**UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**MUP MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACION SECUNDARIA, BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL E IDIOMAS**



**TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**

**Redes Neuronales Automodelables**

**Carlos Bilbao Lara**

**Alberto Partida Rodríguez**

**ABRIL, 2024**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**OMPE**

**23-24**

**UAX**

RESUMEN

[Resumen de 300 palabras en castellano, siguiendo el formato IMRyD. Espera a terminar el proyecto para elaborarlo. Desde la introducción a las conclusiones describe el proyecto que has realizado. Apartado por apartado, sin nombrarlos.]

Palabras clave

[5 palabras claves para que encuentren tu trabajo cuando forme parte del repositorio de la UAX. Sirven para clasificar tu trabajo en categorías generales.]

ABSTRACT

[Resumen en inglés]

Keywords

[Palabras clave en inglés.]

\* El número mínimo de palabras del TFM es de 50000 y de 60000 como máximo. Se debe seguir el formato indicado en esta plantilla y no modificarlo.

ÍNDICE

[Capítulo 1: Introducción al Trabajo Fin de Máster 4](#_Toc117351822)

[1. Justificación del proyecto realizado 5](#_Toc117351823)

[2. Presentación del proyecto y sus contenidos 5](#_Toc117351824)

[Capítulo 2: Objetivos del TFM 6](#_Toc117351825)

[1. Objetivo general 6](#_Toc117351826)

[2. Objetivos específicos 6](#_Toc117351827)

[Capítulo 3: Marco Teórico 7](#_Toc117351828)

[Capítulo 4: Marco Metodológico 8](#_Toc117351829)

[1. Población y muestra 8](#_Toc117351830)

[2. Objetivos de investigación 8](#_Toc117351831)

[3. Variables intervinientes e instrumentos de evaluación 9](#_Toc117351832)

[4. Diseño experimental 9](#_Toc117351833)

[5. Modelo de análisis de datos 9](#_Toc117351834)

[Capítulo 5: Presentación de análisis, resultados y discusión 10](#_Toc117351835)

[1. Análisis descriptivo de la muestra 10](#_Toc117351836)

[2. Resultados obtenidos 10](#_Toc117351837)

[3. Discusión y análisis de los resultados 10](#_Toc117351838)

[Capítulo 6: Conclusiones 11](#_Toc117351839)

[1. Limitaciones 11](#_Toc117351840)

[2. Prospectiva 11](#_Toc117351841)

[3. Consideraciones finales 11](#_Toc117351842)

[Bibliografía 13](#_Toc117351843)

# Capítulo 1: Introducción al Trabajo Fin de Máster

A lo largo de este proyecto se tratará y analizará la viabilidad, así como la utilidad de las Redes Neuronales Automodelables, en específico, las redes neuronales convolucionales, para análisis y clasificación de imágenes. Aunque si bien esta centrado en este tipo de redes, puede ser extrapolado y fácilmente adaptado a cualquier otro tipo de redes.

1. Justificación del proyecto realizado

[Primero justificaremos de manera personal por qué elegimos este proyecto (¿Cómo se te ocurrió la realización de este proyecto? ¿Por qué crees que lo vas a realizar bien?), y luego justificaremos la utilidad científica/educativa del proyecto (¿Por qué crees que será útil? ¿Por qué crees que es relevante realizarlo como TFM?).

Este proyecto surgió como idea de evitar tener que hacer la tediosa fase de búsqueda de hiperparámetros y de la mejor arquitectura para cada dataset y cada problema que al que un experto en estas tecnologías tiene que enfrentarse cada día. Es por ello por lo que se buscó la manera de intentar automatizar estas tareas. A partir de aquí surgen muchas posibilidades para enfrentarse a esta automatización, como por ejemplo tener una pila de arquitecturas predefinidas, ejecutarlas y escoger la que mejor resultado te dé, hacer búsqueda de hiperparámetros con metodologías como Grid Search y con ellos ejecutas otra pila de arquitecturas predefinidas de nuevo, o por ejemplo la que se centrará este proyecto, arquitecturas que se van adaptando y modificando al dataset buscando la mejor arquitectura posible usando algoritmos genéticos.

Es realmente interesante pensar en obtener un algoritmo lo más pulido posible ya que ayudará a la comunidad a poder buscar el mejor resultado posible en los problemas a los que se enfrentarán, aunque sí que es verdad que estas ejecuciones llevarán un tiempo, en función del hardware utilizado ya que para un mismo dataset se entrenarán y evaluarán muchísimas arquitecturas.

Es por ello por lo que la profundidad del algoritmo y, por tanto, la cantidad de descendencia que se vuelve necesario permitir al usuario que pueda regular la cantidad que desea, con el fin de esperar más o menos tiempo a sus resultados, ya que para datasets más simples puedes encontrar la arquitectura óptima o lo suficientemente óptima para el usuario en unas pocas iteraciones, y sin embargo para datasets más complejos puede ser muy necesario utilizar un número más amplio de iteraciones del algoritmo para obtener un resultado suficientemente óptimo para él.

También, se ha de poder permitir al usuario cuantas epochs (número de veces que se entrenará y evaluará el algoritmo) ya que pasa exactamente lo mismo que con el número de descendencia, para datasets simples, puede necesitar solo unas pocas epochs para converger en una alta precisión en la fase de evaluación, sin embargo; para datasets más complejos harán falta una cantidad más elevada de epochs.

Con el fin de evitar un mayor tiempo de entrenamiento y el sobreajuste de determinadas arquitecturas, se introducirá un sistema de parada para que si e detecta que el modelo no está mejorando o se está sobre ajustando, se deje de entrenar y pase a la siguiente arquitectura.

Hoy en día ya existen ciertos modelos que buscan automatizar este proceso [1] como AutoKeras, este algoritmo buscará en su base arquitecturas predefinidas, bajo la API de AutoKeras una serie de arquitecturas que puedan ser las que mejor se adapten a priori al dataset. Tras ello, escogerá la mejor y la mutará para crear la siguiente configuración a evaluar. El diseño del algoritmo se basa en Hill-Climbing. En el capítulo 3 se explicará más en detalle este y otros algoritmos similares de automatización de la búsqueda de arquitecturas explicando y desarrollando el marco teórico del proyecto.

Posteriormente se explicará en el capítulo 4 que tecnologías y que metodologías se han empleado para desarrollar y completar el proyecto, así como una explicación sobre cómo se realizará la evaluación de los resultados del mismo. Estos se presentarán y analizarán en el capítulo 5, seguido de los errores cometidos, y una prospectiva del proyecto en el último capítulo.

Seguramente necesites contextualizar el tema de estudio en la actualidad y en el contexto donde se va a aplicar de forma muy general. Es decir, habla de lo que dicen los ámbitos científico, social y educativo hoy en día respecto al tema tratado sin mucha profundidad (CONSEJO GENERAL: Dedícale un pequeño párrafo a describir cada capítulo puede ser efectivo).]

1. Presentación del proyecto y sus contenidos

[Describe de forma simple el problema que presentas y cómo tu proyecto contribuye a resolverlo. Posteriormente, haz un recorrido por la distribución de los contenidos en tu proyecto describiendo de forma simple los capítulos y apartados que vas a incluir, de forma lógica, para preparar al lector a su lectura.]

Actualmente uno de los pasos más tediosos y largos en el desarrollo de un modelo de redes neuronales es generar unos hiperparámetros y una arquitectura que se adapten perfectamente al dataset, es decir; que permitan un entrenamiento relativamente rápido obteniendo una alta precisión en la fase de evaluación, sin sobre ajustarse. Habitualmente este paso es relativamente lento ya que, aunque se puede intuir, no se sabe exactamente como influirá al resultado del entrenamiento y testeo modificar esta u esta otra capa, añadir más o menos neuronas, añadir o eliminar capas ….

Es por ello por lo que este proyecto pretende ayudar en esta fase, automatizando todo este proceso de búsqueda, permitiendo realizar esa búsqueda manual de la mejor arquitectura e hiperparámetros a partir de Grid o Random Search para los hiperparámetros y algoritmos genéticos para la arquitectura.

Esta solución pretende obtener que ajustes son los que mejor se están adaptando al dataset del problema para obtener la mejor solución.

Aunque si bien es cierto que se automatiza esta tarea y se va a reducir el tiempo necesario para encontrar la arquitectura ideal, el tiempo necesario para encontrar la arquitectura va a seguir siendo muy elevado debido a que entrenar y evaluar múltiples arquitecturas es elevado (siempre dependiendo que hardware y que dataset se esté utilizando), es por ello que se deja al usuario indicar cuanta profundidad quiere en la búsqueda, es decir, en cuantos descendientes quiere buscar la mejor arquitectura. Para datasets muy complejos puede ser conveniente realizar una búsqueda más profunda, pero ello también llevará más tiempo.

Con el fin de entender, explicar y demostrar a solución planteada en este apartado los siguientes capítulos explicarán los siguientes puntos

1. **Capítulo 2: Objetivos del TFM**, en este apartado se desarrollará los objetivos del TFM, incluyendo los objetivos generales como el desarrollo de una red automodelable y específicos como el desarrollo de un aplicación web que dé al usuario la mejor arquitectura, y le permita realizar algunas configuraciones de la red, como la cantidad de descendientes con los que desea probar.
2. **Capítulo 3: Marco Teórico**, en este apartado se desarrollará que son las redes neuronales, las redes neuronales convolucionales, los algoritmos genéticos, Grid y Random Search, así como funcionan su funcionamiento y uso. También se desarrollará que son las redes automodelables y el estado del arte de esta tecnología.
3. **Capítulo 4: Marco Metodológico**, en este apartado se incluye las fuentes utilizadas, la metodología de trabajo utilizada, los datasets utilizados para la observación del funcionamiento de la red automodelable, que hardware se ha utilizado, que herramientas se han utilizado para desarrollar el proyecto y modelo de análisis de datos para analizar los resultados obtenidos.
4. **Capítulo 5: Presentación de análisis, resultados y discusión**, en este apartado se presentarán los resultados obtenidos del modelo, así como una discusión acerca de estos y posibles mejoras del modelo. También se abordará el tema de los posibles usos del proyecto y adaptaciones para nuevos proyectos.
5. **Capítulo 6: Conclusiones**, finalmente se concluye con las limitaciones del proyecto, errores cometidos, posible prospectiva, es decir; como continuar con el proyecto y unas consideraciones finales incluyendo las reflexiones finales y personales acerca del mismo, autoevaluación y agradecimientos.
6. **Bibliografía**, contiene los enlaces y referencias usadas a lo largo de esta memoria con los diferentes, libros, papers y páginas utilizadas y leídas para comprender el contenido y desarrollar el proyecto correctamente.

[Se recomienda un tamaño de 5 a 10 páginas para este capítulo].

# Capítulo 2: Objetivos del TFM

[En un párrafo explica brevemente los contenidos de este capítulo. Se recomienda un tamaño de 1 a 3 páginas para este capítulo.]

A lo largo de este capítulo se describen los objetivos, tanto generales como específicos propuestos para completar este proyecto.

1. Objetivo general

* [El objetivo general es lo que pretendes hacer con el TFG. El último paso a realizar. Redáctalo en infinitivo y solo un verbo.]
* El objetivo general del proyecto es crear una aplicación web que permita a cualquier usuario obtener a través del backend la mejor arquitectura encontrada para el dataset del usuario.

1. Objetivos específicos
2. Investigar otras posibles soluciones en el mercado.
3. Investigar y definir que son los algoritmos evolutivos y redes neuronales convolucionales.
4. Desarrollar una arquitectura de redes neuronales, que permita generar un modelo en base a un vector.
5. Desarrollar un algoritmo evolutivo que permita ir cruzando y mutando las diferentes arquitecturas.
6. Desarrollar una interfaz en REACT.
7. Desarrollar una arquitectura REST-API para combinar el backend con el frontend.
8. [Los objetivos no son deseos para el futuro. Cuando terminas el proyecto se deben haber cumplido.]
9. [Lo mejor es poner un objetivo para el marco teórico, otro para el metodológico, para el empírico, etc. Es decir, trocear el objetivo final en pequeñas metas volantes ;)]

# Capítulo 3: Marco Teórico

[En un párrafo explica brevemente los contenidos de este capítulo antes de la distribución en distintos apartados.

--------------------------

A lo largo de este capítulo se explicará la base teórica de este proyecto, es decir; ¿Qué son y cómo funcionan los algoritmos genéticos? ¿Qué son y como funcionan las redes neuronales? ¿Qué son y cómo funcionan las CNNs? Y por último una explicación de como funcionan las aplicaciones basadas en microservicios como la que se ha desarrollado en el proyecto. Además, un último apartado tratando el estado del arte de estas redes automodelizables.

---------------------------

En un marco teórico se debe describir la información científica relevante y para tu proyecto. Procura reflejar información actualizada y citarla adecuadamente (Normas APA 6ª edición que tienes en el Campus Virtual).

Incluye, al menos, tantos apartados como áreas en las que esté implicadas tu proyecto.

Fuentes habituales donde obtener trabajos de referencia:

* *Google académico*: <https://scholar.google.es/> como principal herramienta de búsqueda, que enlaza todas las bases de datos.
* *ERIC*: https://eric.ed.gov/
* *Psycnet*: http://psycnet.apa.org/
* *Dialnet*: https://dialnet.unirioja.es/
* *Medline/Pubmed*: https://www.nlm.nih.gov/bsd/pmresources.html
* Otros (cada ámbito científico suele tener sus propias bases de datos a consultar).

Se recomienda un tamaño de 10 a 20 páginas para este capítulo]

* 1. Algoritmo Genéticos, ¿qué son?

[2] Un algoritmo genético es un método de búsqueda que trata de imitar la teoría de la evolución biológica creada por Darwin para resolver problemas programáticos.

En la evolución biológica, cuando 2 individuos se reproduce, el descendiente comparte genes idénticos a los de sus antecesores. Sin embargo, con el fin de adaptarse al medio y mejorar, desde el punto de vista evolutivo; se producen una serie de mutaciones. Es decir; los descendientes contienen una serie de características en su genética que no proviene de ninguno de sus antecesores.

Tratando de imitar esta evolución, se crearon los algoritmos genéticos, que consisten en:

1. Generar una población inicial, con las características y “genes” del problema a optimizar
2. Evaluar y puntuar cada uno de los individuos.
3. Cruzar y mutar con una cierta probabilidad, intentando dar más probabilidad al padre con mejor puntuación ya que contiene los mejores genes.
4. Generar la nueva población y repetir desde el punto 2. Este bucle se detendrá en función de una condición, podría se obtenga la puntuación deseada

# Capítulo 4: Marco Metodológico

[En un párrafo explica brevemente los contenidos de este capítulo antes de la distribución en distintos apartados.

Describe el método que has seguido para desarrollar el proyecto. Este apartado debe contener las principales características de la investigación desarrollada, en cualquier tipo de TFM. Se debe describir el proceso que implica la detección de la necesidad o interés del trabajo, la búsqueda de la información y las fuentes documentales empleadas, el tipo de investigación (cualitativa, cuantitativa o sociocrítica, de tipo descriptiva, observación, analítica, estudio de casos, intervención, etnográfica, comparada, proyecto, investigación-acción, buena práctica, etc.). Se trata de etiquetar y catalogar el proceso, diseño y tipo de investigación que has desarrollado.

En este punto, explicaremos cómo se ha llevado a cabo la investigación del Trabajo Fin de Máster, los pasos que hemos seguido, los materiales, recursos que hemos diseñado o utilizado para proceder a la recogida de la información y la puesta en práctica de todo lo que se haya diseñado para tal fin.

Los apartados a considerar (aunque puedes variarlo para adecuarlo a tu proyecto concreto, ampliando o reduciendo apartados) son los siguientes:]

1. Población y muestra

[Describe la población objeto de estudio y el muestreo realizado para obtener la muestra que representa dicha población.]

1. Objetivos de investigación

[¿Qué pretendes evaluar? Si los objetivos son los mismos que los objetivos del TFM no hace falta que incluyas este apartado.]

1. Variables intervinientes e instrumentos de evaluación

[Describe qué vas a medir y a través de qué instrumentos]

1. Diseño experimental

[Describe el método de investigación elegido y su procedimiento]

1. Modelo de análisis de datos

[Describe cómo vas a analizar los datos que obtengas en tu investigación. Si los vas a analizar cuantitativa o cualitativamente. Si vas a realizar análisis estadísticos y mediante qué programas informáticos, etc.].

[Se recomienda un tamaño de 5 a 15 páginas para este capítulo]

# Capítulo 5: Presentación de análisis, resultados y discusión

[En un párrafo explica brevemente los contenidos de este capítulo antes de la distribución en distintos apartados.

Se trata de la descripción de los resultados obtenidos y del trabajo de campo realizado.

Se recomienda un tamaño de 5 a 15 páginas para este capítulo, pero depende del proyecto en sí y de los datos obtenidos, por lo que la variabilidad posible es amplia.

Los posibles apartados a incluir son los siguientes:]

1. Análisis descriptivo de la muestra

Describe la muestra seleccionada en función de las distintas variables consideradas y otros datos sociodemográficos de interés.

1. Resultados obtenidos

En este apartado se muestran los resultados obtenidos tras la investigación.

1. Discusión y análisis de los resultados

Interpretación del significado de los resultados obtenidos y análisis de su utilidad futura.

# Capítulo 6: Conclusiones

[Recupera los objetivos iniciales y explica si se han cumplido y por qué.

Debes comenzar con el primer objetivo específico y terminar con el general, explicando cómo y por qué has cumplido con el 100% de lo que te planteaste al inicio del proyecto.]

1. Limitaciones

[Errores cometidos y limitaciones de los resultados obtenidos, es decir, qué ha fallado para que tu proyecto no fuera perfecto.]

1. Prospectiva

[La prospectiva ¿Cómo vas a continuar/completar este proyecto? Aunque nunca lo hagas, debes decir cómo deberías hacerlo.]

1. Consideraciones finales

[Reflexión personal sobre las competencias adquiridas, lo que se ha aprendido a lo largo de todo el Máster y con la elaboración del TFM (en cuanto a contenidos y a nivel personal). Autoevaluación y propuestas de mejora en la percepción del rol docente.

Trata de responder a las siguientes cuestiones:

1. Reflexión final sobre los resultados obtenidos en el proyecto a todos los niveles.
2. Reflexión personal sobre las competencias adquiridas a lo largo del TFM, tanto a nivel profesional como del método científico.
3. Reflexión personal sobre lo que se ha aprendido a lo largo de todo el Máster, tanto a nivel profesional como personal.
4. Autoevaluación y propuestas de mejora en la percepción del rol docente.
5. Agradecimientos a todos los que han hecho posible el proyecto.
6. Deseo positivo final relacionado con el ámbito al que se ha dedicado el trabajo como colofón a todo el proyecto.

Ejemplo: “No puedo terminar este proyecto sin reflejar mi deseo de que la situación educativa de X mejore en el futuro, para lo cual será muy importante Y. Por mi parte espero que esta pequeña contribución que ha supuesto este TFM sea el inicio de Z…”]

Se recomienda un tamaño de 5 a 10 páginas para este capítulo.

# Bibliografía

[En formato APA, como ves en los siguientes ejemplos, y con sangría francesa (aplica el estilo **Bibliografía APA**: En la configuración de párrafo puedes seleccionarla por defecto en el apartado de Inicio de Word):]

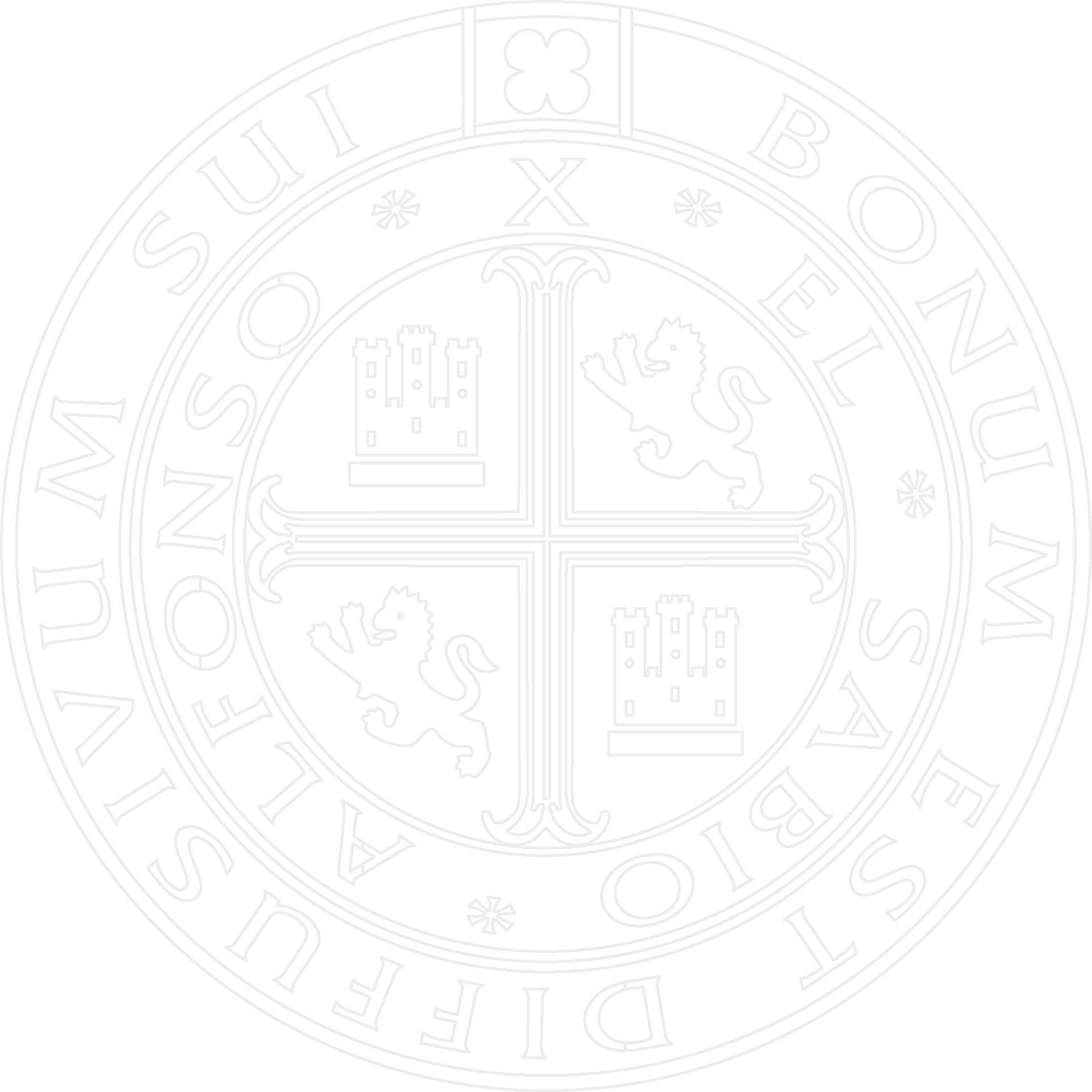
Sánchez-Cabrero, R., Barrientos-Fernández, A., Arigita-García, A. Mañoso-Pacheco, L., Costa-Román, O. (2018). Demographic data, habits of use and personal impression of the first generation of users of virtual reality viewers in Spain. *Data in Brief*, 21, 2651-2657. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.11.127>.

Sánchez-Cabrero, R., Barrientos-Fernández, A., & Arigita-García, A. (2018). La madurez ante el espejo: Interrelación entre la satisfacción corporal y vital de personas mayores en España. *European Journal Of Health Research*, 4(2), 67-77. <https://doi.org/10.30552/ejhr.v4i2.105> ]

[1] Haifeng Jin, François Chollet, Qingquan Song, and Xia Hu. "AutoKeras: An AutoML Library for Deep Learning." the Journal of machine Learning research 6 (2023): 1-6 <https://jmlr.org/papers/v24/20-1355.html>

[2] Arranz de la Peña, Jorge & Parra Truyol, Antonio (2007). Algoritmos Genéticos. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35889597/Algoritmos_Geneticos_app-libre.pdf?1418170375=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DALGORITMOS_GENETICOS.pdf&Expires=1713384155&Signature=IRuY4748-itaLM5KmNMvp1OM3IBqw0W3JHpvvRf4wIkDwMZrJj9mD8RkGxeiwvnCGv91bia10gW-7m2IbtZpOyzsO9ljhYRQWA0xN7-KbM9DRFAjc80VbNANv47OoAUEnfuWP7je42jsaj6qo3OWIrFNoAKCCRQ1htc-upeJvpDrEm~ZGaZpqzYKzV7Jj9ZIuJgJrW5bT2XWTBA276U0qkTMfIlzq~~sLCswdtOCB4IPGCIkRytVhiipCDrQ8SbbyTVuEMm~MyKV~QyQy4aI2H9y~r6EltjJuWff9OnQ-mHylR5Wvlo8ZqYEoXCVvz297zlM2vKWnQ~zQ2OBbltnDw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>

[3]



Anexos

FORMATO LIBRE

Los ANEXOS no puntúan en el trabajo, por lo que solo se recomienda incluirlos cuando son estrictamente necesarios.

Se estima una referencia máxima de un 20% del contenido del trabajo para no considerar desproporcionados los anexos. Por ejemplo: 10 páginas de anexos en un proyecto de 50 páginas totales del proyecto en sí.

Debe haber un motivo claro para incluir los anexos. Éste, en la mayoría de los casos será: “Sin este anexo no se comprende de la misma forma el trabajo, o la comprensión del trabajo se muestra sesgada o incompleta”.

Ten cuidado con el nivel de plagio, que puede verse seriamente perjudicado por lo que incluyas en los ANEXOS.

No incluyas nunca material de otros autores sin permiso expreso.

No incluyas nunca datos personales o que rompan el derecho al anonimato de los alumnos o las personas implicadas en el proyecto.

Recuerda que en los anexos es mejor una imagen que mil palabras.