

TFG

ANIMOI I: DISEÑO Y PROTOTIPADO DE UN DRON AÉREO DESMONTABLE PARA NIÑOS MEDIANTE TECNOLOGÍAS DIY

Presentado por Saúl Boza Muñoz

Tutor: Moisés Mañas Carbonell

Facultat de Belles Arts de Sant Carles

Grado en Bellas Artes

Curso 2019-2020



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES

RESUMEN

Proyecto realizado de forma grupal, basado en el desarrollo de un juguete educativo para niños de entre 11 y 13 años. Este documento muestra la parte correspondiente al diseño de un prototipo de dron modular desmontable, desarrollado mediante tecnologías Open Hardware e impresión 3D. La memoria documenta el proceso de ideación, diseño y desarrollo del prototipo del dron, en sus facetas técnica y estética; así como el componente didáctico a desarrollar en la aplicación para dispositivos móviles asociada al proyecto.

PALABRAS CLAVE

Entretenimiento educativo, Dron, DIY, Open Hardware, Diseño de Interacción, Arduino, Impresión 3D, STEAM.

ABSTRACT

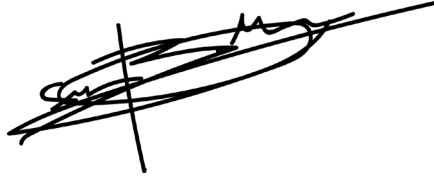
This project, executed groupally, is based on the development of an educational toy for kids between 11 and 13 years old. It is explained on this document the corresponding part to the design of a modular, removable drone prototype, based in Open Hardware technologies and 3D printing. The following report documents the devising, design and development processes of the drone itself, including its aesthetics and technical aspects; furthermore its pedagogical component to use on the smartphone application associated to the project.

KEYWORDS

Educational entertainment, Drone, DIY, Open Hardware, Interaction Design, Arduino, 3D Printing, STEAM.

CONTRATO DE ORIGINALIDAD

El presente documento ha sido realizado completamente por el firmante; es original y no ha sido entregado como otro trabajo académico previo, y todo el material tomado de otras fuentes ha sido citado correctamente.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping, fluid strokes that form a stylized representation of the name Saúl Boza Muñoz.

Saúl Boza Muñoz.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi tutor, Moisés, por embarcarse en este proyecto con tantas ganas y sacar tiempo de donde no lo hay, para poder ayudarnos. Gracias por la experiencia aportada y ser un guía durante todo el proceso.

A Alicia, por querer lanzar un trabajo conjunto desde el principio, independientemente del tema del mismo. Gracias por el cariño y la ayuda que siempre me das.

A Núria, por unirse a una idea de proyecto que estaba en pañales y hacer que se convierta en una realidad. Gracias por la paciencia que has tenido y la motivación que contagias.

A mi tío Andrés, por ser como un tutor más para el proyecto, aconsejarme y ayudarme siempre que lo he necesitado.

A todos los profesores que, a pesar de no ser nuestros tutores, han invertido algo de su tiempo y esfuerzo en ayudarnos a sacar un proyecto un poquito mejor.

A Adri, por la amistad y la ayuda desinteresada que nos ha ofrecido en los aspectos más técnicos del proyecto.

A mis padres y hermana, por aguantarme en casa durante todo el trayecto y por darme ideas locas que han acabado formando parte del trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Justificación	7
1.2. Objetivos	8
1.3. Metodología	9
2. CONTEXTUALIZACIÓN	12
2.1. Artefactos lúdicos en la educación. Filosofía STEAM	12
2.2. Diferenciación, ¿por qué un dron?	14
2.3. Casos de estudio: Referentes y otras marcas	15
3. DESARROLLO	18
3.1. Marca AnimoI	18
3.1.1. Valores de marca	18
3.1.2. Comunidad AnimoI	19
3.1.3. Sostenibilidad	19
3.1.4. Propuesta de valor, productos y servicios	21
3.1.5. Presupuestos	22
3.2. Conceptualización y diseño	23
3.2.1. Briefing y autoencargo	23
3.2.2. Componentes y piezas	24
3.2.3. Modularidad, ensamblado y morfología	24
3.2.4. Bocetos, prototipado y planos técnicos	25
3.3. Usabilidad y Experiencia de Usuario	27
3.3.1. UX de montaje: Primer uso	27
3.3.2. UX de juego: Uso habitual	28
3.3.3. UX de mantenimiento	29
3.3.4. Seguridad y métodos de precaución	29
3.4. Modelado 3D. Prototipado virtual	30
3.4.1. Primeros modelos: Estructura y booleanas	30
3.4.2. Retopología: Nuevos modelos	31
3.4.3. Estética, Renders y vídeos	32
3.4.4. Prototipado: Impresión 3D	33
3.5. Componente educativo	34
3.5.1. Material didáctico por áreas. Unidades temáticas	34
3.5.2. Redacción de contenidos	34
3.5.3. Desglose de los módulos de aprendizaje por pasos	35
4. CONCLUSIONES	36
4.1. Resultados	36
4.2. Expectativas y proyección de futuro	37
5. BIBLIOGRAFÍA / REFERENCIAS	39
6. ÍNDICE DE FIGURAS E ÍNDICE DE TABLAS	42

7. ANEXOS (Se encuentran en un documento adjunto)

7.1. Cronología

7.2. Lista de componentes: presupuesto del prototipo

7.3. Presupuesto Global

7.4. Presupuesto de Impresión 3D

7.5. Material educativo

7.6. Unidades temáticas en la App

7.7. Archivo de Blender con el modelo 3D

7.8. Vídeos de montaje

1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN

“*Animoi: Skiron*” es, como punto de partida, un proyecto creado por y para creativos. Su desarrollo está ideado y realizado por un equipo interdisciplinar, que aplica en este trabajo sus conocimientos, aprendidos durante el grado de Diseño y Tecnologías Creativas, en los ámbitos del diseño, modelado 3D, interacción, programación mediante el uso de tecnologías Open Hardware y filosofía DIY¹. Los integrantes del grupo: Saúl Boza Muñoz, Alicia Martínez Pitarch y Nuria Murgui Gómez, plantean la construcción de un dispositivo electrónico desmontable, adaptado a un público infantil, con el objetivo de encontrar nuevos modelos pedagógicos lúdicos relacionados con las tecnologías contemporáneas.

En este documento se abordan los aspectos técnicos del diseño y el prototipado de una primera versión del dispositivo; así como la elección de los contenidos, el lenguaje y tono que se empleará en la enseñanza de los mismos, o las estructuras didácticas que se aprenderán mediante el uso del artefacto como vehículo de aprendizaje del usuario.

La principal diferencia del proyecto *Animoi* con respecto a otros juguetes educativos, es que radica en la propuesta de una forma novedosa de aprender, utilizando la narrativa aérea como nexo entre la diversión y el aprendizaje. Así, se define al dispositivo como un dron aéreo modular desmontable, basado en tecnologías Open Hardware (con Arduino como elección) y utilizando una aplicación para dispositivos móviles propia (en este caso, para el sistema operativo Android), que se utilizará a modo de controlador de vuelo del juguete, así como herramienta fundamental para la explicación y desarrollo de los contenidos educativos.

Uno de los aspectos más importantes de este proyecto, además de su naturaleza y potencial didáctico, es su inserción dentro de los modelos educativos basados en la filosofía de aprendizaje STEAM², desde la cual se pretende tanto potenciar las capacidades creativas de los alumnos, relacionando proyectos interdisciplinarios de ciencia y arte, como fomentar la participación en equipos de trabajo multidisciplinares.

Esta memoria recoge todo el proceso, y sus correspondientes fases, de desarrollo de un prototipo del dispositivo; desde su concepción e investigaciones iniciales, hasta su construcción en un software de modelado 3D³.

1. Por sus siglas en Inglés: Do It Yourself.

2. Por sus siglas en Inglés: Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics.

3. Se utiliza Blender, en su versión 2.82, como software de modelado 3D.

No obstante, cabe destacar que la idea inicial del trabajo era la realización de un primer prototipo funcional del dron, que no ha sido posible desarrollar debido a la compleja situación actual (COVID-19): desabastecimiento de piezas, plazos de entrega excesivamente lentos, tiempos insuficientes, imposibilidad de acceso a espacios equipados de trabajo (laboratorios) para el desarrollo, difícil acceso a trabajar en el mismo espacio con el tutor y recibir ayuda in situ durante el desarrollo, etc. Por tanto, el proyecto se quedará en una fase de ideación y prototipado virtual. También es pertinente apuntar que algunos conocimientos para desarrollar el proyecto físicamente en plazo, como señala mi tutor, superan el nivel fundamental de los obtenidos en el grado de diseño y, por lo tanto, se necesitan más tiempo y conocimientos técnicos un poco más avanzados, relacionados con el ámbito de la ingeniería electrónica, que no figuran en el plan de estudios. Aún con la situación de alarma sanitaria actual, tanto mi tutor como yo creemos que se ha llegado a un nivel de conceptualización y desarrollo del prototipo, en formato virtual, adecuado para el nivel de trabajo de fin de grado, de 6 créditos, que se demanda.

En referencia al trabajo grupal, el proyecto se ha dividido en tres fases o procesos, coincidentes con cada uno de los integrantes del equipo: en primer lugar y por mi parte, la construcción de un modelo tridimensional del prototipo del dron *Skiron*, así como la consolidación de los contenidos educativos a incluir, redactadas en esta memoria; en segundo lugar, el diseño de experiencia, estructura y desarrollo de la aplicación de aprendizaje y control del dron, llevada a cabo por Núria Murgui; y por último, la creación de la imagen de marca, packaging, branding y diseño de interfaz, desarrollada por Alicia Martínez.

1.2. OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto *Animoi*⁴ es la creación de una marca⁵ de dispositivos tecnológicos lúdicos destinados a la educación, mediante modelos de aprendizaje interdisciplinares del tipo STEAM. Para ello, se propone la concepción de la firma a partir de la creación de un primer dispositivo, bautizado como *Skiron*⁶, y todos los procesos que derivan del mismo.

En cuanto a los objetivos generales de todo el proyecto *Animoi*:

- Detectar nuevos modelos pedagógicos lúdicos relacionados con las NTIC.

4. *Animoi* hace referencia al nombre dado a los dioses griegos del viento, *Anemoi* (Άνεμοι).

5. Nacida de este proyecto, que empezaría como Startup y con vistas de llegar a ser un referente en la industria a nivel nacional.

6. *Skiron* alude al dios del viento del noroeste, *Coro* (*Skirion*).

- Idear, conceptualizar, diseñar y generar una marca de dispositivos lúdicos que potencien el aprendizaje colectivo bajo premisas de contenidos interdisciplinarios.
- Planificar la creación de una plataforma online que contenga la filosofía de *AnimoI*, los contenidos educativos y potencie la generación de comunidad en relación a la marca y sus productos.
- Idear, diseñar y desarrollar un prototipo de aplicación⁷ (App) para el control del juguete y la gestión de contenidos y unidades didácticas relacionadas con el dispositivo.
- Diseñar un prototipo funcional de dron mediante el uso de herramientas Open hardware y Open Software.
- Fomentar la filosofía DIY y facilitar la capacidad de hacer modificaciones y nuevos diseños de los dispositivos, a partir de tecnologías como la impresión 3D.

En referencia a los objetivos específicos de este trabajo:

- Diseñar una primera versión del dispositivo tipo dron, denominado *Skiron*, a partir de tecnologías Open Hardware.
- Planificar la modularidad del juguete y distribuir los bloques que componen *Skiron* para el proceso de Impresión 3D.
- Desarrollar un prototipo virtual mediante Open Software de modelado 3D.
- Buscar, estudiar y definir una primera versión fundamental de las necesidades técnicas de carácter electrónico de *Skiron*, para la construcción del prototipo funcional.
- Analizar, detectar y diseñar la experiencia de usuario relativa al dron.
- Idear y redactar los contenidos educativos pertenecientes a la app móvil.
- Plantear estrategias relacionadas con la filosofía DIY y la cultura *maker*⁸.
- Definir la propuesta de valor de la marca y mencionar su filosofía⁹.

1.3. METODOLOGÍA

En cuanto a la forma de desarrollar el proyecto grupal, se dividirá en tres documentos diferentes, correspondientes con cada una de las etapas de producción y con las disciplinas relativas a los tres integrantes del equipo.

7. Orientada a dispositivos móviles y desarrollada para Android.

8. Relacionadas con la modularidad, la impresión 3D y el Open Software / Hardware.

9. Se profundiza en la misión, visión y valores de la marca en la parte tercera del proyecto, 'AnimoI III: Diseño de identidad visual para una línea de juguetes'.

Así pues, el proyecto quedaría seccionado en las siguientes partes:

- Animoi I: Diseño y prototipado de un dron aéreo desmontable para niños mediante tecnologías DIY.

Primera parte del trabajo, que se corresponde con esta memoria, relativa a las fases de concepción e ideación del artefacto físico, el primer diseño del dron y una parte del contenido educativo creado para una primera versión del modelo *Skiron*.

- Animoi II: Prototip de l'aplicació de control.

Desarrollada por Núria Murgui Gómez, la segunda entrada del proyecto abarca la programación y configuración de una primera versión de lo que será la aplicación para dispositivos móviles encargada del control del juguete, así como la plataforma sobre la que exponer y visualizar los contenidos educativos pertinentes.

- Animoi III: Diseño de identidad visual para una línea de juguetes.

Tercera y última parte y realizada por Alicia Martínez Pitarch, se corresponde con la fase de la creación de la imagen y los valores de marca, la identidad visual de la misma, la interfaz y el packaging del producto.

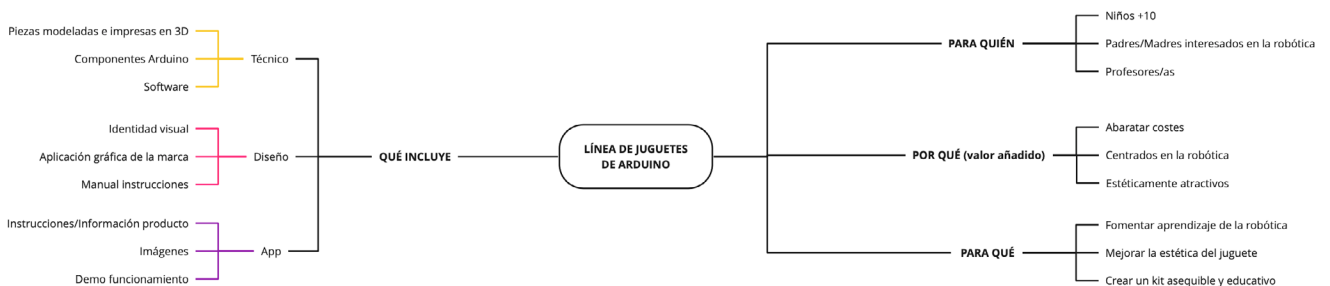


Fig. 1. Esquema de tareas.

Para establecer un correcto flujo de trabajo, se estableció una cronología que controlara los tiempos de manera adecuada y entrelazara las diferentes actividades a realizar por los tres integrantes del equipo¹⁰.

En cuanto a la metodología que atañe a la presente parte del proyecto, se puede desglosar en los siguientes puntos, que se catalogarán como fases dentro del proceso:

a) Estudio previo: referentes y competencia.

- Diferenciar los kits educativos similares en el mercado, distinguiendo

10. Véase el Cronograma en el Anexo.

entre su complejidad, área educativa y franja de edad.

- Acotar el rango de edad al que *Skiron* estará orientado.
- Teniendo en cuenta que se desarrollará un dron aéreo, estudiar las diferencias que ofrece el kit de *Animoi* con respecto a otros.
- Definir los componentes físicos y electrónicos que integrarán el dispositivo.
- Plantear la estética de nuestro artefacto.

b) Ideación.

- Planificar el diseño del prototipo y la experiencia de usuario básica (UX) relativa al juguete.
- Redactar los contenidos educativos dentro de la App y adaptarlos a un formato adecuado¹¹ en base al target al que está orientado *Skiron*.
- Preparar la distribución por unidades temáticas y dibujar un primer “storyboard” para las animaciones de cada pantalla de la aplicación.

c) Desarrollo virtual del prototipo.

- Realizar planos y diagramas básicos de los componentes y piezas, en papel.
- Trasladar dichos planos al formato digital¹².
- Planificar los circuitos electrónicos y diseñar un primer modelo de PCB personalizada.
- Modelar componentes y piezas en Blender v2.82.
- Renderizar un vídeo-demo mostrando el ensamblaje del dron

El proceso se irá documentando y actualizando constantemente, visitando y consultando diferentes páginas web, artículos y portales de compra, todo ello debidamente referenciado mediante el uso de bibliografías y listas propias, además de programas como Mendeley.

11. A nivel de léxico, complejidad de las ilustraciones y animaciones o sencillez de la interfaz.

12. Los planos técnicos se utilizan posteriormente en el modelado de los componentes, con lo que tener las medidas en formato digital facilita el desarrollo.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

2.1. ARTEFACTOS LÚDICOS EN LA EDUCACIÓN. FILOSOFÍA STEAM

Para presentar un nuevo dispositivo en el ámbito de la enseñanza, es imprescindible tomar en cuenta referencias y guías sobre las que trabajar, ya que entendemos que ese artilugio debería manipularse como juguete, como un artefacto lúdico capaz de implementarse en el sector educativo de forma práctica, encontrando el balance perfecto entre conocimiento, aprendizaje y diversión.

Para comprender esto, es fundamental basarse en los 5 pilares de la llamada filosofía STEAM, cuya pretensión es, en parte, la fusión entre diversión y aprendizaje, proponiendo una nueva forma de enseñar en las aulas basada en procesos y proyectos.

Se define como el aprendizaje basado en la enseñanza de las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas de manera integrada, con un enfoque interdisciplinar, experiencial y basado en el trabajo por proyectos. (Equipo SM, 2019)¹³.

La concepción de esta filosofía ha ido variando con el tiempo, pues en sus inicios era comprendida como STEM (obviando el ámbito artístico). Sin embargo, tal y como concluyen algunos estudios¹⁴, la inclusión del Arte en los colegios estadounidenses ha resultado muy beneficiosa para los alumnos, llegando a obtener mejores resultados en los SAT¹⁵ en el caso de haber estudiado asignaturas relacionadas con el Arte y la música. Aplicar conocimientos artísticos a esta filosofía ayuda, según el estudio, a mejorar capacidades como la creatividad y la innovación, la comunicación efectiva, las habilidades sociales o la resolución de problemas con pensamiento crítico.

La concepción que los padres tengan sobre la inclusión de juguetes en las aulas es también muy importante, pues al tratarse de un método alternativo de aprendizaje, pueden mostrar cierta reticencia. Nada más lejos de la realidad, hablar a los niños sobre números jugando a juegos de mesa puede tener

13. EQUIPO SM (2019). "Educación STEAM para los ciudadanos del futuro" en *Grupo-SM*. <<https://www.grupo-sm.com/es/post/educacion-steam-para-los-ciudadanos-del-futuro>> [Consulta: 9 de abril de 2020]

14. Artículo consultado: K12 INFOGRAPHICS (2015). "STEAM, not Just STEM Education Infographic" en e-Learning Infographics. <<https://elearninginfographics.com/steam-not-just-stem-education-infographic/>> [Consulta: 25 de junio de 2020]

El autor de la infografía es la Universidad de Florida, publicada en: AMERICANS FOR THE ARTS (2014). "STEM vs. STEAM Gork Infographics" en *Americans for the Arts*. <<https://www.americansforthearts.org/sites/default/files/UF-MAAE-STEM-STEAM-IG-GIRL.pdf>> [Consulta: 25 de junio de 2020]

15. Los SAT Reasoning Test son los exámenes utilizados en Estados Unidos para la admisión universitaria.

un impacto positivo en su desarrollo con las matemáticas (Byrd, 2016)¹⁶; y para ello resultan muy útiles los kits de juguetes STEAM.

Con el estudio de estas disciplinas bajo un formato lúdico, se pretende conseguir que los alumnos despierten interés por la materia a aprender, pues se encuentra inmersa en el proceso relacionado con la utilización del juguete, es decir, a partir del juego se adquieran unos conocimientos de forma orgánica y amena. Además, se favorece la predisposición de los estudiantes a aprender dichos contenidos y, con ello, aumenta la concentración.

Una característica especial que tiene la robótica educativa es la capacidad de mantener la atención del estudiante. El hecho de que el estudiante pueda manipular y experimentar con estas herramientas de aprendizaje basadas en robótica hace que pueda centrar sus percepciones y observaciones en la actividad que está realizando. (Bravo Sánchez, Florero Guzmán, 2012)¹⁷.

A su vez, la versatilidad de esta enseñanza interdisciplinariamente, resulta muy útil para que los alumnos empiecen a definir sus gustos académicos y profesionales, para que sean capaces de empezar a decidir en qué área de conocimiento y materias se especializarán en el futuro.

En cuanto a su implementación en las aulas a nivel nacional, antes de comenzar con su distribución, se puede hacer un estudio basado en las estadísticas que relacionan ‘número de alumnos por ordenador disponible’, por regiones¹⁸. Así, en una comunidad con menos PC’s disponibles, los alumnos trabajarán en equipo; mientras que en una que tenga mayor disponibilidad, se puede ofrecer un kit por ordenador. Ésto resulta especialmente interesante para comparar el impacto de este tipo de juguetes en el desarrollo de capacidades individuales frente a las colectivas.

La inclusión de este tipo de metodologías no sólo beneficia a los alumnos en su etapa estudiantil, sino que se trata de una aplicación con vistas de futuro, para la que se espera un crecimiento en el sector laboral de hasta el 13% en 2027 (IdTech, 2019)¹⁹.

16. Fragmento extraído de: CHRISTINE BYRD (2016). “Getting parents involved in STEM and STEAM education” en *Mind Research Institute*. <<https://blog.mindresearch.org/blog/parents-in-stem-and-steam-education>> [Consulta: 24 de junio de 2020]

17. Fragmento de: BRAVO SÁNCHEZ, F., & FORERO GUZMÁN, A. (2012). “La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales” en *Education In The Knowledge Society (EKS)*, vol 13, issue 2, p.120-136. Extraído de: <http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/eks/article/view/9002/9247> [Consulta: 16 de marzo de 2020]

18. Estadísticas ofrecidas por: FERNÁNDEZ, R. (2018). “Alumnos por ordenador en centros de educación primaria en España 2016/17, por CC. A” en *Statista*. <<https://es.statista.com/estadisticas/511943/numero-de-alumnos-por-ordenador-en-centros-educativos-publicos-de-educacion-primaria-por-comunidad-en-espana/>> [Consulta: 24 de junio de 2020]

19. RYAN (2019). “The state of STEM education told through 12 stats” en *iDTech*. <<https://www.idtech.com/blog/stem-education-statistics>> [Consulta: 24 de junio de 2020]



Fig. 2. Kit LEGO Spike Prime.



Fig. 3. Set Botley the Codind Robot.



Fig. 4. Kit LittleBits Electronic Music.

2.2. DIFERENCIACIÓN, ¿POR QUÉ UN DRON?

Aunque, como se ha explicado en el punto anterior, los beneficios de los dispositivos lúdicos dentro de la educación son numerosos, por lo general, también se encuentran ciertos inconvenientes en cuanto a las diferentes ofertas dentro del mercado.

En primer lugar, es fundamental hablar de la variedad de formatos que existen a la venta dentro del ámbito educativo, entre los que se encuentran robots²⁰, vehículos teledirigidos²¹, instrumentos musicales²² o incluso plataformas de creación de videojuegos²³.

Si bien, las funcionalidades que proponen estos kits son variadas, no es así con respecto a la gama de conocimientos que ofertan, centrándose mayoritariamente en la enseñanza de fundamentos básicos de programación, adaptados al lenguaje y la capacidad de los usuarios, dentro del rango de edad objetivo de cada set.

Otro de los principales inconvenientes de este tipo de kits es el elevado precio. Haciendo una búsqueda de las empresas dedicadas al sector y a sus dispositivos, se puede ver que incluso los juguetes más básicos tienen unos precios demasiado altos, tanto para escuelas, como para particulares²⁴.

Por supuesto, el formato de dron aéreo también tiene sus representantes²⁵, aunque no hay una variedad tan amplia que lleve su uso a las aulas con carácter educativo. En este aspecto, la amplia mayoría del sector se compone de dispositivos con fines recreativos o, por el contrario, profesionales.

Por ello, la idea de *AnimoI* es tratar de desmarcarse tanto en el aspecto económico, con esos costes tan elevados dentro del mercado, como en el medio sobre el que ofrecer nuevos productos, intentando desarrollar dispositivos que resulten innovadores y exploren nuevas formas de acercar la tecnología lúdico-educativa a las aulas.

Para romper con esta tendencia de vehículos terrestres y accesorios electrónicos, se pensó en adoptar un nuevo medio sobre el que utilizar *Skiron*:

20. LEGO. *LEGO Education Spike Prime Set*. <<https://education.lego.com/en-us/products/lego-education-spike-prime-set/45678#product>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

21. LEARNING RESOURCES. *Botley the Coding Robot Activity Set*. <<https://www.learningresources.com/botleyr-the-coding-robot-activity-set>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

22. SPHERO. *LittleBits Electronic Music Inventor Kit*. <<https://sphero.com/collections/all/products/littlebits-electronic-music-inventor-kit>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

23. BLOXELS. *Bloxels EDU*. <<https://edu.bloxelsbuilder.com/>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

24. SPHERO. *Educational Robots & STEM Education Kits for Students*. <https://sphero.com/collections/for-school/where_school+type_kit> [Consulta: 27 de junio de 2020].

25. Véase el punto 2.3, 'Casos de estudio: referentes y otras marcas'.

- **Medio acuático:** este recurso plantea una forma interesante de lanzar un juguete con fines educativos; no obstante, también entraña diversos problemas y complicaciones. El más evidente es la necesidad de un estanque relativamente grande para utilizar y disfrutar, de forma apropiada, del kit. Esto choca de frente con las responsabilidades propias de un centro educativo, ya que supone ciertos riesgos (ahogos, salida de las aulas cada vez que se vaya a utilizar, combinación agua-electricidad...) que harían del instrumento algo peligroso y demasiado complejo de utilizar.

- **Medio aéreo:** en contraposición a los métodos previamente mencionados, se encuentra la oportunidad de utilizar las tres dimensiones, el espacio aéreo. Este nuevo medio ha venido experimentando un incremento sustancial en cuanto a las ventas de drones, tanto a nivel profesional como con fines recreativos, pues “desde los 2000, el número de drones no ha parado de crecer” (Granados, 2018)²⁶.

Así pues, también es necesario destacar los beneficios que tienen los drones en el ámbito educativo:

Los drones ya no son simplemente juguetes, sino que pueden aportar muchas cosas en la educación de los chicos y chicas, pero no solo cómo medio de motivación, sino como herramienta para desarrollar recursos educativos que no existían hasta ahora o que no parecían posibles en la educación. (Alberto Otero, 2019)²⁷.

En consecuencia, *AnimoI* intenta proponer una manera distinta de aprender con este tipo de juguetes, tanto a nivel de experiencia con el dispositivo como de contenidos educativos.

2.3. CASOS DE ESTUDIO: REFERENTES Y OTRAS MARCAS

Con el fin de planificar las pautas básicas para *Skiron*, se realizó una búsqueda de referentes profesionales sobre los que fundamentar tanto el diseño como la funcionalidad del juguete.

Para ello, se investigó acerca de los kits relacionados con la educación STEAM en todos los formatos y rangos de precio, sobre lo cual se elaboró la siguiente gráfica, comparando los costes de los diferentes kits educativos:

26. GRANADOS, O. (2018). “El incipiente ‘boom’ del dron español” en *El País*. <https://elpais.com/economia/2018/08/22/actualidad/1534956585_715242.html> [Consulta: 24 de abril de 2020]

27. OTERO, A. (2019). “Los drones en la educación” en *VermisLab*. <<https://www.vermislab.com/drones-en-educacion/>> [Consulta: 24 de abril de 2020]

Fig. 5. Diagrama que compara los rangos de precio de distintos kits STEAM. Realizado por el equipo de AnimoI.

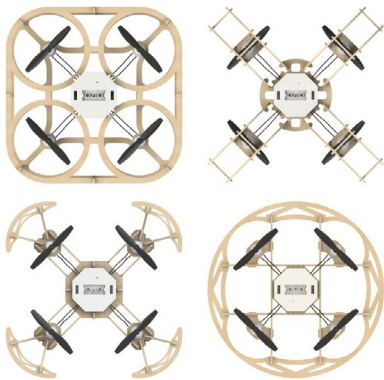
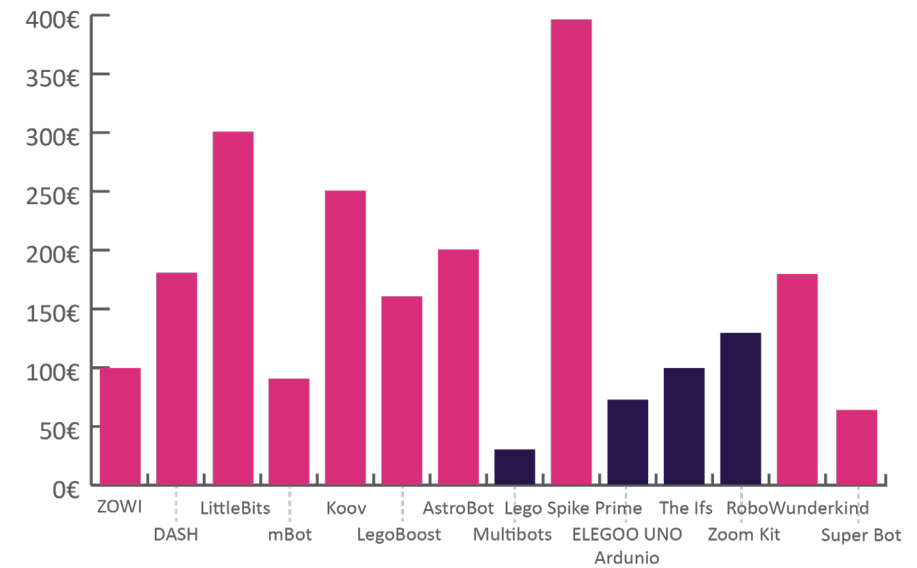


Fig. 6. Kit 4 en 1 Airwood DIY.



Fig. 7. Parrot Mambo Fly.

Tabla 1. Referentes profesionales: kits STEAM basados en drones.



En el diagrama se pueden observar las grandes diferencias en cuanto a los precios aproximados de cada uno de los kits analizados, de los cuales destacan Little Bits, Koov o Lego Spike Prime²⁸, por sus elevados costes.

Por otra parte, cabe mencionar la diferencia de color respecto a algunos de los productos mostrados en el diagrama: los que se representan en color rosa son juguetes controlados mediante una aplicación para dispositivos móviles, mientras que los morados siguen otra dinámica de movimiento.

En cuanto a los kits lúdicos con un dron como dispositivo, no necesariamente relacionados con el ámbito educativo, destacan como referentes profesionales los siguientes packs:

Referente	Marca	Precio	Año	Controlador
Airblock ²⁹	Makeblock	No disponible	2017	Smartphone (App)
Tello EDU ³⁰	RYZE	159 € ³¹	2018	Smartphone o Mando
Airwood ³²	Airwood	79€ ³³	2019	Mando propietario
Mambo Fly ³⁴	Parrot	59€ ³⁵	2018	Smartphone o Mando

28. Se pueden encontrar las referencias en la Webgrafía.

29. MAKEBLOCK. Airblock. <<https://www.makeblock.com/steam-kits/airblock>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

30. RYZE ELECTRONICS. Tello EDU. <<https://www.rzyzerobotics.com/es/tello-edu>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

31. Enlazado desde Ryze: DJI STORE. Tello Edu. <<https://store.dji.com/es/product/tello-edu?vid=47091>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

32. Supuesta página oficial de Airwood (no parece muy fiable): AIRWOOD. Airwood. <<http://www.airwood.net/>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

33. Precio de Airwood: ROBOTOPÍA. Airwood DIY Dron Kit 4 en 1. <<https://robotopia.es/kits-educativos/131-11-airwood-diy-dron-kit-4-en-1.html>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

34. PARROT. Parrot Mambo Fly. <<https://www.parrot.com/es/drones/parrot-mambo-fly>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

35. Precio de Parrot: AMAZON. Parrot Mambo Fly. <<https://www.amazon.es/Parrot-Mambo-Fly-cuadric%C3%B3ptero-programable/dp/B074TGFML6>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

A partir de los modelos mostrados en la tabla, se pueden extraer varias conclusiones para que el diseño de *Skiron* sea lo más pulido y completo posible:

- Todos ellos plantean, a distintos niveles, la enseñanza de conocimientos de programación. Por ello, para que *Skiron* resulte innovador en cuanto a contenido educativo, hay que proponer nuevas disciplinas y áreas de estudio.
- La gran mayoría utilizan una aplicación propia, sobre un dispositivo móvil, como método de control.
- *Airblock* utiliza pequeños módulos magnéticos que se unen al bloque principal para conformar el dispositivo final.
- *Tello* y *Parrot* implementan un aspecto algo más sólido y pulido, que dan una sensación de elegancia y profesionalidad.
- *Airwood* utiliza tecnología Open Hardware (Arduino) como placa controladora.
- Todos ellos, aunque con pequeñas coberturas, dejan las hélices bastante desprotegidas, algo a corregir de cara a un producto dedicado a las aulas.
- Salvo *Airwood*, ninguno hace uso de la filosofía DIY, factor diferencial para crear un nuevo dispositivo.
- Algunos, como el modelo de *Parrot*, permiten acoplar dispositivos extra, como cámaras o lanzadores.
- Todos son drones muy ligeros, con lo que evitan hasta las restricciones de vuelo más elementales.

Analizando estas conclusiones, se definirán las líneas generales³⁶, características y diseño que seguirá el primer prototipo del modelo *Skiron*.

36. Véase el punto 3.2.1 de esta memoria, 'Briefing y autoencargo'.

3. DESARROLLO

3.1. MARCA ANIMOÍ

Antes de comenzar con el proceso de trabajo práctico, cabe destacar las ideas principales y guías básicas que se plantearon como filosofía de marca, por tanto, resulta imprescindible hablar de los valores y compromisos de la misma.



Fig. 8. Grafismo de la marca.

3.1.1. Valores de marca

En primer lugar, cabe destacar que *Animoi* se trata de un proyecto concebido para comenzar como Startup, pero con vistas a ser un referente nacional en cuanto a kits educativos lúdicos basados en la filosofía STEAM.

Como se ha comentado previamente, desde *Animoi* se intentan crear juguetes innovadores y que ofrezcan contenidos educativos diferentes con respecto a los dispositivos que ya se encuentran en el mercado; en ese aspecto, se plantean los productos (en este caso, el dron *Skiron*), como artefactos modulares desmontables, con el fin de que el proceso de ensamblado también funcione como una etapa de aprendizaje basado en la lúdica.

Así pues, se pretende una democratización de los kits STEAM, con lo que es fundamental que la tecnología empleada sea accesible, tanto en precio como en disponibilidad. Por ello, se utilizan componentes basados en el Open Hardware, como lo son las placas y controladores de Arduino. Además, se facilitará el acceso a la personalización de los distintos artefactos mediante el uso de este tipo de tecnologías, lo cual, enlaza al proyecto con la filosofía DIY, pues con los conocimientos y los medios necesarios, será posible realizar ampliaciones y mejoras totalmente personalizadas dentro de los kits, incluyendo nuevas piezas y ampliando sus funcionalidades mediante el desarrollo de código propio.

Por otra parte, *Animoi* está comprometido con la adaptabilidad³⁷ y la inclusión de usuarios con necesidades especiales, por ello, se apuesta por dispositivos e interfaces sencillas, fáciles de manejar y que se adapten a situaciones concretas, como puede ser el daltonismo.

Así pues, se condensan los valores de marca en: firma comprometida con la educación de calidad, basada en la modernidad que plantea la filosofía STEAM y valiéndose de tecnologías actuales y de código abierto; así como con la sostenibilidad³⁸ y la accesibilidad.

37. Este punto se detalla en la tercera parte del Proyecto, 'Animoi III: Diseño de identidad visual para una línea de juguetes'.

38. Véase el punto 3.1.3, 'Sostenibilidad'.

3.1.2. Comunidad AnimoI

Además de su democratización, una de las ventajas que plantean las tecnologías de libre uso es que generan una comunidad alrededor de la marca, pues facilita que se puedan realizar modificaciones propias (DIY) y añadir nuevas funciones a los mismos mediante el uso de otros componentes electrónicos y nuevo código.

Para mantener a dicha comunidad activa, se proponen diversos métodos que fomenten la comunicación e interacción entre los usuarios, de manera que exista un flujo constante de nuevas ideas, modelos, complementos y funcionalidades que mejoren la experiencia con los productos *AnimoI*:



Fig. 9. Sistema de puntos de la App.

- En primer lugar, se plantea la creación de una página web³⁹ propia, donde se encuentran, de forma gratuita, las diferentes versiones básicas del código fuente de cada uno de los dispositivos. Así, se facilita la opción de realizar modificaciones o de recuperar el código básico.
- En cuanto a la app de control⁴⁰, ésta contiene⁴¹ un sistema de puntuación y logros que se podrán compartir en un perfil dentro de la página web. Esta aplicación también es gratuita y funciona a modo de plataforma de contenidos y control del dron.
- A su vez, la web se complementará con un foro integrado, o bien, plataformas externas como *GitHub*, a modo de repositorios de control de versiones y gestión de contenidos digitales, que permitirán a los usuarios compartir las nuevas piezas de código generado, modelos personalizados de producto o diseños propios; con lo que se ampliaría el catálogo disponible de la marca.
- Por supuesto, es imprescindible tener presencia en redes sociales, pues son una plataforma que permite un flujo rápido y constante de comunicación entre la marca y los usuarios. Independientemente del formato, en ellas se publicarían novedades y eventos relacionados con la marca y los nuevos productos.

3.1.3. Sostenibilidad

Además de los valores antes comentados, hay que hacer especial hincapié en el compromiso de *AnimoI* con el medio ambiente, por lo que es imprescindible llevar a cabo un estudio sobre componentes, materiales de producción y reciclado de piezas obsoletas o estropeadas. Por tanto, se destacan los siguientes puntos:

39. El desarrollo de la página web se contempló en los objetivos originales del proceso, pero no se ha realizado para el trabajo final.

40. La app de *AnimoI* y su desarrollo se explican en la parte segunda de este proyecto, 'AnimoI II: prototip de l'aplicació de control'.

41. La versión actual prototipada de la app cuenta con un sistema local de puntos. Si en un futuro se desarrollan tanto la web como una versión más avanzada de la app, se creará un sistema de perfiles y logros comunitarios.

- En cuanto al reciclaje de las baterías, ya que los productos de *Animoi* usan las de dispositivos móviles y similares, se ha facilitado su modularidad y extracción, evitando soldaduras y piezas fijas. Con ello, se pueden seguir fácilmente las instrucciones de reciclaje especificadas por el fabricante, una vez extraídas del cuerpo del dron.
- Los componentes electrónicos, siguen el mismo camino que la batería: su modularidad permite extraerlos con facilidad y reciclarlos según las especificaciones del fabricante.
- Al tratarse de juguetes cuyos componentes serán impresos en 3D, también es imperativo buscar las alternativas más adecuadas en cuanto a materiales y técnicas. Por ello, se ha realizado una investigación en referencia a los citados compuestos y métodos de fabricación.

Con un método tradicional de impresión, como el FDM⁴², se encuentran muchos tipos de filamento (ABS, el PLA, el PET...).

Si se estudian los materiales con menor impacto ambiental, el PLA (ácido poliláctico) es uno de los más ecológicos, ya que se produce a partir de un proceso de derivación del almidón, con lo que es biodegradable bajo unas condiciones concretas (Impresoras3D, 2018)⁴³.

No obstante, existen ciertas dudas acerca de la sostenibilidad real de este material, con lo que algunas empresas rebaten algunos de los argumentos que lo posicionan como “el material de impresión más sostenible”.

En resumidas cuentas se puede decir que “Al aire libre, lleva al menos 80 años descomponer el PLA” (Contreras, L., 2019)⁴⁴.

Así pues, existen diversas empresas que producen filamentos sostenibles:

- La francesa Francofil⁴⁵ manufactura biofilamentos derivados de desperdicios de mejillones, trigo o café.
- La empresa estadounidense 3DFuel⁴⁶ apuesta por alternativas más novedosas, como los desperdicios de la producción de cervezas o el cáñamo.



Fig. 10. Filamento c2renew a base de residuos de la producción de cerveza.

42. FDM, por sus siglas en Inglés: Fused Deposition Modelling.

43. IMPRESORAS3D (2018). “Guía definitiva sobre distintos filamentos para impresión 3D” en *Impresoras3D.com*. <<https://www.impresoras3d.com/la-guia-definitiva-sobre-los-distintos-filamentos-para-impresoras-3d/>> [Consulta: 31 de mayo de 2020]

44. CONTRERAS HOWARD, L. (2019). “PLA: ¿Es realmente ecológico el filamento?” en *3Dnatives.com*. <<https://www.3dnatives.com/es/ecologico-realmente-filamento-pla-230720192/>> [Consulta: 31 de mayo de 2020]

45. FRANCOFIL. *PLA Co-Produits*. <<https://francofil.fr/product-category/co-produits/>> [Consulta: 31 de mayo de 2020]

46. 3DFUEL. *C2renew*. <<https://eu.3dfuel.com/collections/c2renew>> [Consulta: 31 de mayo de 2020]

- En el ámbito nacional, destaca la compañía vasca 3R3D,⁴⁷ que oferta filamentos reciclados de materias primas como café, botellas plásticas o residuos de fundición.

3.1.4. Propuesta de valor, productos y servicios

En cuanto al proyecto presentado, cabe destacar que el diseño de *Skiron* y la programación de la aplicación se encuentran en fase de prototipado, con lo que este apartado se va a trabajar en el supuesto de que *Animoï*, en un futuro, se constituyera como empresa y ofreciera una variedad mayor de productos y servicios.

En cuanto a la actividad clave y mayor fuente de ingresos de *Animoï*, sería la venta de kits lúdico-educativos basados en el STEAM.



Fig. 11. Kit STEAM Animoï: Skiron.

Una fuente derivada de los kits básicos serían los sets de expansión, que añadirían nuevos componentes y funcionalidades extra para darle un uso diferente al juguete y mejorar la experiencia de usuario con él.

Al tratarse de productos basados en Open Hardware, es probable que algunos usuarios ya tengan componentes con la patente de uso abierta, como motores o sensores compatibles con Arduino; o bien, que se puedan adquirir por otras vías. Por tanto, no sería necesario comprar el kit completo de *Animoï*, sino que se pondrían a la venta piezas concretas, como las PCB de cada dispositivo o distintos módulos electrónicos.

47. 3R3D. 3R - Sostenibles. <https://www.3r3dtm.com/categoria-producto/filamentos-3d/filamentos3d_3r_sostenible> [Consulta: 31 de mayo de 2020]

En referencia al software de los dispositivos⁴⁸, una versión básica se alojará en el portal web de la marca de forma gratuita. Por otro lado, la aplicación de control será pública y de libre descarga para dispositivos móviles con los OS más comunes.

En el caso del mantenimiento por roturas o pérdida de piezas, entra en juego la filosofía DIY, ya que una versión básica de los modelos 3D de los juguetes estaría alojada en la página web. Así, sería posible descargarse el fichero para imprimir y restaurar la pieza, o bien, realizarle modificaciones propias y obtener un diseño personalizado. En caso de que no se tenga acceso a una impresora 3D, se puede acudir a la marca para obtener un recambio.

3.1.5. Presupuestos

Para hablar de marca, es necesario hablar de presupuestos, por lo que en este apartado se explicarán los dos que se han realizado en referencia al proyecto completo y al prototipo presentado⁴⁹.

En cuanto a la producción y esquema de costes para el modelo *Skiron*, se trata de un presupuesto estimado para la producción unitaria de un prototipo, contando con piezas y servicios de terceros, con lo que no refleja los precios reales a la hora de llevar a cabo el proyecto de forma masiva.

Con ello, se propone una lista de materiales, piezas y componentes⁵⁰ a partir de la información recopilada para el desarrollo de la primera versión del juguete, de la cual se pueden extraer las siguientes ideas:

- Es necesaria la participación de terceros para crear el prototipo.
- El presupuesto inicial dista mucho del precio que se puede conseguir si se produjese de forma masiva.
- La colaboración con marcas o distribuidoras tecnológicas reduciría los costes y tiempos de producción.
- La inversión en métodos de fabricación propia, como impresoras 3D, reduciría los costes de forma sustancial para prototipar nuevos modelos o fabricar piezas personalizadas.
- Se trata de un precio estimado bajo la influencia de un periodo de sobrecostes y gastos de envío mayores de los habituales.

En referencia al presupuesto global del proyecto⁵¹, se han tenido en cuen-

48. Los scripts controladores de Arduino.

49. Los presupuestos se pueden consultar en el Anexo. Son estimaciones realizadas en una situación de mercado alterada. Se ha redactado en base a los precios de varios portales web y bajo el consejo de diferentes profesores del grado.

50. La lista de materiales se encuentra adjunta en el Anexo.

51. Ver en el Anexo.

ta aspectos de cara a una cierta proyección de futuro o con un carácter de empresa, valorando aspectos como honorarios, tasas de autónomos o los costes de un espacio de coworking.

3.2. CONCEPTUALIZACIÓN Y DISEÑO

3.2.1. Briefing y autoencargo

Después de realizar el análisis sobre los referentes profesionales en el campo de los kits STEAM⁵², se extraen diversas conclusiones respecto a sus funcionalidades, contenidos educativos o precios:

- La mayoría de los kits superan la barrera de los 100€, ofreciendo productos bastante caros en relación a sus prestaciones.
- Muchos utilizan una app para controlarlos desde el teléfono móvil.
- La variedad de contenidos educativos ofertados se centran meramente en la programación y el software.
- La modularidad es un factor decisivo a la hora de ofrecer una mejor experiencia de montaje y uso.

Por tanto, cabe sentar las bases del proyecto *Animoi* y el modelo *Skiron*, para lo cual, se definen las siguientes guías de diseño en función de las conclusiones extraídas:

- Ha de ser un producto de precio ajustado y asequible para escuelas y particulares en relación a las prestaciones que ofrece y los contenidos didácticos que imparte.
- Es fundamental que se controle a partir de una aplicación móvil de fácil acceso y uso.
- Debe ser un dispositivo modular sencillo, que resulte atractivo a la hora de su montaje y utilización.
- El contenido didáctico debe centrarse en la enseñanza de nuevos temas, alejándose de los fundamentos de programación.
- La filosofía DIY es un aspecto básico en la creación de una comunidad asociada a la marca.

Después de definir las bases y líneas de diseño para *Skiron*, es momento de realizar una búsqueda de los componentes óptimos para el desarrollo del primer prototipo.

52. Visto en el punto 2.3 de este documento.

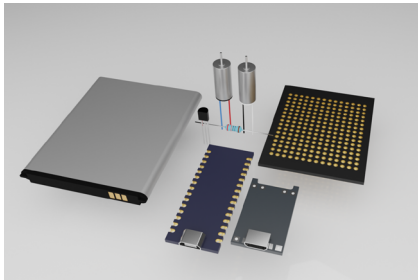


Fig. 12. Prueba de modelado de las piezas internas iniciales.

3.2.2. Componentes y piezas

Después de analizar los referentes con carácter más profesional, es necesario adaptar sus características al proyecto *AnimoI*, con lo que hay que transformar el dron en un dispositivo controlado por Arduino y que use componentes de fácil acceso.

Para ello, y debido a la naturaleza más asequible y democrática de este tipo de tecnologías, hay que encontrar referencias en fuentes mucho más caseras y amateurs, con lo que se ha realizado una búsqueda para encontrar los componentes más adecuados.

Entre los diferentes documentos audiovisuales consultados, destacan los relativos a los canales de Youtube de Electronoobs, Dronepedia, El profe García, Serinsy o Indian Life Hacker⁵³.

Como se puede comprobar, este tipo de contenidos, si bien no resultan profesionales, sí que sirven como punto de partida en la búsqueda de componentes concretos para el prototipo de *Skiron*⁵⁴.

Uno de los problemas típicos de estos artefactos caseros es su batería, pues tiende a ofrecer (aproximadamente) unos tiempos de vuelo de alrededor de 5 a 10 minutos. Por tanto, es necesario utilizar una con mayor capacidad, pero con un peso ligero. Para ello, *Skiron* cuenta con una batería de teléfono móvil, con el fin de prolongar el tiempo de uso durante, al menos, unos 35/40 minutos, intervalo suficiente para ofrecer una experiencia didáctica acorde a las necesidades de la duración de una clase normal.

3.2.3. Modularidad, ensamblado y morfología

Teniendo en cuenta los referentes y materiales sobre los que se va a trabajar, es preciso trazar unas líneas básicas en cuanto al diseño de *Skiron*, para lo cual se han establecido las siguientes ideas:

- La estructura está impresa en 3D, a base de materiales ligeros y sostenibles.
- Se busca un diseño sencillo que resulte atractivo, intuitivo y fácil de montar, basado en la identidad de marca.
- Se utilizará un sistema de rosca para sellar la carcasa y ensamblar el dron.
- Hay que conseguir un balance entre estética y funcionalidad, evitando formas agresivas y puntiagudas.
- Los motores y hélices deben ir cuidadosamente protegidos en los mó-

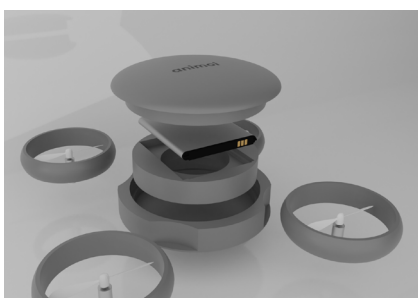


Fig. 13. Estudio básico de la modularidad del dron.

53. Los citados canales se encuentran referenciados en la WebGrafía.

54. La lista final de componentes está en el presupuesto del prototipo, en el Anexo.

- Componentes tan delicados como la batería o el microcontrolador Arduino deben ser fácilmente extraíbles.
- Debe poder cargarse o actualizar el programa interno sin necesidad de desmontarlo.
- Las piezas electrónicas más pequeñas van ensambladas de serie.

En resumen, debe ser un juguete con formas redondeadas, bien sellado, sin dejar componentes electrónicos descubiertos y, por supuesto, cuidando minuciosamente el apartado de la seguridad y la estética.

3.2.4. Bocetos, prototipado y planos técnicos

Con las pautas para el diseño fijadas, es el momento de realizar los primeros bocetos y de dibujar todos los componentes escogidos a escala 1:1, con el fin de que los planos sean a tamaño real⁵⁵.

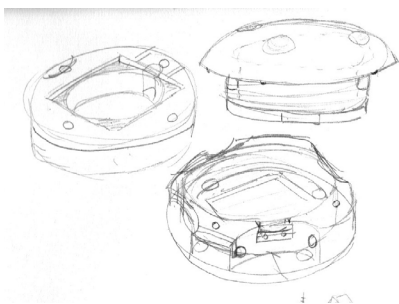


Fig. 14. Bocetos de la carcasa externa y el sistema de rosca.

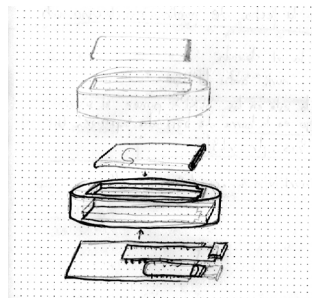


Fig. 15. Distribución modular por componentes internos.

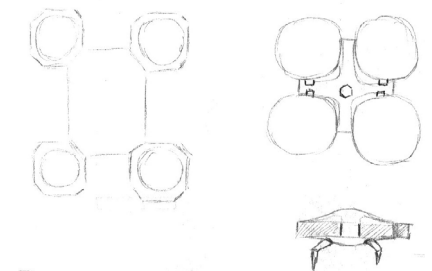


Fig. 16. Primeros bocetos de la estructura externa del dron.

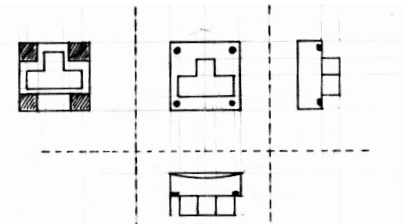
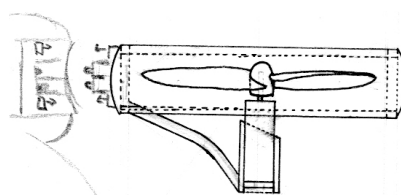
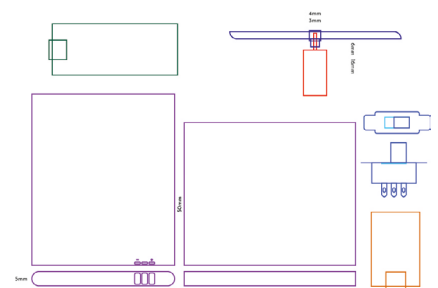
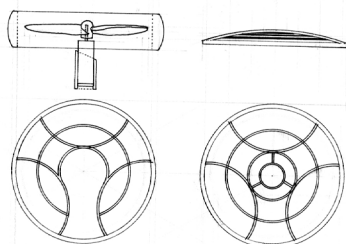
Fig. 17. Planos técnicos del motor y sus protectores.

Fig. 18. Planos de acotación de algunos componentes

Fig. 19. Plano técnico del módulo de motor.

Fig. 20. Planos técnicos de la conexión magnética mediante pines pogo.

Con las medidas tomadas, se proyectan planos con una distribución inicial de piezas y componentes.



55. Las acotaciones de los componentes electrónicos se han hecho basadas en las medidas y fotos proporcionadas por las webs de venta.

En cuanto a la electrónica, se ha diseñado un circuito inicial que muestra el flujo de corriente y cómo se distribuyen las diferentes piezas dentro del dron.

Fig. 21. Circuito diseñado a partir de los planos de las piezas. Realizado en Adobe Illustrator CC 2018.

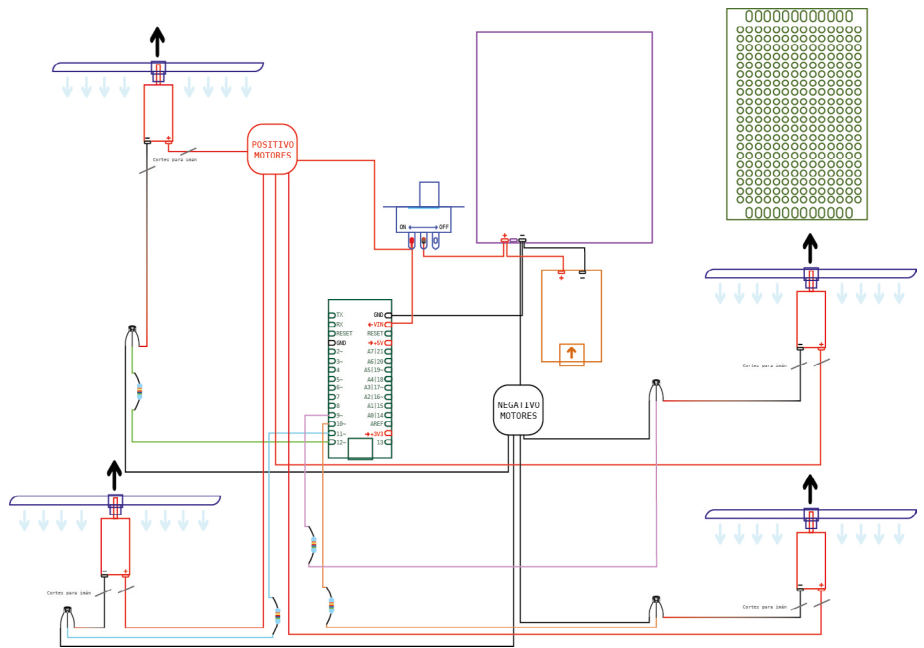
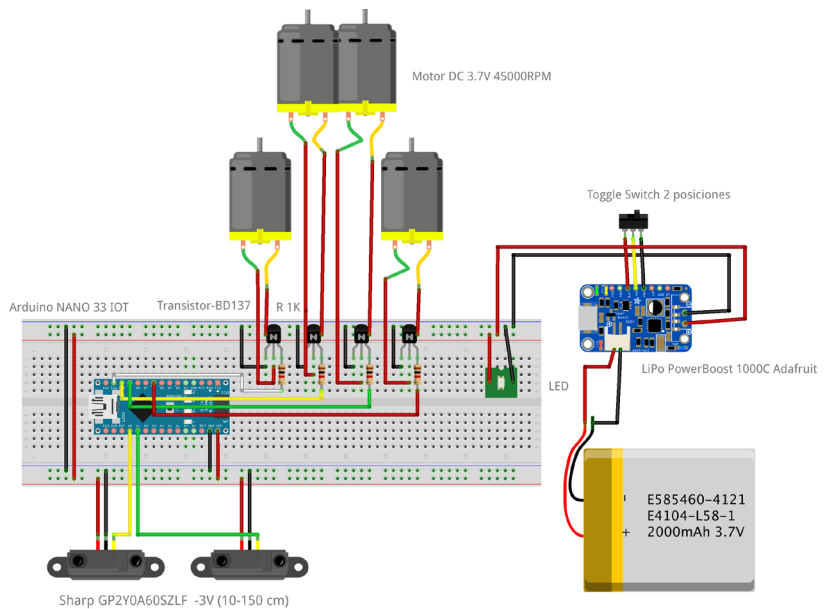


Fig. 22. Diseño de un circuito más pulido en Fritzing.



Teniendo en cuenta los esquemas previos, es momento de diseñar una placa que conecte todos los componentes electrónicos con la batería; primero, en un circuito esquemático; posteriormente, bajo el formato de una PCB personalizada para el modelo *Skiron*⁵⁶.

56. El esquema de la PCB se ha realizado con los conocimientos básicos de electrónica y la ayuda del tutor.

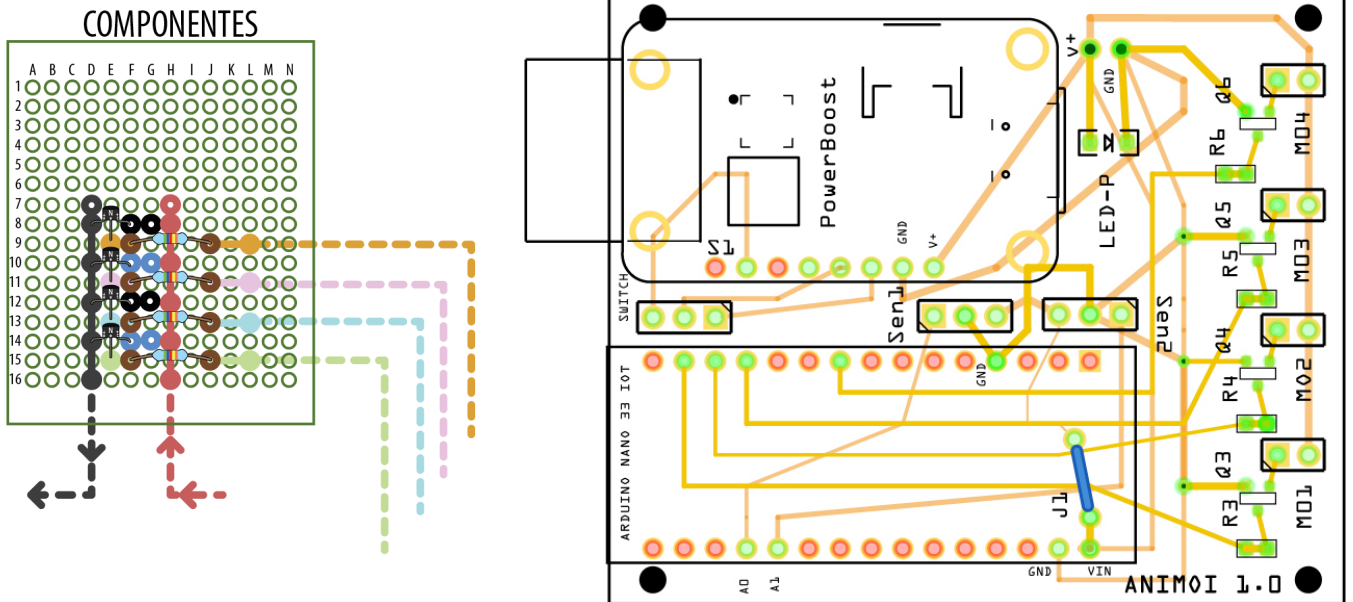


Fig. 23. Primer diseño del circuito interno sobre placa microperforada. Realizado en Adobe Illustrator CC 2018.

Fig. 24. Esquema de la PCB personalizada para el prototipo de *Skiron*.

Por último, se hacen los diseños de la estética final de la carcasa que protege al dron. Para ello, se opta por una forma circular abombada, a modo de píldora, en que los módulos de motores se unen al anillo central del chasis mediante conexiones magnéticas, utilizando imanes para adherir las piezas y dos pines de tipo pogo para conducir la electricidad.

3.3. USABILIDAD Y EXPERIENCIA DE USUARIO

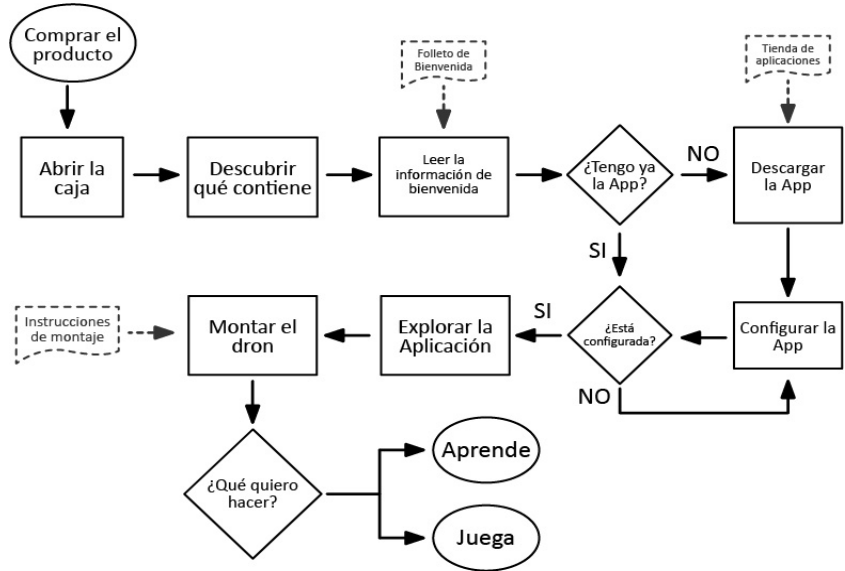
Antes de empezar con el prototipado virtual del dispositivo, es necesario destacar ciertos aspectos en lo relativo a la experiencia de uso del dispositivo, dividida en 3 fases:

3.3.1. UX de Montaje: Primer uso

La primera fase se corresponde con la dinámica que el usuario sigue durante la primera vez que utiliza el dispositivo, donde se presentan 5 etapas:

1. **Descubrir:** abrir la caja y ver qué contiene en su interior.
2. **Leer:** es importante que el usuario sepa qué pasos ha de seguir a partir de este momento, para lo cual se encontrará con un folleto explicativo de bienvenida.
3. **Descargar:** instalar la App de *Animoi* en su dispositivo móvil.
4. **Configurar:** poner a punto la aplicación con los ajustes y datos personalizados.
5. **Montar:** ensamblar el juguete para empezar a utilizarlo.
6. **Jugar:** utilizar el dron por primera vez y explorar las diferentes funcionalidades y controles del dispositivo.

Fig. 25. Flowchart relativo a la UX durante el primer uso de un producto Animo!

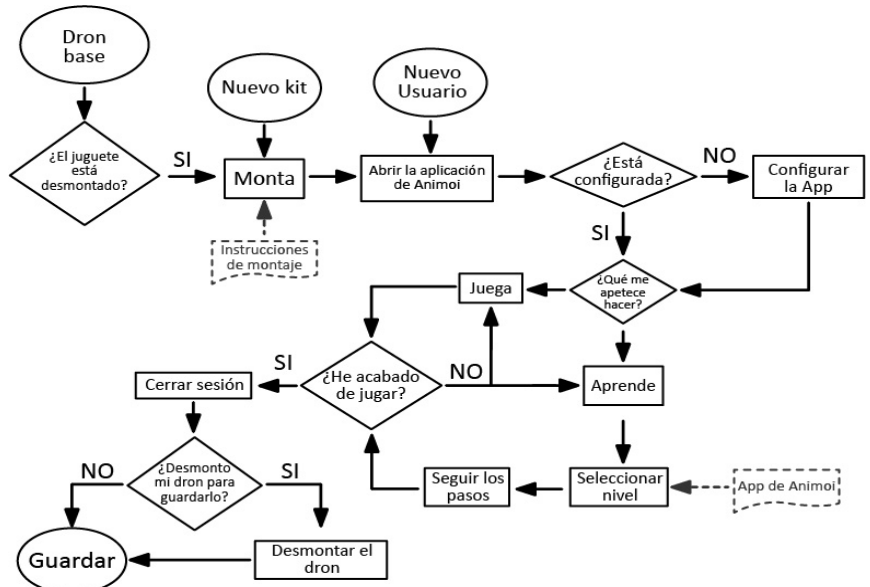


3.3.2. UX de juego: Uso habitual

En cuanto a la fase de juego frecuente, se distinguen los siguientes pasos:

1. **Montar:** en el caso de que se desmonte el juguete después de su uso o se haya adquirido alguna expansión, hay que ensamblar de nuevo el dispositivo.
2. **Aprende:** apartado de la app destinado al aprendizaje y a las lecciones didácticas.
3. **Juega:** en caso de que solo se quiera jugar, utilizar el artefacto de forma habitual.
4. **Desmontar:** paso opcional, dependiendo de la forma en que el usuario almacena su juguete.
5. **Guardar:** proteger el dispositivo para utilizarlo en el futuro.

Fig. 26. Flowchart relativo a la UX durante el uso habitual de un producto Animo!

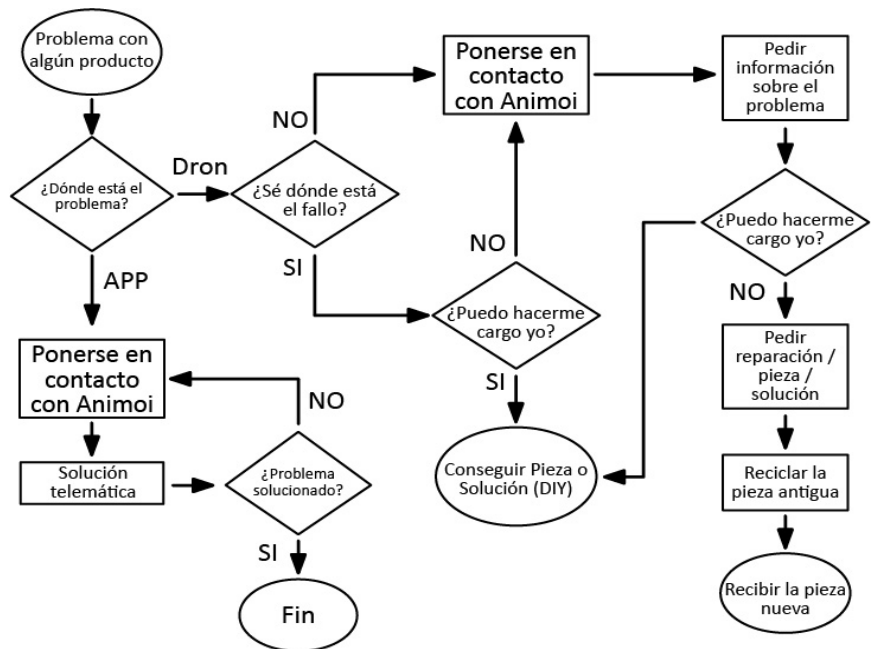


3.3.3. UX de mantenimiento

Si surge algún problema con el dispositivo, existe un protocolo a seguir:

1. **Identificar el problema:** saber qué ha fallado con el dron.
2. **Ponerse en contacto:** buscar una solución con ayuda del equipo de *AnimoI*.
3. **Solucionar el problema:** conseguir una pieza nueva, reparación o solución pertinente respecto al problema detectado.
4. **Reciclar:** en caso de que se trate de una pieza rota o defectuosa, deshacerse de ella correctamente.
5. **Uso habitual:** volver a disfrutar de *Skiron*.

Fig. 27. Flowchart relativo a la UX cuando surge algún problema con un producto AnimoI.



3.3.4. Seguridad y métodos de precaución

Para garantizar una correcta experiencia de usuario, el juguete debe ser totalmente seguro, más aún, cuando se trata de un dispositivo educativo, orientado a un público infantil y con pretensiones de llevarlo a las escuelas.

En primer lugar, es imprescindible tener clara la legislación vigente sobre normas de uso de aeronaves no tripuladas o drones, de la que se concluye el punto más importante a la hora de diseñar *Skiron*: para poder utilizar el dron en el ámbito escolar, el dispositivo debe pesar menos de 250g⁵⁷.

Además, en cuanto a la seguridad del dispositivo en sí, se han diseñado diversos métodos de precaución para proteger al máximo tanto a los usuarios

57. Revisar enlaces relativos a la AESA y el BOE en la bibliografía.



Fig. 28. Módulo de motor recubierto para evitar cortes con la hélice.

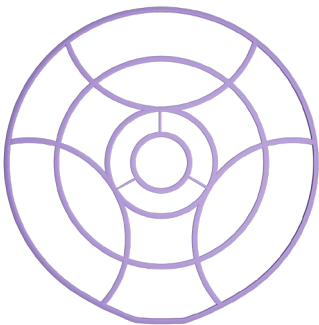


Fig. 29. Protector superior para el módulo de motor.

Fig. 30. Primer estudio de volúmenes en Blender 2.82.

Fig. 31. Primera versión completa del prototipo con una geometría incorrecta.

como al artefacto y el entorno:

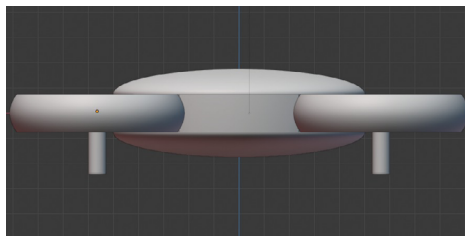
- **Métodos activos:** fundamentados en un diseño pulido, seguro y con garantías de protección para evitar causar daños. Entre las medidas adoptadas se encuentran el correcto aislamiento de las hélices, a partir de coberturas y protectores, para evitar cortes; la amortiguación de caídas con el uso de topes, colocados en las patas, hechos de materiales gomosos; o bien, la fácil separación de los módulos⁵⁸ para prevenir roturas frente a golpes e impactos.
- **Métodos pasivos:** se basan en la detección y advertencia de riesgos mediante software, de manera que se puedan prevenir accidentes. Algunas de estas medidas son la inclusión de un led de notificaciones que advierta de los posibles riesgos y estados del dron, la detección de obstáculos mediante el uso de los sensores de proximidad⁵⁹ colocados en los laterales o la desactivación automática previa a la descarga total de la batería.

3.4. MODELADO 3D. PROTOTIPADO VIRTUAL

Una vez definidas la usabilidad y las medidas de seguridad para ofrecer la mejor experiencia de usuario posible, es hora de pasar al prototipado de una primera versión del dron en Blender.

3.4.1. Primeros modelos: estructura y booleanos

Para modelar una versión inicial, primero hay que entender los volúmenes, con lo que se construyen unos poliedros básicos que definen las partes más importantes de la estructura del dron y los componentes internos a partir de los planos en 2D.



Para ello, se han usado modificadores de tipo 'Boolean', con el fin de obtener las formas y hendiduras más parecidas a los de las piezas originales. No obstante, se comprobó que este no era el método óptimo para obtener

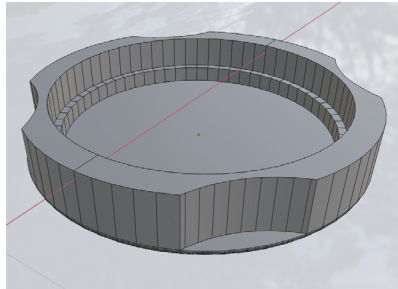
58. Gracias a la conexión magnética y los pines pogo.

59. Los sensores tienen un protocolo asociado que activa varios métodos de seguridad: reducir la velocidad de las hélices, modo stand-by o desactivación total.

la mejor geometría, llegando incluso a mostrar sombreados con dientes de sierra en las superficies curvas.

Fig. 32. Detalle de la incorrecta geometría inicial.

Fig. 33. Detalle del sombreado con “dientes de sierra”, es decir, con caras visibles.



3.4.2. Retopología: nuevos modelos

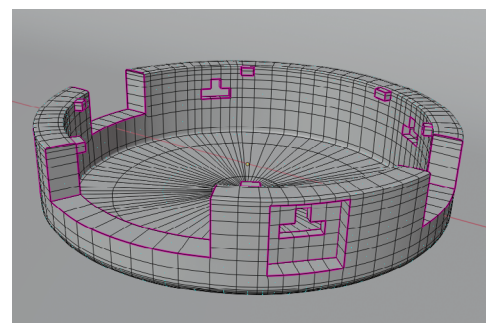
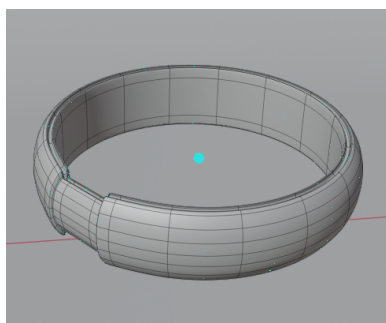
Para solucionar los problemas previamente mencionados, se han usado modificadores del tipo ‘Subdivision Surface’, que necesitan modelos cuyas mallas presenten una geometría pulida y exacta, con lo que las piezas se han reconstruido de forma más precisa.

Esta reconstrucción ha necesitado un pequeño proceso de aprendizaje⁶⁰ para saber cuáles son los métodos óptimos en el modelado de este tipo de piezas.

Después de este proceso de mejora, ha sido más sencillo conseguir los modelos óptimos y comprender qué formas necesitan los módulos finales del dron.

Fig. 34. Detalle de una nueva geometría correcta del protector del módulo de motores.

Fig. 35. Detalle de una nueva geometría correcta de la carcasa principal.



Así, se ha llegado a la estructura final del primer prototipo.

60. Para el que se han consultado diversos tutoriales en los canales de Youtube de Blender Guru y Josh Gambrell. Enlaces en la Webgrafía.

Fig. 36. Render general del modelado final completo.



3.4.3. Estética, renders y videos

Con el modelo terminado, hay que decidir la estética definitiva del juguete y las sensaciones que se quieren transmitir en el renderizado del producto final. Como resultado, se opta por un diseño en color blanco, con tonos de los colores de la marca en algunas piezas. En esta memoria se muestran los detalles del modelado⁶¹.

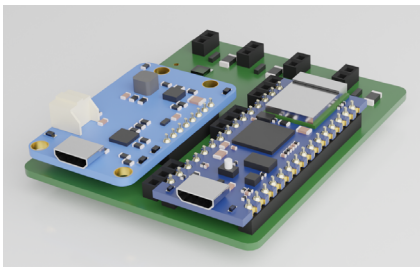


Fig. 37. Detalle del modelo de la PCB, la placa de Arduino y el módulo de carga.

Fig. 38. Plano general destapado del dispositivo.



Tanto la aplicación como el packaging precisan de renders⁶² del modelado final del prototipo, con lo que se exportan las imágenes pertenecientes al listado de componentes y al resultado final “en plató”. También se exportan algunos vídeos correspondientes a la fase de ensamblado del módulo de motor de *Skiron*.

61. Más detalles sobre la estética en la tercera parte de la memoria, ‘Animoi III: Diseño de identidad visual para una línea de juguetes’.

62. Utilizando el motor de render ‘Cycles’, integrado en Blender.

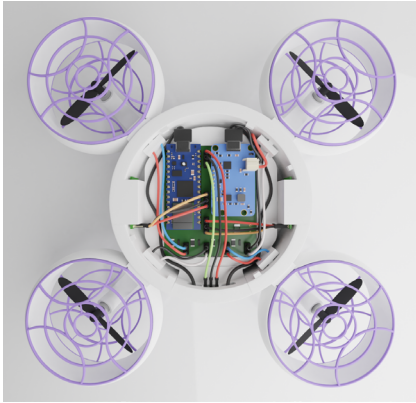


Fig. 39. Plano cenital del dispositivo abierto.

Fig. 40. Plano frontal del dispositivo.



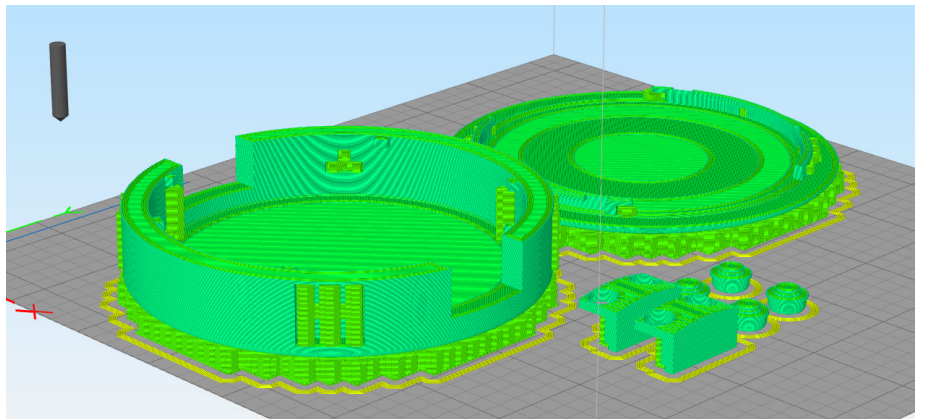
3.4.4. Prototipado: Impresión 3D

Aunque finalmente no se ha realizado un prototipo físico y funcional, sí que se ha llevado un proceso de estudio y desarrollo virtual del dispositivo. Por tanto, uno de los factores que también se han visto afectados es el de impresión de las piezas y módulos básicos.

No obstante, desde que se supo que el juguete no se iba a construir físicamente, se planteó realizar un “simulacro” de impresión 3D⁶³, para el que se han exportado⁶⁴ los modelos (no definitivos) desarrollados hasta la fecha.

Dichos modelos se han importado en un software de tipo *Slicer*⁶⁵ con el fin de obtener una primera idea, tanto de precios como de tiempos de impresión⁶⁶.

Fig. 41. Primera tanda de impresión en el software de tipo *Slicer* (Simplify3D).



63. A fecha del 21 de junio de 2020.

64. En formato STL.

65. En este caso, Simplify3D. Una opción Open Source es el software *CURA*.

66. Se configuraron las piezas para que fueran impresas en 4 tandas. Tablas y presupuestos en el Anexo.

3.5. COMPONENTE EDUCATIVO

Por último, hay que destacar el material pedagógico que va a estar disponible en la aplicación:

3.5.1. Material didáctico por áreas. Unidades temáticas

El punto de inicio para desarrollar el contenido educativo es escoger los diferentes campos de conocimiento que se pueden explicar a partir de la construcción y funcionalidades del dron.

En base a ello, se concluye que la primera versión de los contenidos⁶⁷ incluye material en los campos de la física y la tecnología.

Por tanto, se propone una división de todo el contenido por niveles a modo de unidades didácticas independientes⁶⁸, que desarrollan un conocimiento básico sobre uno de los componentes o sus funcionamientos y usos.

Materia	Unidad Temática	Tipología / Lecciones
Física	Electricidad	Teórica
Tecnología	Motores DC	Práctica (Revolucionar los motores)
Física	Electromagnetismo	Práctica (montar el dron)

Tabla 2. Unidades temáticas por área y práctica.

La lista completa de contenidos se puede ver en el Anexo.

3.4.2. Redacción de contenidos

Con las unidades didácticas seleccionadas, llega el momento de redactar el contenido a explicar en cada una de ellas. Para dicha tarea, se utilizan los conocimientos básicos sobre la tecnología y la física aplicadas al funcionamiento de un dron, acudiendo a material audiovisual externo⁶⁹.

Ya que la marca tiene un lenguaje visual tan cuidado y adaptado al rango de edad al que va dirigido el proyecto, es necesario aplicar un léxico adecuado⁷⁰ en las explicaciones teóricas, es decir, simplificar tecnicismos y hacer que el material educativo resulte lo más ameno y entretenido posible. Para ello, se combina con animaciones e ilustraciones que llaman la atención de los alumnos.

3.4.3. Desglose de los módulos de aprendizaje por pasos

67. Los contenidos redactados hasta la fecha se pueden consultar en el anexo.

68. Véase el punto 3.4.3

69. YOUTUBE. EDUARDO PIÑONES, "Como Funciona un Motor Eléctrico de Corriente Continua (DC)". <<https://youtu.be/Zxdc1egjuj>> [Consulta: 7 de febrero de 2020]

70. Tanto el guion original como la adaptación se encuentran en el Anexo.

Por último, en referencia al contenido educativo realizado hasta la fecha, es necesario segmentarlo en diferentes pasos relativos al proceso de la explicación teórica y la interacción con el dispositivo, para lo que se han dividido las diferentes unidades temáticas en diversas pantallas explicativas, seccionando el texto total de cada módulo en diversos hitos, para poder acompañarlo visualmente con las animaciones ya citadas.

Las citadas animaciones se han construido en base a los bocetos en un borrador de storyboard con las ideas iniciales para cada práctica.

Fig. 42. Bocetos a modo de secuencia de las animaciones para cada unidad didáctica.

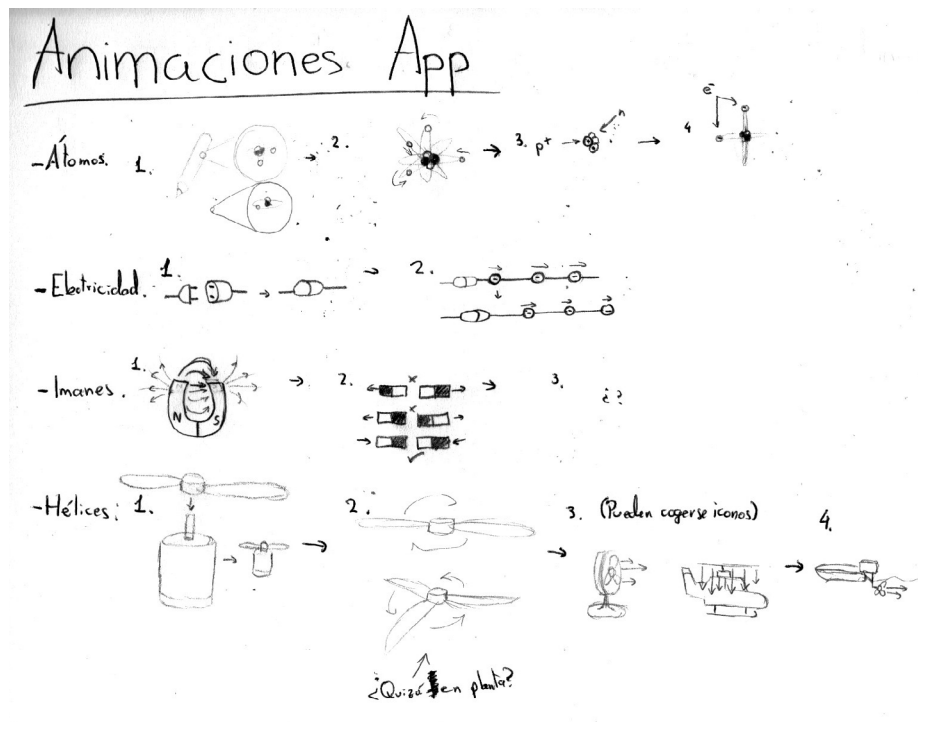
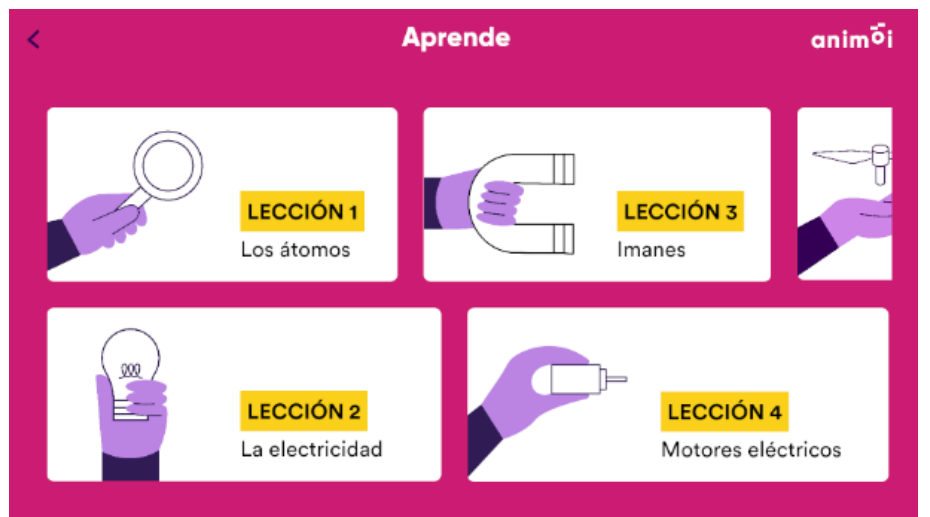


Fig. 43. Captura de la interfaz de la App de control.



4. CONCLUSIONES

4.1. RESULTADOS.

Para hacer un análisis de los resultados conseguidos, primero hay que realizar una comparación con respecto a los objetivos iniciales, así como un repaso a los diferentes inconvenientes que han surgido durante el desarrollo.

Sin duda alguna, el mayor contratiempo ha sido la situación tan compleja derivada de la pandemia del Covid-19, que complicó la adquisición de las piezas y componentes necesarios para fabricar el dron, el uso de espacios adecuados para el desarrollo (laboratorios de la UPV relacionados con electrónica e impresión 3D) y el asesoramiento in situ de mi tutor. Sin duda, compartir un espacio de trabajo común habría sido muy beneficioso para el proyecto, tanto en calidad como en plazos. Por ello, se decidió por parte de mi tutor, mía y de mis compañeras, hacer más hincapié en la parte de ideación, diseño y modelado del prototipo dentro de esta parte del proyecto, para poder así centrarnos en la marca, los aspectos de usabilidad del dispositivo y el material educativo asociado al mismo.

Así pues, el prototipado se ha llevado a cabo mediante el modelado 3D, de manera que sigue siendo posible concebir las características, estética y funcionalidades del dispositivo, a pesar de encontrarse en una primera versión.

En base a los objetivos grupales establecidos para el desarrollo completo del proyecto, la difícil situación ha imposibilitado tareas como el desarrollo del entorno web o la creación física del dispositivo. Sin embargo, sí se han cumplido tareas como el la concepción de un nuevo kit de enseñanza lúdica basado en el STEAM, la creación de la marca *AnimoI* y su filosofía, el desarrollo del contenido didáctico asociado al dron o el prototipado de la aplicación de control.

En lo relativo a esta parte del proyecto, también han habido cambios respecto de los objetivos iniciales. Entre ellos, no se ha podido desarrollar el prototipo físico del dron ni la programación del mismo. Por otro lado, sí se ha conseguido concebir una primera versión del dispositivo *Skiron*, prototipada en 3D, para lo que se ha planificado su modularidad y diseñado un circuito y una PCB personalizadas; se ha redactado el material pedagógico asociado a la app e ideado la experiencia de usuario durante el uso del dron y se han planteado estrategias relacionadas con la filosofía DIY y la cultura maker.

Cumplir estos objetivos ha sido fundamental para adquirir nuevas capacidades y habilidades en el análisis de productos educativos, la resolución de autoencargos, las buenas prácticas en cuanto a modelado 3D, la creación de

nuevos productos pedagógicos basados en el modelo STEAM o el compromiso con la filosofía DIY y la cultura maker.

Como conclusión, cabe decir que ha sido posible desarrollar el proyecto gracias a todos los contenidos estudiados y las capacidades obtenidas a lo largo del grado en Diseño y Tecnologías Creativas. Es de destacar la capacidad de trabajo en equipo, teniendo en cuenta los distintos perfiles profesionales de los tres integrantes del grupo *AnimoI*. En consecuencia, en lo relativo a esta parte del trabajo, cabe destacar los conocimientos adquiridos en metodología, diseño de experiencia de usuario, desarrollo de proyectos multidisciplinares, conceptualización y diseño de productos en base a un briefing concreto (en este caso, a modo de autoencargo), modelado 3D, Open Hardware, gestión de empresas o valores de marca.

4.2. EXPECTATIVAS Y PROYECCIÓN DE FUTURO.

En primer lugar, hay que reincidir en que se trata de un proyecto en sus primeras fases de desarrollo, conceptualizado y llevado a cabo en base a los conocimientos adquiridos de nivel de grado. No obstante, en vistas de producir un dispositivo como *Skiron*, sería precisa la incorporación de, al menos, un integrante más en el equipo de *AnimoI*, encargado de perfeccionar y desarrollar las tareas de electrónica y programación del juguete; y otro compañero que desarrollara las labores de marketing y gestión. En base a los conocimientos adquiridos en el grado, es posible tener la capacidad para desarrollar un primer prototipo, no obstante, habría una evidente carencia a la hora de desarrollar y programar los aspectos más técnicos y relacionados con la ingeniería.

En cuanto a la proyección de futuro, desde *AnimoI*, estamos muy ilusionados y consideramos que se trata de un proyecto fresco, novedoso e interesante, sobre todo por el uso del medio aéreo como contexto para el aprendizaje, que podría aportar valor en el ámbito educativo basado en la filosofía STEAM y que tiene posibilidades de sostenibilidad como producto.

Así pues, consideramos la idea de seguir adelante con el proyecto, para lo cual sería imprescindible cierto asesoramiento e inversión económica. Los aspectos relacionados con la gestión de la supuesta empresa *AnimoI* se han desarrollado en su totalidad a partir de los conocimientos adquiridos este último año, con lo que sin duda, sería muy positivo para el proyecto contar con otro integrante o con un asesor experto en la materia. Por tanto, se contempla presentar el trabajo de *AnimoI* ante organizaciones de inversión y financiación y programas de mentoría, a partir de los cuales buscar asesoramiento y consejos para continuar con la marca, desarrollar un plan de empresa completo y detallado, etc; o bien, otras entidades más relacionadas con la emprendeduría a partir de proyectos académicos, como StartUpv o

IdeasUpv.

La proyección de futuro, en referencia a los objetivos que no se han podido desarrollar, cuenta con puntos clave como la creación del portal web de la marca, el diseño de kits de expansión para *Skiron* o el desarrollo de nuevos dispositivos basados en el aprendizaje basado en proyectos, entre los que se podrían diseñar prácticas y cursos personalizados a partir de nuevos kits y productos de la marca.

En cuanto a conseguir fondos/ inversión económica para comenzar el proyecto empresarial y la producción de los primeros productos, se acudiría a estructuras y estrategias funcionales ya establecidas, como pueden ser el micromecenazgo o el crowdfunding; o bien, como se apuntaba anteriormente, la búsqueda de socios capitalistas bajo el modelo de *'Business Angel'*.

En definitiva, desde el equipo de *AnimoI* estamos dispuestos a seguir adelante con este proyecto y tenemos ilusión y vistas a que pueda materializarse en un futuro no muy lejano.

5. BIBLIOGRAFÍA

España. BOE, 29 de diciembre de 2017, núm. 316, p. 129609-129641, disposición adicional tercera, epígrafe A. <<https://www.boe.es/eli/es/rd/2017/12/15/1036>> [Consulta: 27 de febrero de 2020]

ARTÍCULOS

AMERICANS FOR THE ARTS (2014). “STEM vs. STEAM Gork Infographics” en *Americans for the Arts*. <<https://www.americansforthearts.org/sites/default/files/UF-MAAE-STEM-STEAM-IG-GIRL.pdf>> [Consulta: 25 de junio de 2020]

BRAVO SÁNCHEZ, F., & FORERO GUZMÁN, A. (2012). “La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales” en *Education In The Knowledge Society (EKS)*, vol 13, issue 2, p.120-136. Extraído de: <http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/eks/article/view/9002/9247> [Consulta: 16 de marzo de 2020]

CHRISTINE BYRD (2016). “Getting parents involved in STEM and STEAM education” en *Mind Research Institute*. <<https://blog.mindresearch.org/blog/parents-in-stem-and-steam-education>> [Consulta: 24 de junio de 2020]

CONTRERAS HOWARD, L. (2019). “PLA: ¿Es realmente ecológico el filamento?” en *3Dnatives.com*. <<https://www.3dnatives.com/es/ecologico-realmente-filamento-pla-230720192/>> [Consulta: 31 de mayo de 2020]

EQUIPO SM (2019). “Educación STEAM para los ciudadanos del futuro” en *Grupo-SM*. <<https://www.grupo-sm.com/es/post/educacion-steam-para-los-ciudadanos-del-futuro>> [Consulta: 9 de abril de 2020]

FERNÁNDEZ, R. (2018). “Alumnos por ordenador en centros de educación primaria en España 2016/17, por CC. A” en *Statista*. <<https://es.statista.com/estadisticas/511943/numero-de-alumnos-por-ordenador-en-centros-educativos-publicos-de-educacion-primaria-por-comunidad-en-espana/>> [Consulta: 24 de junio de 2020]

GRANADOS, O. (2018). “El incipiente ‘boom’ del dron español” en *El País*. <https://elpais.com/economia/2018/08/22/actualidad/1534956585_715242.html> [Consulta: 24 de abril de 2020]

IMPRESORAS3D (2018). “Guía definitiva sobre distintos filamentos para impresión 3D” en *Impresoras3D.com*. <<https://www.impresoras3d.com/la-guia-definitiva-sobre-los-distintos-filamentos-para-impresoras-3d/>> [Consulta: 31 de mayo de 2020]

K12 INFOGRAPHICS (2015). “STEAM, not Just STEM Education Infographic” en e-Learning Infographics. <<https://elearninginfographics.com/steam-not-just-stem-education-infographic/>> [Consulta: 25 de junio de 2020]

OTERO, A. (2019). “Los drones en la educación” en *VermisLab*. <<https://www.vermislab.com/drones-en-educacion/>> [Consulta: 24 de abril de 2020]

RYAN (2019). “The state of STEM education told through 12 stats” en *iDTech*. <<https://www.idtech.com/blog/stem-education-statistics>> [Consulta: 24 de junio de 2020]

RECURSOS WEB

3DFUEL. *C2renew*. <<https://eu.3dfuel.com/collections/c2renew>> [Consulta: 31 de mayo de 2020]

3R3D. *3R - Sostenibles*. <https://www.3r3dtm.com/categoria-producto/filamentos-3d/filamentos3d_3r_sostenible> [Consulta: 31 de mayo de 2020]

AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA. Preguntas frecuentes - Drones. <https://www.seguridadaerea.gob.es/lang_castellano/cias_empresas/trabajos/rpas/faq/default.aspx#r41> [Consulta: 27 de febrero de 2020]

AIRWOOD. *Airwood*. <<http://www.airwood.net/>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

AMAZON. *Parrot Mambo Fly*. <<https://www.amazon.es/Parrot-Mambo-Fly-cuadric%C3%B3ptero-programable/dp/B074TGFML6>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

BLOXELS. *Bloxels EDU*. <<https://edu.bloxelsbuilder.com/>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

DJI STORE. *Tello Edu*. <<https://store.dji.com/es/product/tello-edu?vid=47091>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

FRANCOFIL. *PLA Co-Produits*. <<https://francofil.fr/product-category/co-produits/>> [Consulta: 31 de mayo de 2020]

LEARNING RESOURCES. *Botley the Coding Robot Activity Set*. <<https://www.learningresources.com/botleyr-the-coding-robot-activity-set>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

LEGO. *LEGO Education Spike Prime Set*. <<https://education.lego.com/en-us/products/lego-education-spike-prime-set/45678#product>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

MAKEBLOCK. *Airblock*. <<https://www.makeblock.com/steam-kits/airblock>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

PARROT. *Parrot Mambo Fly*. <<https://www.parrot.com/es/drones/parrot-mambo-fly>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

RYZE ELECTRONICS. *Tello EDU*. <<https://www.rzyzerobotics.com/es/tello-edu>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

ROBOTOPIA. *Airwood DIY Dron Kit 4 en 1*. <<https://robotopia.es/kits-educativos/131-11-airwood-diy-dron-kit-4-en-1.html>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

SPHERO. *Educational Robots & STEM Education Kits for Students*. <https://sphero.com/collections/for-school/where_school+type_kit> [Consulta: 27 de junio de 2020]

SPHERO. *LittleBits Electronic Music Inventor Kit*. <<https://sphero.com/collections/all/products/littlebits-electronic-music-inventor-kit>> [Consulta: 27 de junio de 2020]

YOUTUBE. BLENDER GURU, "Tutorial de modelado en Blender para Principiantes - Parte 2: ¡Booleano!" en YouTube <<https://youtu.be/WxMwaOnjGSM>> [Consulta: 14 de junio de 2020]

YOUTUBE. DRONEPEDIA, "Arma tu Micro Quad para FPV de 90mm super economico! | DRONEPEDIA" en YouTube <<https://youtu.be/-cVNwXq6Fvo>> [Consulta: 6 de febrero de 2020]

YOUTUBE. EDUARDO PIÑONES, "Como Funciona un Motor Eléctrico de Corriente Continua (

DC)” en YouTube <<https://youtu.be/Zxdc1eglijul>> [Consulta: 7 de febrero de 2020]

YOUTUBE. ELECTRONOBS, “Pr#006 Dron con Arduino - Parte 1 - El controlador de vuelo” en YouTube <<https://youtu.be/4JHJMppsaE>> [Consulta: 6 de febrero de 2020]

YOUTUBE. EL PROFE GARCÍA, “Construcción de Dron Casero explicado Paso a Paso, Barato y Fácil MD1 - homemade drone” en YouTube <<https://youtu.be/QQhv7CasRJs>> [Consulta: 6 de febrero de 2020]

YOUTUBE. INDIAN LIFEHACKER, “How To Make A Flying Drone | DIY Arduino Drone | Indian LifeHacker” en YouTube <<https://youtu.be/fxyXRL8jqew>> [Consulta: 6 de febrero de 2020]

YOUTUBE. JOSH GAMBRELL, “The RIGHT way to cut holes in surfaces in Blender!” en YouTube <https://youtu.be/Ci1jB0m_5NY> [Consulta: 14 de junio de 2020]

YOUTUBE. SERINSY, “Drone Casero Arduino” en YouTube <<https://youtu.be/Sfg7cbfSUdc>> [Consulta: 6 de febrero de 2020]

6. ÍNDICE DE FIGURAS

- Fig. 1. Esquema de tareas.
- Fig. 2. Kit LEGO Spike Prime.
- Fig. 3. Set Botley the Codind Robot.
- Fig. 4. Kit LittleBits Electronic Music.
- Fig. 5. Diagrama que compara los rangos de precio de distintos kits STEAM. Realizado por el equipo de Animoi.
- Fig. 6. Kit 4 en 1 Airwood DIY.
- Fig. 7. Parrot Mambo Fly.
- Fig. 8. Grafismo de la marca.
- Fig. 9. Sistema de puntos de la App.
- Fig. 10. Filamento c2renew a base de residuos de la producción de cerveza.
- Fig. 11. Kit STEAM Animoi: Skiron.
- Fig. 12. Prueba de modelado de las piezas internas iniciales.
- Fig. 13. Estudio básico de la modularidad del dron.
- Fig. 14. Bocetos de la carcasa externa y el sistema de rosca.
- Fig. 15. Distribución modular por componentes internos.
- Fig. 16. Primeros bocetos de la estructura externa del dron.
- Fig. 17. Planos técnicos del motor y sus protectores.
- Fig. 18. Planos de acotación de algunos componentes
- Fig. 19. Plano técnico del módulo de motor.
- Fig. 20. Planos técnicos de la conexión magnética mediante pines pogo.
- Fig. 21. Circuito diseñado a partir de los planos de las piezas. Realizado en Adobe Illustrator CC 2018.
- Fig. 22. Diseño de un circuito más pulido en Fritzing.
- Fig. 23. Primer diseño del circuito interno sobre placa microperforada. Realizado en Adobe Illustrator CC 2018.
- Fig. 24. Esquema de la PCB personalizada para el prototipo de *Skiron*.
- Fig. 25. Flowchart relativo a la UX durante el primer uso de un producto Animoi.
- Fig. 26. Flowchart relativo a la UX durante el uso habitual de un producto Animoi.
- Fig. 27. Flowchart relativo a la UX cuando surge algún problema con un producto Animoi.
- Fig. 28. Módulo de motor recubierto, para evitar golpes con la hélice.
- Fig. 29. Protector superior para el módulo de motor.
- Fig. 30. Primer estudio de volúmenes en Blender 2.82.
- Fig. 31. Primera versión completa del prototipo con una geometría incorrecta.
- Fig. 32. Detalle de la incorrecta geometría inicial.
- Fig. 33. Detalle del sombreado con “dientes de sierra”, es decir, con caras visibles.
- Fig. 34. Detalle de una nueva geometría correcta del protector del módulo de motores.
- Fig. 35. Detalle de una nueva geometría correcta de la carcasa principal.
- Fig. 36. Render general del modelado final completo.
- Fig. 37. Detalle del modelo de la PCB, la placa de Arduino y el módulo de carga.
- Fig. 38. Plano general destapado del dispositivo.
- Fig. 39. Plano cenital del dispositivo abierto.
- Fig. 40. Plano frontal del dispositivo.
- Fig. 41. Primera tanda de impresión en el software de tipo Slicer (Simplify3D).
- Fig. 42. Bocetos a modo de secuencia de las animaciones para cada unidad didáctica.
- Fig. 43. Captura de la interfaz de la App de control.

6. ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Referentes profesionales: kits STEAM basados en drones.
- Tabla 2. Unidades temáticas por área y práctica.

7. ANEXO

Los anexos se encuentran en un documento PDF aparte, que contendrá una ampliación de los contenidos explicados en esta memoria y archivos extra para completar el proyecto. Sigue la siguiente estructura:

1. Cronología.
2. Lista de componentes: presupuesto del prototipo.
3. Presupuesto Global.
4. Presupuesto de Impresión 3D.
5. Material educativo.
6. Unidades temáticas en la App.
7. Archivo de Blender con el modelo 3D.
8. Vídeos de montaje.