fundamental, siendo un estudiante y teniendo mucha experiencia en este sector y gracias a previos trabajos realizados en la carrera, no ha sido una tarea especialmente difícil, el contexto ha sido rápido obtenerlo. En mi opinión la práctica de buscar los requisitos hace al maestro.

### 6.2. Desarrollo

Con el workflow establecido hemos conseguido tener el control y un orden con el que gestionar todas las tareas. De manera organizada es mucho más fácil no perder el hilo del proyecto. Se han realizado 3 sprints cada uno con diferentes tareas. El primero con el core de la aplicación buscando la robustez y la seguridad de usuarios y exámenes, mientras que los otros dos añadiendo características para potenciar los mecanismos anticopia y la reusabilidad de exámenes y preguntas. Sin embargo aún queda trabajo en el backlog, posibles mejoras a futuro y tareas de mantenimiento.

La parte más larga y dura del proyecto donde se han afrontado problemas, como por ejemplo incorporar un servicio de videollamadas. Ha resultado difícil sacar el tiempo necesario para acabar el proyecto, teniendo que extender la duración de los últimos sprints. Realizar aplicaciones de este calibre con solo un único programador es una tarea complicada, creo que tener compañeros habría supuesto una gran ventaja a la hora del desarrollo de este proyecto. También se ha obtenido mucha experiencia en las herramientas y tecnologías usadas, permitiendo en el futuro crear nuevos proyectos de mayor calidad.

### 6.3. Objetivos

Hemos conseguido crear una herramienta con la que poder crear y gestionar exámenes desde muchas plataformas. También se han añadido muchas opciones con las que evitar la copia de los alumnos. Los objetivos marcados al principio del proyecto pueden darse como cumplidos. Pero siendo conscientes de que siempre puede mejorar o surgir nuevos requisitos. Puede llegar a ser una herramienta con mucho poder en esta sociedad donde el sector de la educación tiende cada vez más a confiar en la tecnología.



## 6.4. Resultado

Al finalizar el tercer se ha desplegado el resultado en el hosting de Firebase dando pie a la parte web de Cloud Exams[61]. Y gracias a la posibilidad que nos da Flutter se ha construido también una APK para Android, la que se podría lanzar a través de la Play Store para conseguir los primeros clientes. Faltaría en el otro gran sistema operativo de móviles, iOS. Para probarlo en el sistema nativo hace falta tener los certificados de desarrollador de la App Store, por lo tanto aún faltaría este proceso, pero en un principio no debería suceder ningún gran problema para integrarlo en esta plataforma.



Figura 6.1. Logo Cloud Exams

## 6.5. Cronología

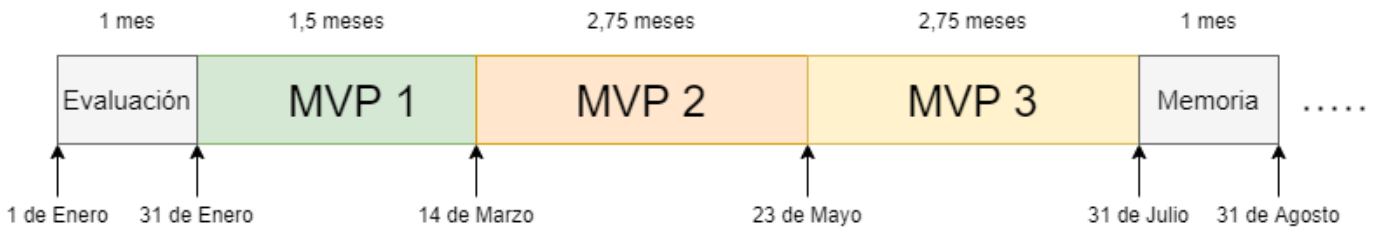


Figura 6.2. Cronología

La duración de la evaluación y la memoria del proyecto es de 1 mes. Mientras que el desarrollo ha durado 7 meses. Los sprints deberían haber durado todos 1,5 pero lamentablemente no se disponía del suficiente tiempo para mantener la dinámica.

Diagrama creado con Diagrams.net.

## 7. Bibliografía

---

- [1] ROBERTA SEBASTIANINI (2020). “Cinco años de crecimiento de comercio electrónico en diez semanas” en *ABC*  
<[https://www.abc.es/economia/abci-cinco-anos-crecimiento-electronico-diez-semanas-20201181940\\_noticia.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F](https://www.abc.es/economia/abci-cinco-anos-crecimiento-electronico-diez-semanas-20201181940_noticia.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F)>
- [2] Google. Google Classroom <<https://classroom.google.com/>>
- [3] Apereo. Sakai <<https://www.sakailms.org/>>
- [4] (2010). “Sakai – Plataforma educativa de código abierto” en *inter-didaktike*  
<<http://inter-didaktike.blogspot.com/2010/10/sakai-plataforma-educativa-de-codigo.html>>
- [5] MARTIN DOUGIAMAS. Moodle <<https://moodle.org/>>
- [6] (2015). “Funcionamiento y ventajas del aula virtual en entorno Moodle” en *universidadviu*  
<<https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/funcionamiento-y-ventajas-del-aula-virtual-en-entorno-moodle#:~:text=Moodle%2C%20acr%C3%B3nimo%20de%20Modular%20Object,utilizados%20en%20todo%20el%20mundo.>>>
- [7] Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología. Kahoot <<https://kahoot.com/>>
- [8] ANKIT GUPTA y DEEPAK JOY CHEENATH. Quizizz <<https://quizizz.com/>>
- [9] Showbie. Socrative <<https://www.socrative.com/>>
- [10] Easy LMS B.V. EasyLMS <<https://www.easy-lms.com/es/>>
- [11] Google. Firebase Pricing <<https://firebase.google.com/pricing>>
- [12] (2021). “¿Quién es Alexander Osterwalder?” en *EAE Business School*  
<<https://retos-directivos.eae.es/quien-es-alexander-osterwalder/>>
- [13] JOSÉ ANTONIO DE MIGUEL (2012). “Ash Maurya, el mayor riesgo no está en el producto, sino en encontrar clientes y mercados” en *Sintetia*  
<<https://www.sintetia.com/ash-maurya-el-mayor-riesgo-no-esta-en-el-producto-sino-en-encontrar-clientes-y-mercados/>>
- [14] Google. Google Forms <<https://docs.google.com/forms>>
- [15] Scrum.org. The Scrum Guide <<https://www.scrum.org/resources/scrum-guide>>
- [16] Atlassian. Trello <<https://trello.com/>>



- [17] LAIA ORDOÑEZ (2016). “Qué es el Lean Canvas y cómo implementarlo” en *oleoshop*  
<<https://www.oleoshop.com/blog/que-es-el-lean-canvas-y-como-implementarlo>>
- [18] “Análisis DAFO: ¿Qué es y para qué sirve?” en *EAE Business School*  
<<https://www.eaprogramas.es/blog/negocio/empresa/analisis-dafo-que-es-y-para-que-sirve>>
- [19] CLAIRE DRUMOND. “El manifiesto ágil” en *Atlassian*  
<<https://www.atlassian.com/es/agile/manifiesto>>
- [20] Google. Privacidad y seguridad en Firebase  
<<https://firebase.google.com/support/privacy?hl=es-419>>
- [21] “BLoC en Flutter: Implemente una arquitectura limpia y fluida” en *ichi.pro*  
<<https://ichi.pro/es/bloc-en-flutter-implemente-una-arquitectura-limpia-y-fluida-255838994939072>>
- [22] VICTOR DIVÍ. “¿Qué es el lenguaje de programación Dart?” en *inLab FIB*  
<<https://inlab.fib.upc.edu/es/blog/que-es-el-lenguaje-de-programacion-dart>>
- [23] SARA LÓPEZ (2020). “Firebase: qué es, para qué sirve, funcionalidades y ventajas” en *Digital55*  
<<https://www.digital55.com/desarrollo-tecnologia/que-es-firebase-funcionalidades-ventajas-conclusiones/>>
- [24] Google. Documentación Firestore  
<https://firebase.google.com/products/firestore?hl=es-419>
- [25] Google. Documentación Auth  
<https://firebase.google.com/docs/auth?hl=es-419>
- [26] Google. Documentación Cloud Storage  
<https://firebase.google.com/docs/storage?hl=es-419>
- [27] Google. Documentación Cloud functions  
<https://firebase.google.com/docs/functions>
- [28] Google. Documentación Firebase Hosting  
<https://firebase.google.com/docs/hosting>
- [29] Agora Lab. Documentación Agora  
<https://docs.agora.io/en/Video/landing-page?platform=Flutter>
- [30] “¿Qué es la prueba de aceptación del usuario (UAT): una guía completa?” en *Myservname* <<https://es.myservname.com/what-is-user-acceptance-testing>>
- [31] (2020). “¿Qué es GitHub? Una Guía para Principiantes sobre GitHub” en *Kinsta*  
<<https://kinsta.com/es/base-de-conocimiento/que-es-github/>>



- [32] HAOTIAN LI (2021). A Visual Analytics Approach to Facilitate the Proctoring of Online Exams. Cornell University  
<<https://arxiv.org/abs/2101.07990#:~:text=A%20Visual%20Analytics%20Approach%20to%20Facilitate%20the%20Proctoring%20of%20Online%20Exams.-Haotian%20Li%2C%20Min&text=Specifically%2C%20we%20detect%20and%20visualize.reliable%20proctoring%20for%20online%20exams.>>
- [33] Europa. Reglamento General de Protección de Datos. BOE, 27 de abril de 2016  
<<https://www.boe.es/doue/2016/119/L00001-00088.pdf>>
- [34] ISO. Estándares de seguridad y privacidad. ISO 27001, ISO 27017, ISO 27018  
<<https://www.iso.org/standards-catalogue/browse-by-ics.html>>
- [35] SOC. Estándares de seguridad y privacidad. SOC 1, SOC 2, SOC 3  
<<https://www.aicpa.org/interestareas/frc/assuranceadvisoryservices/socforserviceorganizations.html#:~:text=SOC%20for%20Service%20Organizations%20are.associated%20with%20an%20outsourced%20service.>>
- [36] JGraph Ltd. Diagrams.net <<https://app.diagrams.net/>>
- [37] Redux.org. Redux <<https://es.redux.js.org/>>
- [38] Facebook. React <<https://es.reactjs.org/>>
- [39] Adobe. Adobe Xd <<https://www.adobe.com/es/products/xd>>
- [40] Microsoft. Visual Studio Code <<https://code.visualstudio.com/>>
- [41] Google. Flutter <<https://flutter.dev/>>
- [42] Drifty Co. Ionic <<https://ionicframework.com/>>
- [43] Google. Material Design <<https://material.io/design>>
- [44] Apple. Cupertino <<https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/>>
- [45] eBay. eBay Motors <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ebay.motorsapp>>
- [46] Google. Google Ads  
<<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.adwords>>
- [47] Google. Dart <<https://dart.dev/>>
- [48] Google. Firebase <<https://firebase.google.com/>>
- [49] Google. Google Cloud Platform <<https://cloud.google.com/>>



- [50] Google. AdMob <<https://admob.google.com/>>
- [51] Agora Lab. Agora <<https://www.agora.io/>>
- [52] WebRTC.org. WebRTC <<https://webrtc.org/>>
- [53] GitHub Inc. GitHub <<https://github.com/>>
- [54] Linus Torvalds. Git <<https://git-scm.com/>>
- [55] Microsoft. Teams  
<<https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-teams/group-chat-software>>
- [56] Google. Google Meet <<https://meet.google.com/>>
- [57] Google. ML KIT <<https://firebase.google.com/docs/ml-kit>>
- [58] Google. Google Translate API <<https://cloud.google.com/translate>>
- [59] Google. Firebase Cloud Messaging <<https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging>>
- [60] Discord Inc. Discord <<https://discord.com/>>
- [61] Cloud Exams <<https://cloudexams-ff566.firebaseio.com/>>
- [62] SANDRA PÉREZ (2020). “Lean Startup: Cómo aplicar la metodología + Ejemplos” en *Lanzadera* <<https://lanzadera.es/lean-startup-metodologia-ejemplos/>>

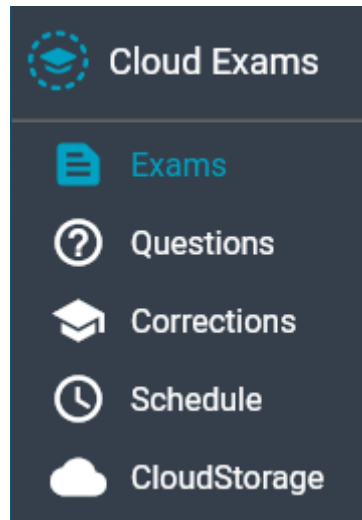
# Anexo

---

## A.1. Manual de usuario

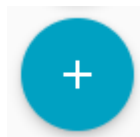
### A.1.1. Crear examen

Para crear un examen deberemos posicionarnos en la pantalla de exámenes.



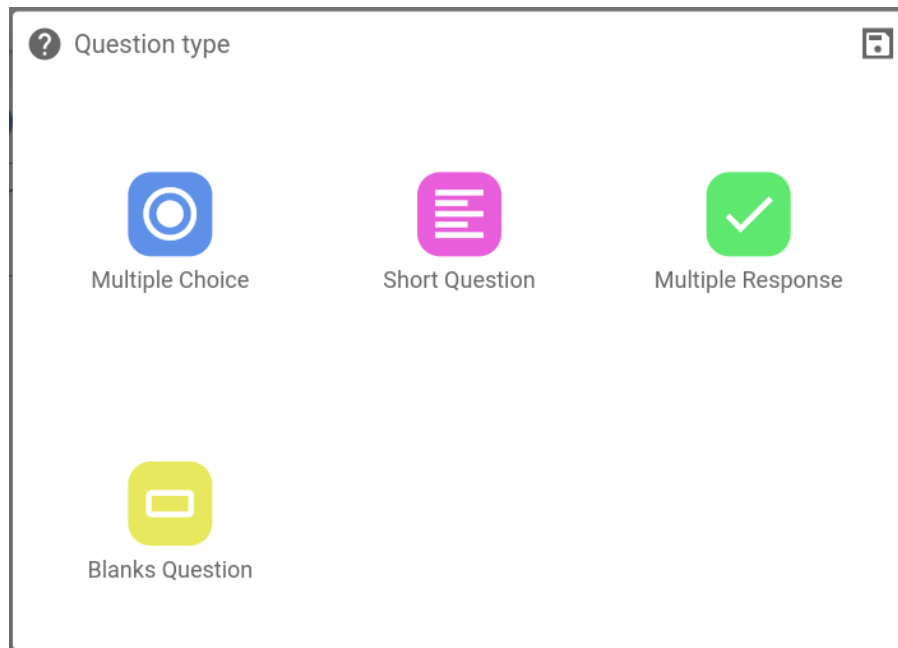
**Figura A.1.** Menú - exámenes

Luego tenemos que pulsar el botón de añadir situado en la esquina inferior derecha.



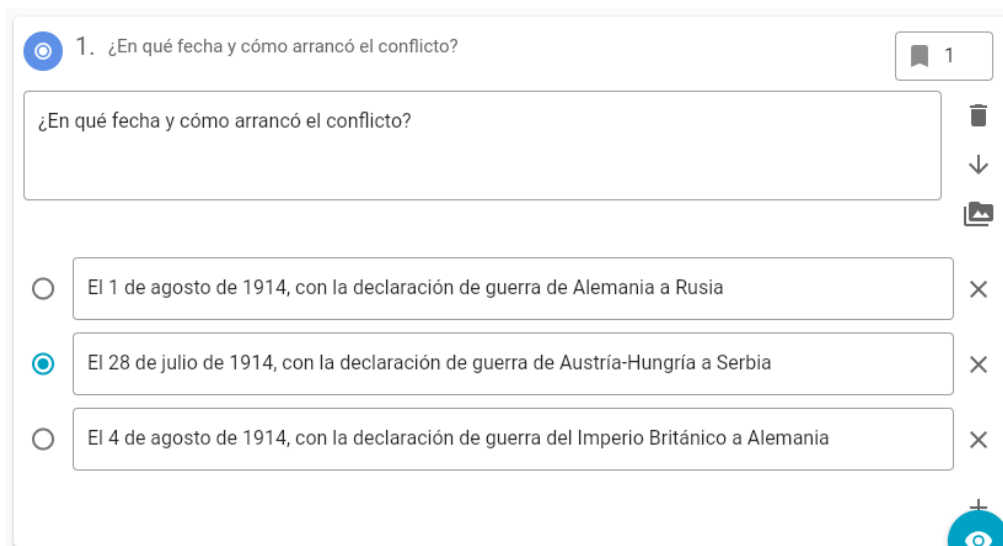
**Figura A.2.** Botón añadir examen

El examen ya habrá sido creado, ahora solo falta completarlo como se desea. Para añadir una nueva pregunta. Repetir el paso anterior pero en la pantalla del propio examen, aparecerá un modal para escoger el tipo de pregunta.



**Figura A.3.** Modal elegir tipo de pregunta

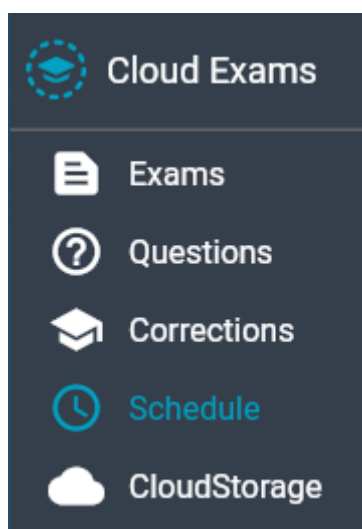
Aparecerá la pregunta en la vista del examen y podremos rellenar los datos queridos. En la esquina derecha superior aparecen unos controles genéricos, estos son un cuadro de texto para la nota de la pregunta, una papelera para eliminar la, flechas para subir o bajar su posición y un botón para añadir un archivo de media a la pregunta.



**Figura A.4.** Vista pregunta

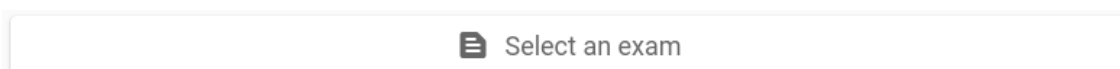
### A.1.2. Lanzar examen

Para lanzar un examen deberemos posicionarnos en la pantalla de programar.



**Figura A.5.** Menú - programar

En esta pantalla deberemos rellenar ciertos campos requeridos. Primero debemos seleccionar desde una lista el examen que queremos lanzar.



**Figura A.6.** Botón seleccionar examen



**Figura A.7.** Modal exámenes

Ahora debemos escoger la fecha y la hora en la que transcurrirá. También aparece una opción extra para que el examen disponga de una videollamada para controlar a los alumnos.

**Figura A.8.** Vista fecha programación examen

Por último, invitamos a los alumnos mediante el correo con el que se ha creado la cuenta de alumno.

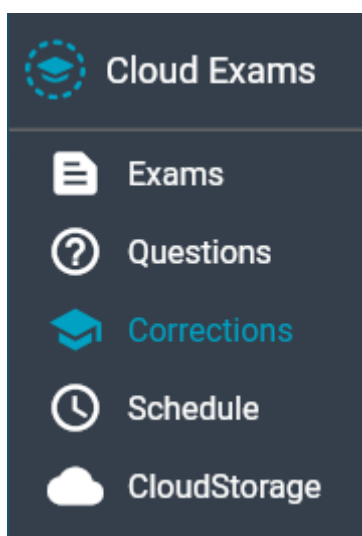
**Figura A.9.** Buscar estudiantes

Nuestro examen ya estará programado. Ahora en esta ventana aparecerán los datos del examen y unos controles que permiten: entrar en modo lectura de las respuestas de los alumnos, iniciar la videollamada o eliminar el lanzamiento del examen.

**Figura A.10.** Vista examen programado

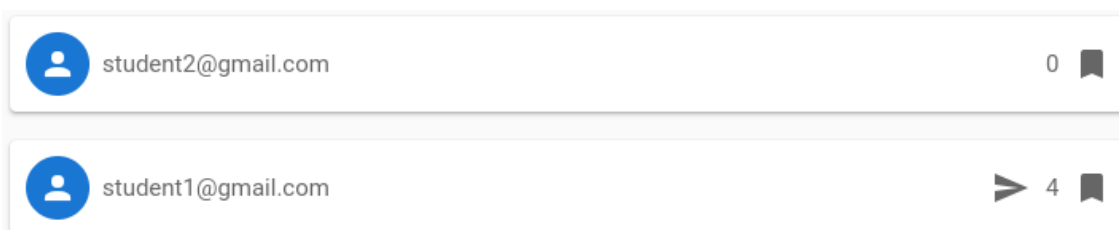
### A.1.3. Corregir examen

Para ver y corregir los resultados de los alumnos nos posicionamos en las correcciones en la barra del menú.



**Figura A.11.** Menú - correcciones

Aquí aparecerán todos los resultados en una lista con el correo del alumno, si ha sido enviado al alumno la corrección y la nota obtenida. Seleccionamos una de las respuestas y pulsamos el botón de editar para entrar en la vista de corrección.

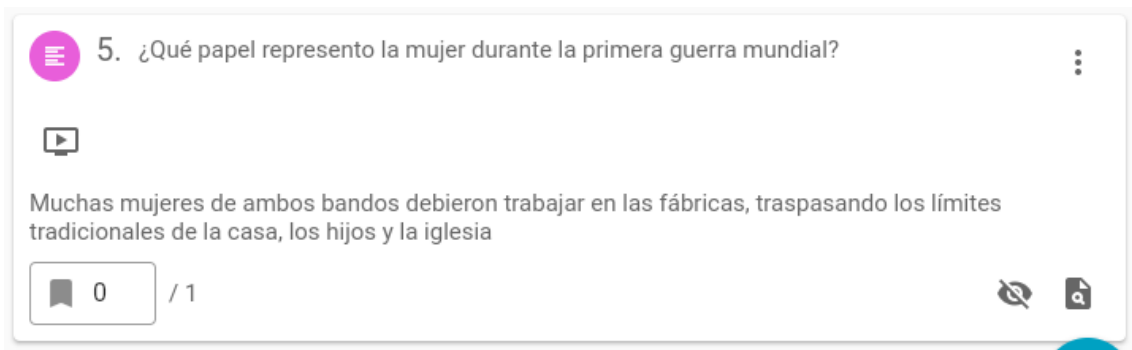


**Figura A.12.** Lista correcciones



**Figura A.13.** Botón editar corrección

En esta vista aparecerá cada una de las preguntas. Tenemos varios controles: el más importante es el de abajo a la izquierda donde editamos la nota (en las preguntas que se corrigen automáticamente se seguirá pudiendo editar esta nota), a la derecha un icono de un ojo en el que podemos marcarlo para indicar que ya ha sido corregida, también en el caso de las preguntas de respuesta corta podemos acceder al comparador de textos y finalmente arriba a la derecha en el menú desplegable de los puntos de ver más podemos acceder a una vista de corrección diferente. En esta aparecerá de solo una pregunta la respuesta de cada alumno.

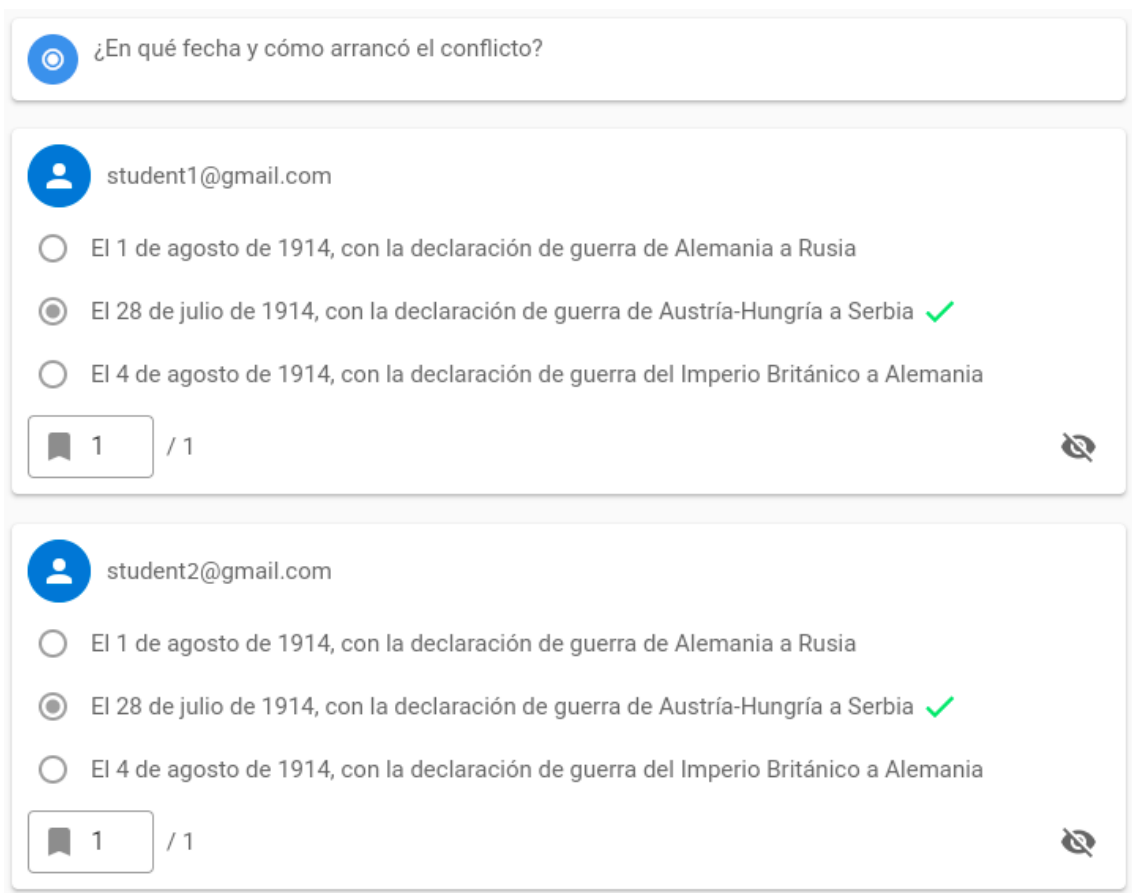


5. ¿Qué papel represento la mujer durante la primera guerra mundial?

Muchas mujeres de ambos bandos debieron trabajar en las fábricas, traspasando los límites tradicionales de la casa, los hijos y la iglesia

0 / 1

**Figura A.14.** Vista respuesta a pregunta



¿En qué fecha y cómo arrancó el conflicto?

student1@gmail.com

- El 1 de agosto de 1914, con la declaración de guerra de Alemania a Rusia
- El 28 de julio de 1914, con la declaración de guerra de Austria-Hungría a Serbia ✓
- El 4 de agosto de 1914, con la declaración de guerra del Imperio Británico a Alemania

1 / 1

student2@gmail.com

- El 1 de agosto de 1914, con la declaración de guerra de Alemania a Rusia
- El 28 de julio de 1914, con la declaración de guerra de Austria-Hungría a Serbia ✓
- El 4 de agosto de 1914, con la declaración de guerra del Imperio Británico a Alemania

1 / 1

**Figura A.15.** Vista corregir desde pregunta

Finalmente, desde la lista de las correcciones podemos seleccionar un resultado y enviarlo al alumno para que pueda verlo.



**Figura A.16.** Botón enviar corrección